

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)45-06-02

**Издатель МАКМАХ:**

214019, г. Смоленск, ул. Кирова 46А. www.iaacmac.ru

**Адрес типографии:**

214020, Россия, г. Смоленск, ул. Смольянинова, д. 1

**Электронная версия журнала:**  
https://cmac-journal.ru

**Подписка на сайте издателя:**  
https://service.iaacmac.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 предприятия связи  
Тираж 3000 экз.

Свободная цена

Дата выхода – 00.00.2025

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 (Микробиологическая лаборатория ЕКДЛ SmartLab АО «Группа компаний «МЕДСИ»)

© Клиническая микробиология и антимикробная химиотерапия, 2025.

## Содержание

### Болезни и возбудители

Гордеев А.Б., Бембеева Б.О., Нечаева О.В., Скоробогатый А.В., Денисов П.А., Изюмов Р.В., Николаева А.В., Зубков В.В., Бухарова М.В., Курочкина С.В., Устюжанин А.В., Савичева А.М., Шалепо К.В., Антонов Ю.В., Шумакова В.С., Припутневич Т.В.

**428** Молекулярно-биологические особенности штаммов *Streptococcus agalactiae*, выделенных у беременных женщин и рожениц в различных регионах Российской Федерации

Зубарева Н.А., Паршаков А.А., Голуб А.В., Золотухин К.Н., Козлов Р.С., Малкова О.Г., Молдованов А.В., Самородов А.В., Шаповалов К.Г., Шень Н.П.

**442** Проблема сепсиса и антибиотикорезистентности глазами студентов медицинских вузов: результаты многоцентрового кросс-секционного опроса

Захаренкова П.В., Рачина С.А., Стрелкова Д.А., Авдеев С.Н., Пименов Н.Н., Захаренков И.А., Власенко А.Е., Фомичева А.А., Неклюдова Г.В., Прошкина А.А., Тарыкина Е.В.

**450** Влияние пандемии COVID-19 на повседневную жизнь и эмоциональное состояние медицинских работников: взгляд изнутри

Веселова Е.И., Перегудова А.Б., Тинькова В.В., Тюлькова Т.Е., Ловачева О.В., Казюлина А.А., Самойлова А.Г.

**462** Молекулярно-генетические особенности возбудителей при неблагоприятном течении туберкулеза и ВИЧ-инфекции

Казюлина А.А., Панова А.Е., Байракова А.Л., Меренкова А.И., Соболев П.В., Тюлькова Т.Е., Самойлова А.Г.

**466** Диагностика и определение резистентности нетуберкулезных микобактерий как основа для принятия клинических решений

### Антибиотикорезистентность

Эйдельштейн М.В., Шек Е.А., Леонов В.В., Шайдуллина Э.Р., Романов А.В., Иванчик Н.В., Микотина А.В., Скленова Е.Ю., Азизов И.С., Дехнич А.В., Козлов Р.С.

**475** Структура популяции *Pseudomonas aeruginosa* в Российской Федерации: роль клонов «высокого риска» в распространении карбапенемаз и устойчивости к карбапенемам

Аветисян Л.Р., Чернуха М.Ю., Медведева О.С., Воронкова А.Ю., Красовский С.А., Кондратьева Е.И.

**485** Генетические детерминанты антибиотикорезистентности *Staphylococcus aureus*, выделенных от пациентов с хронической инфекцией легких при муковисцидозе

### Опыт работы

Кутловская Е.Н., Виноградова А.Г., Лютова Е.Ю., Белорус О.В., Бикбулатова Л.Н., Меньшаков В.В., Захарова М.Г., Новиков С.В., Кузьменков А.Ю. и рабочая группа по мониторингу АМП

**494** Региональная система автоматической валидации микробиологических заключений и мониторинга антимикробной резистентности: опыт Ямало-Ненецкого автономного округа

Умпелева Т.В., Цвиренко А.С., Кильдюшева Е.И., Премыслева Г.Е., Скорняков С.Н., Вахрушева Д.В.

**506** Сопоставление микробных профилей мокроты и бронхиальных смывов пациентов с туберкулезом легких по данным ПЦР-исследования

Новокович Ю.С., Сапунова И.Д., Мезенцева Н.И., Радионова В.В., Глотов О.С., Асеев М.В., Глотов А.С.

**516** Исследование контрольных материалов ФСВОК, предназначенных для ПЦР-диагностики, в оценке качества выявляемости бактерий методом NGS секвенирования гена 16S рРНК

Смирнова С.С., Авдюнин Д.Д., Холманских М.В., Стагильская Ю.С., Жуйков Н.Н., Итани Т.М.

**524** Генетическая характеристика изолятов *Staphylococcus aureus*, выделенных в реанимационном отделении инфекционного госпиталя в период пандемии COVID-19

## Региональная система автоматической валидации микробиологических заключений и мониторинга антимикробной резистентности: опыт Ямало-Ненецкого автономного округа

Кутловская Е.Н.<sup>1</sup>, Виноградова А.Г.<sup>2</sup>, Лютова Е.Ю.<sup>3</sup>, Белорус О.В.<sup>4</sup>, Бикбулатова Л.Н.<sup>5</sup>, Меньшаков В.В.<sup>4</sup>, Захарова М.Г.<sup>6</sup>, Новиков С.В.<sup>6</sup>, Кузьменков А.Ю.<sup>2</sup> и рабочая группа по мониторингу АМР\*

<sup>1</sup> ГБУЗ «Салехардская окружная клиническая больница», Салехард, Россия

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Смоленский государственный медицинский университет» Минздрава России, Смоленск, Россия

<sup>3</sup> ГБУЗ ЯНАО «Ноябрьская центральная городская больница», Ноябрьск, Россия

<sup>4</sup> ГАУЗ «Медицинский информационно-аналитический центр Ямало-Ненецкого автономного округа», Салехард, Россия

<sup>5</sup> ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, Москва, Россия

<sup>6</sup> Департамент здравоохранения Ямало-Ненецкого автономного округа, Салехард, Россия

\* Рабочая группа по мониторингу АМР: Аекенова Б.А. (ГБУЗ ЯНАО «Ноябрьская ЦГБ», г. Ноябрьск), Амангельдиева О.С. (ГБУЗ ЯНАО «Новоуренгойская ЦГБ», г. Новый Уренгой), Вальтер Е.П. (ГБУЗ ЯНАО «Надымская ЦРБ», г. Надым), Гилязова Д.Р. (ГБУЗ ЯНАО «Новоуренгойская ЦГБ», г. Новый Уренгой), Гончаренко С. А. (ГБУЗ ЯНАО «Надымская ЦРБ», г. Надым), Журавкова А. Ю. (ГБУЗ ЯНАО «Новоуренгойская ЦГБ», г. Новый Уренгой), Зиневич А. А. (ГБУЗ ЯНАО «Новоуренгойская ЦГБ», г. Новый Уренгой), Кафарова С.Ф. (ГБУЗ ЯНАО «Тарко-Салинская ЦРБ», г. Тарко-Сале), Кокшарова И. А. (ГБУЗ ЯНАО «Надымская ЦРБ», г. Надым), Магда Ю. А. (ГБУЗ «Салехардская окружная клиническая больница», г. Салехард), Медведева Н.А. (ГБУЗ ЯНАО «Надымская ЦРБ», г. Надым), Нечаев П.А. (ГБУЗ ЯНАО «Ноябрьская ЦГБ», Ноябрьск), Нугуманов Р. А. (ГБУЗ ЯНАО «Новоуренгойская ЦГБ», г. Новый Уренгой), Нухова М. А. (ГБУЗ ЯНАО «Надымская ЦРБ», г. Надым), Пестерев В.С. (ГБУЗ «Салехардская окружная клиническая больница», Салехард), Петрова Ю.Ю. (ГБУЗ ЯНАО «Тарко-Салинская ЦРБ», г. Тарко-Сале), Поскребалова С. В. (ГБУЗ ЯНАО «Надымская ЦРБ», г. Надым), Рекунова А.А. (ГБУЗ ЯНАО «Новоуренгойская ЦГБ», г. Новый Уренгой), Рогожина Л. А. (ГБУЗ ЯНАО «Новоуренгойская ЦГБ», г. Новый Уренгой), Рыбина С.В. (ГБУЗ ЯНАО «Надымская ЦРБ», г. Надым), Салимьянова Г. С. (ГБУЗ ЯНАО «Надымская ЦРБ», г. Надым), Сентемова Н. Л. (ГБУЗ ЯНАО «Надымская ЦРБ», г. Надым), Сусликов А.В. (ГБУЗ ЯНАО «Ноябрьская ЦГБ», г. Ноябрьск), Чаусова Е.В. (ГБУЗ ЯНАО «Ноябрьская ЦГБ», г. Ноябрьск), Чурсин В. В. (ГБУЗ ЯНАО «Надымская ЦРБ», г. Надым), Шабанова А.О. (ГБУЗ ЯНАО «Надымская ЦРБ», г. Надым), Щербакова Н. В. (ГБУЗ ЯНАО «Надымская ЦРБ», г. Надым).

Контактный адрес:

Алина Геннадьевна Виноградова

Эл. почта: [alina.vinogradova@antibiotic.ru](mailto:alina.vinogradova@antibiotic.ru)

Ключевые слова: антимикробная резистентность, мониторинг, автоматическая валидация, микробиологическое заключение, региональная система.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликтов интересов.

Внешнее финансирование: исследование проведено без внешнего финансирования.

**Цель.** Создание и оценка эффективности комплексной системы для автоматической валидации микробиологических заключений и мониторинга антимикробной резистентности (АМР) в режиме реального времени на региональном уровне в Ямало-Ненецком автономном округе (ЯНАО).

**Материалы и методы.** Проспективное исследование проводилось с октября 2023 г. по июнь 2025 г. на базе Медицинского информационно-аналитического центра и пяти крупнейших больниц ЯНАО. Дизайн исследования включал сравнительный анализ состояния мониторинга АМР до и после внедрения цифровой платформы. Объекты исследования – данные 11728 микробиологических заключений и 12216 изолятов, а также результаты опроса 53 врачей. Продолжительность оценки после внедрения составила 12 мес. (июнь 2024 г. – июнь 2025 г.). Первичной конечной точкой явилась комплексная оценка системы по критериям, включая уровень автоматической валидации, доступность данных и аналитические возможности. Методы оценки включали анализ операционных данных платформы, структурированный опрос врачей и оценку экономической эффективности по утвержденной методологии.

**Результаты.** После внедрения система обеспечила 100% охват запланированных медицинских организаций. Было обработано 11728 заключений, в 77,2% (9057/11728) система сгенерировала экспертные сообщения (медиана – 3 сообщения на анализ). В 19,3% (2267/11728) случаев были выявлены сообщения высокого и умеренного риска, указывающие на потенциальную ошибку терапии. Опрос 53 врачей показал, что для 66,0% (35/53) чтение новых бланков заключений не вызывает трудностей, а 86,8% (46/53) специалистов регулярно читают предоставляемые системой комментарии, причем 96,2% (51/53) считают их полезными для выбора антимикробной терапии. Экономический эффект системы составил 110,1 млн руб. в год, а моделирование показало предотвращение до 14 летальных исходов ежегодно.

**Выводы.** Внедрение региональной системы мониторинга АМР и автоматической валидации заключений в ЯНАО позволило стандартизировать микробиологическую диагностику, повысить безопасность антимикробной терапии и обеспечить доступ к актуальным эпидемиологическим данным в режиме реального времени. Система продемонстрировала значительный клинический и экономический эффект, подтвердив целесообразность ее тиражирования в другие регионы РФ.

# Regional system for automated validation of microbiological reports and antimicrobial resistance monitoring: the experience of the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug

Kutlovskaya E.N.<sup>1</sup>, Vinogradova A.G.<sup>2</sup>, Lyutova E.Yu.<sup>3</sup>, Belorus O.V.<sup>4</sup>, Bikbulatova L.N.<sup>5</sup>, Menshakov V.V.<sup>4</sup>, Zakharova M.G.<sup>6</sup>, Novikov S.V.<sup>6</sup>, Kuzmenkov A.Yu.<sup>2</sup> and the working group for AMR (Antimicrobial Resistance) monitoring

<sup>1</sup> Salekhard District Clinical Hospital, Salekhard, Russia

<sup>2</sup> Smolensk State Medical University, Smolensk, Russia

<sup>3</sup> Noyabrsk Central City Hospital, Noyabrsk, Russia

<sup>4</sup> Medical Information and Analytical Center of the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug, Salekhard, Russia

<sup>5</sup> Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Moscow, Russia

<sup>6</sup> Department of Health of the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug, Salekhard, Russia

## Contacts:

Alina G. Vinogradova

E-mail: alina.vinogradova@antibiotic.ru

**Key words:** antimicrobial resistance, monitoring, automated validation, microbiological report, regional system.

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

**External funding source:** no external funding received.

**Objective.** Creation and evaluation of the effectiveness of an integrated system for automatic validation of microbiological reports and monitoring of antimicrobial resistance (AMR) on real time at the regional level within the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug (YNAO).

**Materials and methods.** The prospective study was conducted from October 2023 to June 2025, based on the Medical Information and Analytical Center and five largest hospitals in the YNAO. The study design included a comparative analysis of AMR monitoring status before and after the implementation of the digital platform. The objects of the study were data from 11728 microbiological reports, 12216 isolates, and the results of a survey conducted among 53 doctors. The period after implementation lasted 12 months, from June 2024 to June 2025. The primary endpoint was a comprehensive evaluation of the system based on criteria, including automatic validation level, coverage of healthcare facilities, data accessibility, and analytical capabilities. Methods for assessment included analyzing the operational data of the platform, conducting a structured survey among doctors, and assessing cost-effectiveness using an approved methodology.

**Results.** After implementation, the system achieved 100% coverage of the planned healthcare facilities (5 hospitals). A total of 11728 cases were processed, of which 77,2% (9057/11728) generated expert reports by the system (median – 3 reports per analysis). In 19,3% of cases (2267/11728), high- and medium-risk reports were identified, indicating potential therapy errors. A survey of 53 doctors found that 66% (35/53) do not experience difficulties reading new opinion forms, and 87% (46/53) regularly read system-generated comments, with 96% (51/53) finding them useful for antibiotic selection. The economic impact of the system amounts to 110 million rubles per year, with potential annual prevention of up to 14 deaths.

**Conclusions.** The introduction of the system for AMR monitoring and automated validation of microbiological reports in the Yamalo-Nenets Autonomous District has led to the standardization of microbiological diagnostics, increased safety of antimicrobial treatment, and the provision of up-to-date epidemiological data in real-time. The system has shown significant clinical and economic benefits, demonstrating the feasibility of replicating it in other regions of the Russian Federation.

## Введение

Рост антимикробной резистентности (АМР) представляет собой глобальную угрозу системе здравоохранения, приводящую к снижению эффективности эмпирической терапии, увеличению частоты осложнений и росту летальности при инфекционных заболеваниях [1–3]. Серьезную проблему составляет отсутствие достоверных локальных данных: исследования показывают, что до 35% медицинских организаций формируют протоколы антимикробной терапии (АМТ), из них 13% не учитывают локальную эпидемиологию, что существенно

снижает эффективность лечебных мероприятий [4]. Ситуацию усугубляют системные ошибки диагностики: частота неточностей при формировании антибиотикограмм варьирует от 0,49% до 64,6% в зависимости от конкретной комбинации «микроорганизм-антимикробный препарат», а в 71,04% лабораторий применяются устаревшие критерии интерпретации чувствительности. Ручная валидация антибиотикограмм ведет к ошибкам (некорректное установление категории чувствительности, отсутствие учета природной резистентности, ред-

ких фенотипов, отсутствие поясняющих комментариев по экстраполяции чувствительности, риска развития резистентности) [5].

Указанные недостатки имеют двойное негативное последствие: во-первых, они приводят к назначению неадекватной этиотропной терапии конкретному пациенту; во-вторых, становятся источником систематических ошибок при анализе данных мониторинга резистентности, искажая эпидемиологическую картину [6, 7]. Информационное письмо Минздрава России от 25.05.2023 N 30-5/И/2-9190 «Об организации системы локального мониторинга антимикробной резистентности» прямо указывает на необходимость внедрения цифровых инструментов для локального мониторинга АМР, обеспечения контроля качества микробиологических заключений и использования актуальных данных для корректировки протоколов АМТ [8]. Международные требования и подходы к мониторингу АМР также подчеркивают критическую роль стандартизированных данных в борьбе с резистентностью [9, 10]. Однако существующие технологические решения не позволяют реализовать сквозной процесс – от автоматизированной валидации антибиотикограмм до организации непрерывного мониторинга АМР в режиме реального времени.

Проблема приобретает особую сложность при переходе на региональный уровень. Если в рамках отдельной организации ошибки валидации влекут клинические риски для пациентов, то в масштабе региона они препятствуют формированию точной эпидемиологической картины и разработке эффективных стратегий контроля АМР. Ключевым вызовом становится организация бесшовного мониторинга в условиях отсутствия единого аналитического центра для агрегации данных АМР и недостаточной цифровой инфраструктуры, обеспечивающей распределенный доступ к информации – как к локальным данным для отдельных учреждений, так и к консолидированным региональным показателям для администраторов системы здравоохранения. Устранение этих ограничений требует разработки и внедрения комплексных решений, интегрирующих валидацию микробиологических заключений и мониторинг АМР в единую цифровую платформу.

**Цель** исследования – создание и оценка эффективности комплексной системы для автоматической валидации микробиологических заключений и мониторинга АМР в режиме реального времени на региональном уровне в Ямало-Ненецком автономном округе (ЯНАО).

## Материалы и методы

Настоящее проспективное исследование выполнено на базе Медицинского информационно-аналитического центра (МИАЦ) Ямало-Ненецкого автономного округа, ГБУЗ «Салехардская окружная клиническая больница», ГБУЗ ЯНАО «Ноябрьская Центральная городская больница», ГБУЗ ЯНАО «Тарко-Салинская центральная районная больница», ГБУЗ ЯНАО «Надымская центральная

районная больница», ГБУЗ ЯНАО «Новоуренгойская центральная городская больница» и посвящено оценке внедрения и эксплуатации региональной системы автоматической валидации микробиологических заключений, а также системному мониторингу АМР в период с октября 2023 по июнь 2025 г. Исследование включало сравнительную оценку состояния системы мониторинга АМР до и после запуска автоматизированной платформы. Период предварительной оценки существующей системы и подготовительных мероприятий проходил в течение октября – декабря 2023 г. Техническое внедрение централизованной платформы, размещенной на серверах регионального МИАЦ, осуществлялось в январе – марте 2024 г. Система была запущена в промышленную эксплуатацию в апреле 2024 г. В исследование включены данные, полученные в течение 12 мес. – с июня 2024 по июнь 2025 г. – после внедрения системы.

Оценка системы осуществлялась на двух этапах: до внедрения (октябрь – декабрь 2023 г.) и после внедрения (июнь 2024 г. – июнь 2025 г.) с использованием единого набора критериев, адаптированных для регионального уровня. Критерии включали: наличие назначенных сотрудников медицинских организаций, ответственных за проведение мониторинга АМР в медицинской организации; наличие утвержденной региональной схемы мониторинга АМР, унифицированных справочников (микроорганизмы, антимикробные препараты (АМП), методы определения чувствительности); непрерывность сбора данных от лечебно-профилактического учреждения (ЛПУ); доступность консолидированных региональных данных АМР в режиме реального времени («24/7»); наличие доступа к данным по локальной эпидемиологии АМР в режиме реального времени у медицинских организаций; аналитические возможности системы; используемые критерии определения чувствительности; уровень автоматической валидации заключений, а также охват системы (количество подключенных медицинских организаций, количество микробиологических заключений в системе).

Для оценки результатов автоматизированной валидации микробиологических заключений использовались операционные данные системы: количество микробиологических заключений, количество сообщений о выявлении редких фенотипов, ожидаемой устойчивости, потенциальной неясной терапевтической эффективности, коррекции чувствительности на основании индикаторного антибиотика, экстраполяции результатов по определению чувствительности, ограничению использования результатов и риску развития резистентности [11, 12].

С целью оценки реальной практики использования формируемых микробиологических заключений был проведен структурированный опрос лечащих врачей Ноябрьской ЦГБ, включающий 10 вопросов. Опрос осуществлялся в онлайн-формате с 01.06.2025 г. до 30.06.2025 г. с соблюдением следующих правил:

- На странице опроса была представлена краткая инструкция по заполнению опросника, которая предусматривала обязательное ознакомление ре-

спондента с последующим предоставлением доступа к основному блоку вопросов.

- В случае возникающих вопросов, касающихся правил заполнения, респонденты могли обратиться за помощью через форму обратной связи на странице опроса.
- Электронный опросник предусматривал заполнение всех полей и исключал повторное заполнение.
- После заполнения опросника сохранения результатов ответы каждого респондента проверялись координатором исследования для выявления противоречивых данных и, в случае необходимости, дополнительно уточнялись.

Данные, собранные в ходе опроса, включали информацию о профиле деятельности специалиста, частоте использования микробиологических исследований и влиянии результатов на его практику, оценку качественных изменений бланка микробиологического заключения и пользу комментариев в заключении для практического использования.

Оценка этиологической структуры ключевых возбудителей инфекций, а также их чувствительность к АМП проводилась с помощью внедренной системы мониторинга АМП.

Оценка экономических эффектов осуществлялась в соответствии с методологией, согласно которой ключевая идея оценки экономических эффектов базируется на следующих предположениях: точность микробиологического заключения (антибиотикограммы) влияет на вероятность ошибки при назначении АМП; ошибки приводят к последствиям, которые в зависимости от варианта приводят к различному размеру экономического ущерба. Оценка экономических эффектов строилась с учетом региональных тарифных соглашений, а также социально-экономических показателей (возрастная структура населения, численность населения, валовый региональный продукт (ВРП)) [13].

Обработка и анализ данных исследования проводилась с использованием языка программирования «R» (версия 4.2.1) [14] и программного пакета Microsoft Excel. В R применялись пакеты для статистического анализа и представления данных: dplyr (версия 1.1.4) [15], binom (версия 1.1–1.1) [16], ggplot2 (версия 3.5.1) [17]. Расчет 95% доверительного интервала (ДИ) для процентов проводился по методу Уилсона. Для предварительной обработки данных, проверки результатов и создания таблиц использовался Excel.

## Результаты

Подготовительный этап реализации проекта (сентябрь – декабрь 2023 г.) был посвящен организационным и методическим вопросам. В течение этого периода была сформирована междисциплинарная рабочая группа, в состав которой вошли специалисты МИАЦ, врачи-микробиологи, эпидемиологи, клинические фармакологи и представители ИТ-служб медицинских организаций ЯНАО. Ключевой задачей данного этапа стала

разработка и унификация единых справочников и метаданных, необходимых для функционирования системы мониторинга: номенклатуры микроорганизмов, перечня АМП, дополнительных уточнений (атрибутов, необходимых для установления категорий чувствительности), клинических материалов, наименований отделений. Кроме того, для каждой из пяти медицинских организаций происходило уточнение используемых дополнительных параметров и факторов, которые планировалось учитывать при мониторинге АМП. Параллельно проводились обучающие семинары для будущих пользователей системы, направленные на разъяснение целей, задач и преимуществ внедряемой системы.

В декабре 2023 г. на базе МИАЦ ЯНАО была успешно развернута микробиологическая справочно-информационная система. В январе 2024 г. был инициирован этап обучения пользователей, а в апреле 2024 г. система была выведена в промышленную эксплуатацию. На первом этапе к платформе были подключены микробиологические лаборатории пяти крупнейших медицинских учреждений округа: ГБУЗ «Салехардская окружная клиническая больница», ГБУЗ ЯНАО «Ноябрьская Центральная городская больница», ГБУЗ ЯНАО «Тарко-Салинская центральная районная больница», ГБУЗ ЯНАО «Надымская центральная районная больница», ГБУЗ ЯНАО «Новоуренгойская центральная городская больница», что обеспечило 100% охват запланированных на данную фазу учреждений. Интеграция с лабораторными комплексами медицинских организаций была реализована через защищенные каналы связи. В Таблице 1 представлена сравнительная характеристика региональной системы мониторинга и диагностики АМП в ЯНАО.

Внедрение платформы позволило впервые в Российской Федерации создать единую централизованную региональную систему для валидации микробиологических заключений и мониторинга АМП в режиме реального времени. Ключевым результатом стало создание автоматизированного рабочего места (АРМ) микробиолога регионального уровня, которое обеспечило:

- централизованную экспертизу и контроль качества микробиологических заключений, формируемых в регионе;
- немедленный доступ к верифицированным и стандартизированным антибиотикограммам через электронную медицинскую карту (ЭМК) пациента;
- формирование единой доказательной базы данных по АМП для последующего анализа и принятия управленческих решений в сфере здравоохранения ЯНАО.

Таким образом, была успешно создана и запущена инфраструктура, необходимая для системного противодействия антимикробной резистентности на региональном уровне. Количество пользователей, которые непосредственно используют систему, составляет 164, а все специалисты, которые назначают АМП, являются потребителями результатов работы системы.

Далее представлены результаты использования ключевых элементов системы.

Таблица 1. Сравнительная характеристика региональной системы мониторинга и диагностики АМР в ЯНАО

Параметр	До внедрения системы	После внедрения системы
Ответственные сотрудники в медицинских организациях	Отсутствуют или назначены формально, функционал и ответственность не определены.	В каждой подключенной медицинской организации назначены ответственные сотрудники с четко регламентированными обязанностями и полномочиями.
Региональная схема мониторинга и справочники	Утвержденной единой схемы нет. Справочники (микроорганизмы, АМП) разрознены и не унифицированы между медицинскими организациями.	Внедрена и утверждена единая региональная схема мониторинга АМР. Используются унифицированные и централизованно поддерживаемые актуальные справочники микроорганизмов, АМП и методов определения чувствительности.
Непрерывность сбора данных	Сбор данных эпизодический, осуществляется вручную. Высокий риск потери и задержки данных.	Обеспечен непрерывный сбор данных из лабораторий подключенных медицинских организаций в режиме, близком к реальному времени.
Доступность консолидированных данных	Данные не аккумулируются и обобщаются вручную эпизодически (по запросу). Доступ к сводным данным ограничен.	Консолидированные региональные данные по АМР доступны в режиме реального времени 24/7 через специальный веб-портал, размещенный в защищенном контуре.
Доступ к локальным данным для медицинских организаций	Медицинские организации не имеют оперативного доступа к локальным данным эпидемиологии АМР.	У медицинских организаций есть авторизованный доступ к аналитическим отчетам по локальной и региональной эпидемиологии АМР в режиме реального времени.
Аналитические возможности	Не применимо	Система предоставляет расширенные аналитические возможности (структура микроорганизмов и показатели устойчивости к АМП в зависимости от различных параметров).
Критерии интерпретации определения чувствительности	Используются различные критерии (CLSI, EUCAST и др.) в разных медицинских организациях, либо устаревшие версии. Нет единого подхода.	Внедрены и обязательны к применению единые актуальные критерии интерпретации во всех медицинских организациях. Обновление рекомендаций происходит автоматически во всех медицинских организациях
Автоматическая валидация заключений	Валидация (проверка корректности) заключений проводится вручную микробиологом.	Реализована автоматическая валидация микробиологических заключений: установление категорий чувствительности в соответствии с актуальными критериями; проверка на соответствие экспертным правилам (выявление редких фенотипов, ожидаемой устойчивости, потенциальной неясной терапевтической эффективности, риска развития резистентности, коррекция чувствительности на основании индикаторного антибиотика, экстраполяция результатов по определению чувствительности, ограничение использования результатов).
Охват системы (ЛПУ)	Мониторинг проводится выборочно в отдельных крупных медицинских организациях или отделениях. Данные не репрезентативны для всего региона.	Система внедрена в ГБУЗ «Салехардская окружная клиническая больница», ГБУЗ ЯНАО «Ноябрьская Центральная городская больница», ГБУЗ ЯНАО «Тарко-Салинская центральная районная больница», ГБУЗ ЯНАО «Надымская центральная районная больница», ГБУЗ ЯНАО «Новоуренгойская центральная городская больница».

### 1. Валидация микробиологических заключений

Всего за оцениваемый период количество заключений составляет 11728. Платформа обеспечила автоматическую проверку антибиотикограмм на соответствие актуальным критериям EUCAST (версия 2024, версия 2025), учет ожидаемой устойчивости и выявление редких фенотипов, а также других экспертных сообщений.

Включенные в систему типы сообщений можно условно разделить на два уровня практического применения: микробиологический и терапевтический уровень.

Первый представляет важные сообщения, которые изначально направлены на активное действие со стороны лабораторной службы, когда, например, появляется оповещение о редком фенотипе и данные результаты необходимо проконтролировать дополнительно. За рассмотренный период количество сообщений по типу редкий фенотип, ожидаемая устойчивость и коррекция чувствительности на основании индикаторного антибиотика составило 8,14% (3226/39647), при этом с наибольшей частотой срабатывали правила

в отношении ванкомицина и цефотаксима – 38,2%. Сообщения «терапевтического уровня» обеспечивают поддержку врачей на этапе назначения антимикробной терапии, поскольку сообщения обозначают ситуации, когда использование препаратов может быть ограничено (уменьшение возможных терапевтических опций) или наоборот расширено, например, за счет экстраполяции чувствительности. Сообщения данного уровня включалась 35798 раз, преимущественно это были сообщения по типу «экстраполяция чувствительности к индикаторному антибиотику» и «неясная терапевтическая эффективность» 81,29% и 12,18% соответственно. При оценке сводной статистики по двум уровням следует подчеркнуть, что среди всех анализов 77,2% (9057/11728) были с сообщениями, а медиана составила 3 сообщения на один анализ. Таким образом, валидирование сообщений с помощью справочной системы позволило в автоматическом режиме применять экспертные правила, контролировать обнаружение необычных фенотипов и кроме того, предоставить полную картину возможных терапевтических опций на этапе выбора АМП.

## 2. Оценка использования микробиологических заключений

Для оценки использования обновленных микробиологических заключений в ГБУЗ ЯНАО Ноябрьская ЦГБ был проведен опрос среди 53 специалистов. Участие в опросе принимали специалисты различных направлений деятельности, из них реанимация – 28,3% (15/53), хирургический профиль – 17% (9/53), терапевтический профиль – 15,1% (8/53).

Согласно результатам опроса назначение микробиологических исследований с наибольшей частотой – 52,8% (28/53) проводится еженедельно, при этом 28,3% (15/53) и 18,9% (10/53) специалистов назначают микробиологические исследования ежедневно или менее 1 раза в месяц соответственно. Более 50% специалистов во всех случаях самостоятельно проявляют инициативу и назначают микробиологическое тестирование. В тоже время влияние во всех случаях результата микробиологического тестирования на дальнейшую тактику отмечает 77,4% опрошенных (41/53).

Отдельные блоки опроса включали оценку изменений актуального (обновленного) бланка микробиологических заключений. Сложность прочтения нового варианта предлагалось оценить в диапазоне от 0 до 10 баллов, где 0 баллов соответствует варианту «очень просто», а 10 баллов – «нужна сторонняя помощь». 35,8% (19/53) специалистов определили уровень сложности прочтения на уровне 0 баллов (очень просто), от 1 до 3 баллов – 30,19% (16/53), от 4 до 6 баллов – 11,32% (6/53), от 7 до 9 баллов – 18,86% (10/53) и для 3,8% (2/53) специалистов требуется сторонняя помощь. Таким образом, для более чем 60% специалистов прочтение актуальной версии микробиологических заключений не вызывает трудностей (сложность менее 3 баллов).

Положительные качественные изменения бланка микробиологического заключения отметили 50,9% (27/53) опрошенных, а 28,3% (15/53) разницы в структуре бланка не заметили. При этом более 50% специалистов указали, что скорость и качество микробиологического тестирования выросли, 32,1% (17/53) затруднились ответить на данный вопрос, а 17% (9/53) изменений в скорости и качестве тестирования не обнаружили.

Учитывая, что актуальный вариант бланка микробиологического заключения содержит расширенный перечень комментариев (правил), также опрос затрагивал и эту область. Наличие в микробиологическом заключении комментариев подтверждает свыше 75% опрошенных, 15,1% (8/53) специалистов не обращали на это внимание, а 7,5% (4/53) отрицают наличие комментариев в бланке заключения. При этом 86,6% (46/53) специалистов читают комментарии, расположенные в бланке заключения, 7,5% (4/53) читают комментарии только в отношении тяжелых пациентов, а 5,7% (3/53) смотрят комментарии нерегулярно. Оценка понятности комментариев при их прочтении (где 0 – абсолютно непонятно, а 10 – абсолютно понятно), показала, что для 15,1% (8/53) специалистов комментарии остаются непонятными, для 17% (9/53) сложность соответствует 5 баллам. Для 24,5% (13/53) доступность для понимания комментариев специалисты оценили в диапазоне от 7 до 9 баллов, максимальный балл (комментарии абсолютно понятны) отметили 39,6% (21/53) респондентов. При этом подавляющее большинство опрошенных 96,2% (51/53) согласилось с тезисом, что комментарии в микробиологическом заключении могут облегчить принятие решения о выборе антибиотика в отсутствие возможности обратиться за помощью к консультанту.

## 3. Мониторинг антимикробной резистентности

Централизованный сбор данных от медицинских организаций обеспечил формирование регионального реестра АМП в режиме реального времени:

- Непрерывная консолидация данных от 100% подключенных стационаров.
- Анализ данных в реальном времени (против 3-5 дней при ручной обработке).
- Визуализация эпидемиологических трендов на интерактивных дашбордах, доступных через веб-интерфейс МИАЦ.

Всего за исследуемый период системой обработана информация о 12216 изолятах, при этом в рамках анализа распределения по локусам инфекции: инфекции мочеполовой системы составили порядка 30,85%, дыхательной системы – 15,05%, а кожи и мягких тканей – 6,35%. В этиологической структуре возбудителей встречались как грамотрицательные, так и грамположительные микроорганизмы, например, *Staphylococcus aureus* определялся с частотой – 19,72% (2409/12216), *Escherichia coli* – 12,21% (1491/12216), *Klebsiella pneumoniae* – 8,28% (1011/12216), *Enterococcus faecalis* – 7,49% (915/12216) и *Pseudomonas aeruginosa* – 3,33%

Таблица 2. Активность некоторых АМП в ЯНАО (% чувствительных изолятов)

АМП	<i>E. coli</i> (n = 1491)	<i>K. pneumoniae</i> (n = 1091)	<i>P. aeruginosa</i> (n = 407)	<i>S. aureus</i> (n = 2409)
Амоксициллин-клавуланат	48,02% (570/1187)	36,04% (359/996)	–	–
Цефтриаксон	59,98% (661/1102)	46,96% (363/773)	–	–
Цефепим	59,67% (512/858)	46,63% (332/712)	10,83% (30/277)	–
Меропенем	96,7% (733/758)	56,24% (365/649)	66,84% (260/389)	–
Цефтазидим-авибактам	–	45,1% (69/153)	33,72% (29/86)	–
Ципрофлоксацин	68,84% (517/751)	54,92% (329/599)	15,35% (35/228)	–
Цефокситин	–	–	–	89,88% (2069/2302)
Клиндамицин	–	–	–	75,96% (1232/1622)
Пиперациллин-тазобактам	83,81% (88/105)	48,57% (17/35)	32,89% (25/76)	–

(407/12216). При сопоставлении результатов оценки структуры с данными платформы мониторинга АМП в РФ за последний доступный год (2023 г.), можно отметить некоторые различия в частоте встречаемости возбудителей и их взаимном расположении. Например, около 50% среди всех возбудителей по данным системы национального мониторинга приходится на *E. coli* (28,16%; 1918/7035) и *K. pneumoniae* (22,53%; 1585/7035), а *S. aureus* (11,23%; 790/7035) занимает третье место [18].

Оценка активности АМП в ЯНАО в отношении ключевых возбудителей показала значительную вариабельность (Таблица 2).

Региональный мониторинг АМП – это новый уровень стандартизации внутренних процессов для накопления, обработки и представления данных антибиотикорезистентности. Такой объем информации, непрерывно получаемый из различных объектов (медицинских организаций), позволяет принимать управленческие решения, опираясь на конкретные актуальные данные. При этом медицинские организации могут локально оценивать только свои данные (каждая медицинская организация имеет доступ к собственным данным локального мониторинга АМП – адаптивного под потребности организации), что наряду с решением организационных вопросов, в первую очередь позволяет назначать эмпирическую терапию пациентам с учетом данных мониторинга АМП в организации.

#### 4. Оценка экономической эффективности

Для оценки экономической эффективности созданной системы была использована методология, основанная на оценке снижения числа ошибок в микробиологических заключениях, влияющих на назначение этиотропной АМТ. Ключевая идея оценки экономических эффектов базируется на предположениях: влиянии точности категоризации микробиологического заключения (антибиотикограммы) на вероятность ошибки при назначении АМП, ошибки приводят к последствиям, для каждого варианта которых существует свой размер экономического ущерба. Подробное описание данной методологии оценки экономического эффекта представлено в статье «Модель экономических потерь при некорректной микробиологической диагностике антими-

кробной резистентности и нерациональном применении антимикробных препаратов» [13].

Далее представлена оценка положительного влияния от внедрения системы. В рамках эксплуатации система предотвратила риски (высокий, значительный и умеренный) нерациональной/неэффективной АМТ на основании результатов микробиологических исследований. В расчет процента, на который система снижает ошибку потенциальной неэффективной антимикробной терапии, принят процент анализов хотя бы с одним сообщением высокого или значительного риска – 19,32% (2267/11728), который выявила система. Выделение сообщений в различные группы риска связано с потенциальным влиянием на дальнейшее назначение АМТ, в случае если такие сообщения не обозначаются и не передаются на этап назначения терапии. К высокому риску относятся сообщения по типу ожидаемая устойчивость, коррекция чувствительности на основании индикаторного препарата, редкий фенотип, а к значительному: ограничение использования, неясная терапевтическая эффективность и риск развития резистентности.

Следует отметить, что согласно опубликованным данным, процент ошибок в зависимости от комбинации «микроорганизм-антимикробный препарат» достигает по РФ 64,6% [5]. Для расчета использованы данные о количестве и стоимости койко-дней пациентов с инфекциями, а также количестве дней нетрудоспособности, стоимости различных медицинских процедур, численность населения ЯНАО, доля трудоспособного населения ЯНАО, объем валового регионального продукта. Общая схема представлена на Рисунке 1. В рамках модели оценки рассматриваются и сравниваются два сценария: без внедрения системы с ассоциированным числом ошибок и с внедрением системы с ассоциированным числом ошибок. Результаты обоих сценариев рассчитываются на год и сравниваются для выявления эффекта от внедрения системы. Общая схема с итоговыми результатами представлена на Рисунке 2.

По результатам расчетов на год система продемонстрировала следующие показатели:

- снижение прямых расходов (стационарный трек), год: 32 691 373 руб.;
- снижение прямых расходов (амбулаторный трек), год: 458 093 руб.;

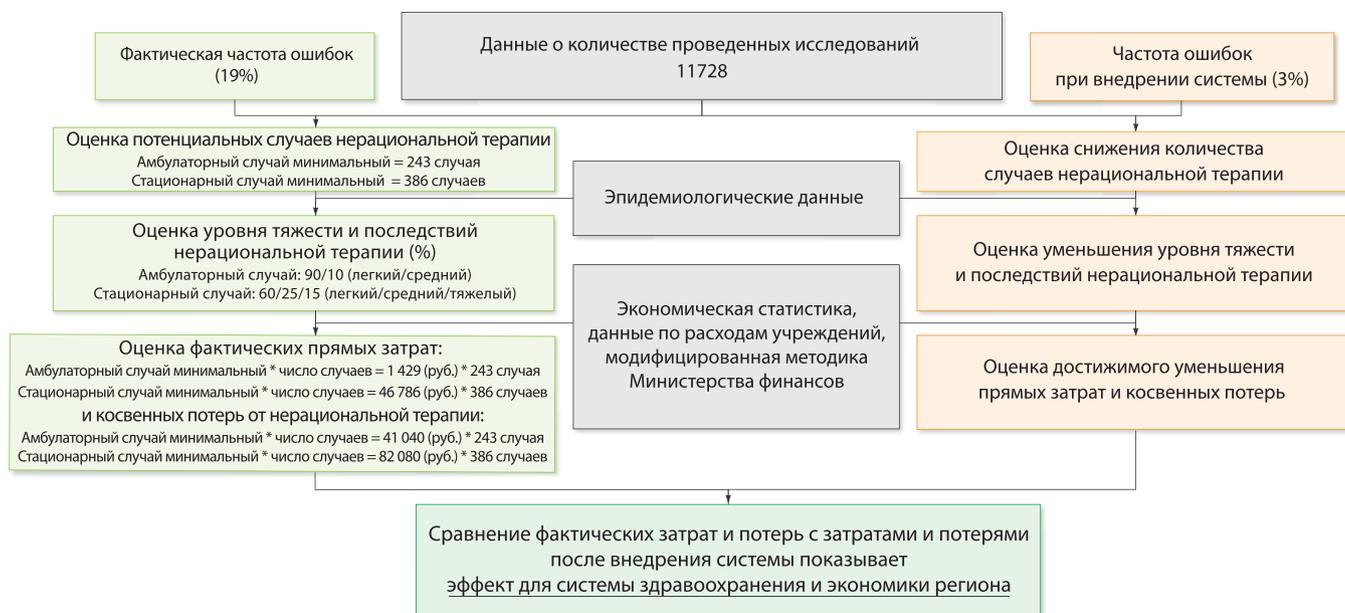


Рисунок 1. Логика расчета эффекта от внедрения системы

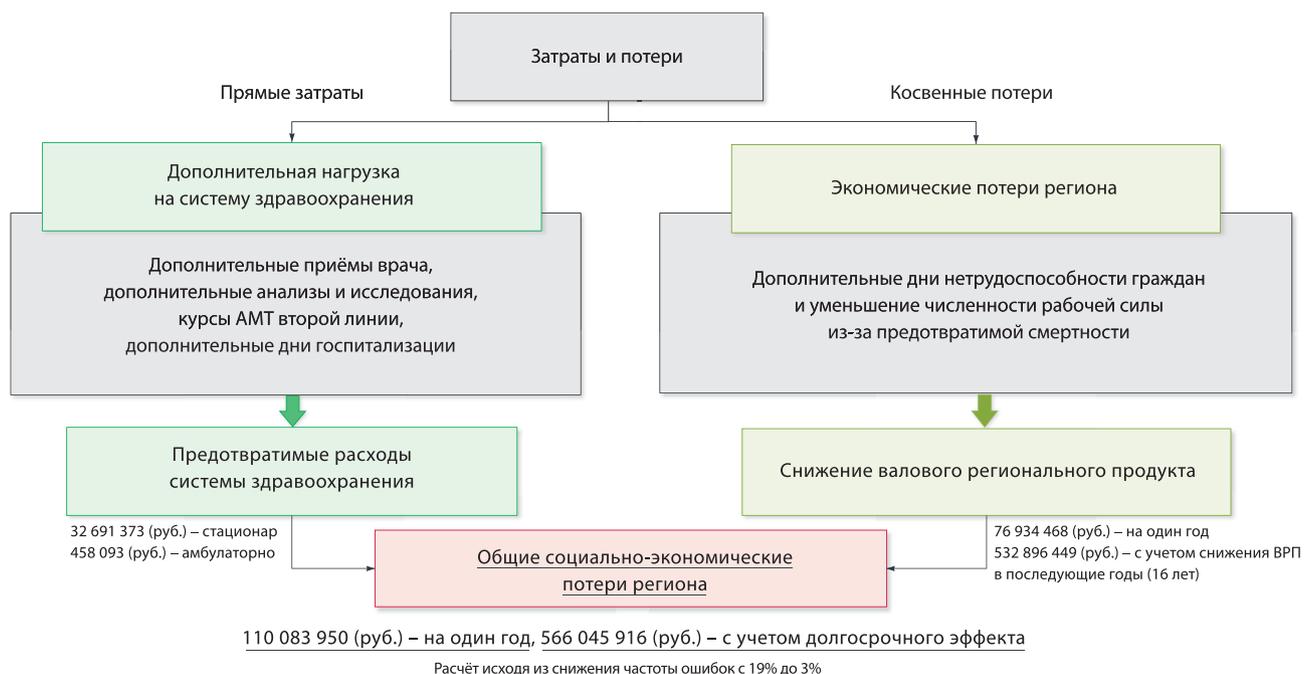


Рисунок 2. Результаты расчета эффекта внедрения системы

- снижение социально-экономических потерь (стационарный трек), год: 57 864 499 руб.;
- снижение социально-экономических потерь (амбулаторный трек), год: 19 069 970 руб.;
- снижение социально-экономических потерь (стационарный трек) с учетом недожитых лет жизни (16 лет) и дисконтирования: 513 826 480 руб.;
- эффект по стоимости жизни (ЦЭМИ РАН): 453 584 468 руб.;
- итоговые показатели:

- общий эффект (на год): 110 083 935 руб.;
- общий эффект (с учетом дисконтирования на 16 недожитых лет жизни): 566 045 916 руб.;
- общий эффект (по стоимости жизни ЦЭМИ РАН): 486 733 935 руб.;
- количество спасенных жизней: 14.

Анализ данных показал, что в 19,32% случаев (2267 микробиологических заключений) система снижает ошибку потенциальной неэффективной АМТ. Коррекция такой терапии напрямую способствует сни-

жению вероятности летальных исходов и тяжелых осложнений. По результатам моделирования, ежегодно это позволяет предотвратить до 14 случаев смерти. Внедрение системы демонстрирует значительный экономический эффект. Прямая экономия средств системы здравоохранения оценивается в 33 млн руб. ежегодно. Однако более весомый вклад наблюдается в снижении непрямы потерь. За счет сокращения сроков нетрудоспособности предотвращаются потери ВРП: 57,8 млн руб. по стационарному и 19 млн руб. по амбулаторному звеньям. Долгосрочный позитивный эффект подтверждается предотвращением потери 16 «недожитых» лет жизни (YUL), что в денежном выражении с дисконтированием оценивается в 566 млн руб. и подчеркивает вклад системы в сохранение трудового потенциала региона.

### Обсуждение

В рамках настоящего проекта в ЯНАО была развернута единая региональная микробиологическая справочно-информационная система, обеспечивающая автоматическую валидацию антибиотикограмм и непрерывный мониторинг АМП в режиме реального времени. Экономическое моделирование показало, что снижение доли потенциально неэффективной терапии за счет работы системы ассоциировано с существенным уменьшением прямых медицинских затрат и социально-экономических потерь, включая предотвращение летальных исходов.

Полученные результаты можно рассматривать в контексте глобального бремени АМП. Систематические обзоры показывают, что антибиотикорезистентность приводит к значимому росту прямых расходов здравоохранения и непрямы потерь, связанных с инвалидизацией и преждевременной смертностью, при этом оценка экономического ущерба варьирует в широких пределах в зависимости от страны и методологии расчетов [19, 20]. С точки зрения организации мониторинга АМП представленная система близка к подходам по работе с данными в рамках национальных и международных инициатив по контролю АМП. Анализ данных GLASS показывает, что стандартизованный сбор и консолидация информации об устойчивости начиная с уровней отдельных учреждений и регионов имеет ключевое значение для сопоставимости показателей, оценки трендов и принятия управленческих решений [21]. Мониторинг АМП опирается на соблюдении стандартизации данных, включающей управление качеством данных, поддержку унифицированных справочников, единых критериев интерпретации и регулярную внешнюю оценку качества лабораторий [9, 22]. На этом фоне реализованная в ЯНАО система вносит вклад тем, что сочетает функции мониторинга и автоматизированной валидации заключений в рамках единой региональной инфраструктуры, связанной с ЭМК.

Важнейшей особенностью представленной системы является использование автоматической интерпре-

тации антибиотикограмм на основе актуальных критериев категоризации и экспертных правил [11]. В большинстве лабораторий подобная интерпретация выполняется вручную и зависит от квалификации отдельного специалиста, тогда как в представленном исследовании эти решения формализованы и реализованы автоматически на уровне региональной системы. Двухуровневый характер сообщений (лабораторный и терапевтический уровни), по сути, формирует связку между диагностическим и терапевтическим подходами к контролю АМП. Международные данные показывают, что внедрение программ контроля АМП приводит к снижению потребления антибиотиков широкого спектра, уменьшению частоты инфекций, вызванных полирезистентными возбудителями, и сокращению затрат при сохранении или улучшении клинических исходов [23, 24]. Описанный в статье подход отличается тем, что значительная часть экспертной поддержки встроена непосредственно в микробиологическое заключение и доступна лечащему врачу в ЭМК без необходимости отдельного обращения к консультанту. Это соответствует современным трендам цифрового контроля АМП, где центральную роль играют автоматизированные комментарии и интегрированные аналитические инструменты [23].

Результаты опроса врачей продемонстрировали, что большинство специалистов регулярно назначают микробиологические исследования, учитывают их при выборе терапии и читают комментарии в заключениях, а более половины отмечают улучшение скорости и качества микробиологической диагностики после внедрения системы. Эти данные созвучны результатам систематического обзора эффективности компьютеризированных систем поддержки принятия решений, где показано, что интеграция комментариев в рабочий процесс позволяет улучшать соответствие терапии рекомендациям и снижать необоснованное использование АМП [24]. Вместе с тем часть респондентов сообщила о сложности восприятия нового бланка и комментариев, что указывает на необходимость более таргетированного обучения. Похожие выводы приводятся в исследованиях, посвященных компьютеризированным программам контроля АМП: успешное внедрение требует не только технических решений, но и работы с пользовательским опытом, включая простоту интерфейса, прозрачность логики рекомендаций и обратную связь от клиницистов [25].

Выявленные отличия структуры возбудителей и профиля резистентности в ЯНАО по сравнению с данными национального мониторинга подчеркивают важность локальных систем надзора. Международный опыт показывает, что распределение ключевых патогенов и уровней устойчивости может существенно отличаться между регионами и даже внутри одной страны в зависимости от структуры населения, профиля стационаров, локальных практик назначения антибиотиков и интенсивности инфекционного контроля [9, 21, 22]. В представленном исследовании более высокая доля

*S. aureus* и специфические особенности устойчивости ряда возбудителей по сравнению с национальными данными указывают, что использование усредненных по стране показателей может приводить к ошибкам при выборе эмпирической терапии. Региональная система, обеспечивающая доступ к актуальным локальным данным для каждой медицинской организации, позволяет корректировать стартовые схемы лечения и обновлять локальные стандарты с учетом реальной эпидемиологической ситуации.

С экономической точки зрения проведенное моделирование отражает общий тренд, описанный в литературе: умеренное снижение частоты неадекватной АМТ приводит к заметному уменьшению расходов на лечение осложненных инфекций, сокращению длительности госпитализации и снижению не прямых потерь, связанных с временной или стойкой утратой трудоспособности [19, 20]. Приведенные в статье оценки годового эффекта и числа предотвращенных летальных исходов сопоставимы по порядку величины с результатами международных исследований, где внедрение комплексных программ контроля АМТ и усиленного мониторинга АМР ассоциировано с сокращением затрат и улучшением исходов у пациентов с бактериальными инфекциями [23, 26, 27]. Дополнительным преимуществом представленной модели является учет не только прямых медицинских расходов, но и социально-экономических потерь, связанных с недожитыми годами жизни, что позволяет более полно отразить вклад системы в сохранение трудового потенциала региона.

При интерпретации результатов необходимо, однако, учитывать ряд ограничений исследования. Во-первых, проект реализовывался в условиях реальной клинической практики и носит, по сути, наблюдательный характер без параллельного контрольного региона. Это затрудняет однозначное отнесение всех выявленных эффектов исключительно к внедрению информационной системы: параллельно могли изменяться локальные протоколы антибактериальной терапии, усиливаться мероприятия по инфекционному контролю, вводиться иные организационные решения. Аналогичные ограничения описываются в большинстве работ по оценке программ контроля АМТ, где преобладают до-после и квазиэкспериментальные дизайны [23, 28]. Во-вторых, временной горизонт наблюдения по ключевым показателям был ограничен, что не позволяет судить о долгосрочной устойчивости выявленных трендов и оценить возможный эффект от продолжительного внедрения.

Моделирование экономического эффекта также основано на ряде допущений. Основным исходным параметром выступала доля заключений с сообщениями высокого и значительного риска, при этом предполагается, что каждое такое сообщение потенциально соответствует предотвращенной или скорректированной ошибке назначения терапии. На практике влияние системы на принятие клинических решений может быть менее полным: не во всех случаях врач согласится с рекомендацией, а часть сообщений может не иметь зна-

чимого влияния на исход конкретного эпизода лечения. Кроме того, в модель включены усредненные оценки стоимости койко-дня, нетрудоспособности и потерь ВРП. Тем не менее подобный подход соответствует общепринятой практике оценки экономического бремени АМР, когда детальные клинико-экономические данные недоступны, а целью является определение порядка величины потенциального эффекта [19].

Наконец, еще одним источником неопределенности остается качество исходных лабораторных данных. Несмотря на проведенную унификацию справочников, обучение персонала и автоматизированный контроль критериев интерпретации, система по-прежнему зависит от корректности идентификации возбудителей, выполнения тестов чувствительности и полноты передачи информации из лабораторных информационных систем.

В совокупности представленные данные демонстрируют, что создание региональной цифровой инфраструктуры, объединяющей автоматизированную валидацию микробиологических заключений, оперативный мониторинг АМР и экономическую оценку эффектов, является реалистичной и потенциально высокоэффективной стратегией противодействия АМР на уровне субъекта РФ. Вместе с тем для окончательного подтверждения влияния системы на клинические исходы и устойчивость эффектов во времени требуются более длительные наблюдения, расширение охвата и, по возможности, межрегиональные сравнительные исследования с учетом клинических и организационных факторов, способных модифицировать эффект вмешательства.

## Заключение

Проведенное исследование показало, что создание единой региональной системы автоматической валидации микробиологических заключений и мониторинга АМР обеспечивает непрерывный стандартизированный сбор данных, выявление значимой доли потенциально неэффективной АМТ и существенный клинико-экономический эффект на уровне субъекта РФ. Полученные результаты демонстрируют, что интеграция автоматизированной интерпретации антибиотикограмм, аналитических инструментов и доступности данных в режиме реального времени позволяет перейти от фрагментарного к системному управлению проблемой АМР на региональном уровне. Дальнейшего изучения требуют долгосрочное влияние системы на динамику резистентности и клинические исходы, степень реальной приверженности врачей комментариям системы, а также воспроизводимость и масштабируемость описанной модели в других регионах. С клинической точки зрения, внедрение такой системы способствует повышению качества микробиологической диагностики, стандартизации подходов к интерпретации чувствительности и практической реализации принципов рационального применения АМП за счет структурированных комментариев, доступных в привычном для врача информационном контуре. С научной точки зрения, сформированная

инфраструктура и накопленный массив стандартизированных данных создают основу для дальнейших исследований в области эпидемиологии АМР, оценки эффективности различных стратегий терапии и разработки новых алгоритмов поддержки принятия решений, включая методы анализа больших данных и машинного обу-

чения. Таким образом, результаты исследования могут служить основанием для масштабирования и адаптации представленной региональной системы в другие субъекты и включения их в практику клинического и управленческого принятия решений при разработке мер по сдерживанию АМР.

## Литература

1. Ho C.S., Wong C.T., Aung T.T., Lakshminarayanan R., Mehta J., Rauz S., et al. Antimicrobial resistance: a concise update. *Lancet Microbe*. 2025;6(1):100947. DOI: 10.1016/j.lanmic.2024.07.010
2. World Health Organization. Global action plan on antimicrobial resistance. 2016. Available at: [www.who.int/en/publications/i/item/9789241509763](http://www.who.int/en/publications/i/item/9789241509763). Accessed September 21, 2025. Russian. (Всемирная организация здравоохранения. Глобальный план действий по борьбе с устойчивостью к противомикробным препаратам. 2016. Доступно по адресу: [www.who.int/ru/publications/i/item/9789241509763](http://www.who.int/ru/publications/i/item/9789241509763). Ссылка активна на 21 сентября 2025 г.)
3. World Health Organization. Ten threats to global health in 2019. 2019. Available at: [www.who.int/news-room/spotlight/ten-threats-to-global-health-in-2019](http://www.who.int/news-room/spotlight/ten-threats-to-global-health-in-2019). Accessed April 11, 2025.
4. Kuzmenkov A.Yu., Vinogradova A.G., Trushin I.V., Kozlov R.S. Practice of local antibiotic resistance monitoring at hospitals in various regions of the Russian Federation. *Klinicheskaa mikrobiologiya i antimikrobnaa himioterapiya*. 2022;24(1):31-38. Russian. (Кузьменков А.Ю., Виноградова А.Г., Трушин И.В., Козлов Р.С. Практика локального мониторинга антибиотикорезистентности в стационарах различных регионов РФ. *Клиническая микробиология и антимикробная химиотерапия*. 2022;24(1):31-38.) DOI: 10.36488/cmasc.2022.1.31-38
5. 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 mikrobiologiya i antimikrobnaa himioterapiya*. 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
6. Nand P., Wilson M.D., Cohen S.H., Brown J. Curbing antimicrobial resistance: do physicians receive adequate education about antibiograms? *J Infect*. 2016;72(1):127-129. DOI: 10.1016/j.jinf.2015.09.036
7. Rempel O.R., Laupland K.B. Surveillance for antimicrobial resistant organisms: potential sources and magnitude of bias. *Epidemiol Infect*. 2009;137(12):1665-1673. DOI: 10.1017/S0950268809990100
8. Letter of the Ministry of Health of the Russian Federation dated May 25, 2023 No. 30-5/И/2-9190 «On the organization of a system for local monitoring of antimicrobial resistance», 2023. Available at: [www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_449390/de91c621e2a54d39e838c48105b297e0b82c85cf/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_449390/de91c621e2a54d39e838c48105b297e0b82c85cf/). Accessed November 20, 2025. Russian. (Письмо Минздрава России от 25.05.2023 N 30-5/И/2-9190 «Об организации системы локального мониторинга антимикробной резистентности», 2023. Доступно по адресу: [www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_449390/de91c621e2a54d39e838c48105b297e0b82c85cf/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_449390/de91c621e2a54d39e838c48105b297e0b82c85cf/). Ссылка активна на 20 ноября 2025 г.)
9. Kim H., Park J.S., Kim D., Kim H.J., Shin J.H., Kim Y.A., et al. Standardization of an antimicrobial resistance surveillance network through data management. *Front Cell Infect Microbiol*. 2024;14:1411145. DOI: 10.3389/fcimb.2024.1411145
10. Holt K.E., Carey M.E., Chandler C., Cross J.H., Dyson Z.A., Furnham N., et al. Tools and challenges in the use of routine clinical data for antimicrobial resistance surveillance. *NPJ Antimicrob Resist*. 2025;3(1):37. DOI: 10.1038/s44259-025-00105-3
11. European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing. Expert rules. Available at: [www.eucast.org/expert\\_rules\\_and\\_intrinsic\\_resistance/](http://www.eucast.org/expert_rules_and_intrinsic_resistance/). Accessed November 2025.
12. European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing. Breakpoint tables for interpretation of MICs and Zone Diameters. Available at: [www.eucast.org](http://www.eucast.org). Accessed November 2025.
13. Kuzmenkov A. Yu., Vinogradova A.G., Gulyaeva N.A., Svyato O.P. A model for estimating economic loss attributable to incorrect microbiological diagnosis of antimicrobial resistance and irrational antimicrobial use. *Klinicheskaa mikrobiologiya i antimikrobnaa himioterapiya*. 2025;27(1):54-72. Russian (Кузьменков А.Ю., Виноградова А.Г., Гуляева Н.А., Свято О.П. Модель экономических потерь при некорректной микробиологи-

- ческой диагностике антимикробной резистентности и нерациональном применении антимикробных препаратов. *Клиническая микробиология и антимикробная химиотерапия*. 2025;27(1):54-72.) DOI: 10.36488/смас.2025.1.54-72
14. R Core Team. A language and environment for statistical computing. R Foundation for statistical computing, Vienna, Austria. Available at: [www.r-project.org](http://www.r-project.org). Accessed November 2025.
  15. Wickham H., François R., Henry L., Müller K. dplyr: a grammar of data manipulation. R package version 1.0.10. Available at: <https://dplyr.tidyverse.org>. Accessed November 2025.
  16. Dorai-Raj S. Binomial confidence intervals for several parameterizations. R package version 1.1-1.1.; 2025. Available at: <https://cran.r-project.org/web/packages/binom>. Accessed November, 2025.
  17. Wickham H, Chang W, Henry L. ggplot2: create elegant data visualizations using the grammar of graphics. 2023. Available at: <https://cran.r-project.org/web/packages/ggplot2>. Accessed November, 2025.
  18. Kuzmenkov A.Yu., Vinogradova A.G., Trushin I.V., Edelstein M.V., Avramenko A.A., Dekhnich A.V., et al. AMRmap – antibiotic resistance surveillance system in Russia. *Klinicheskaa mikrobiologia i antimikrobnaa himioterapiia*. 2021;23(2):198-204. Russian. (Кузьменков А.Ю., Виноградова А.Г., Трушин И.В., Эйдельштейн М.В., Авраменко А.А., Дехнич А.В. и соавт. AMRmap – система мониторинга антибиотикорезистентности в России. *Клиническая микробиология и антимикробная химиотерапия*. 2021;23(2):198-204.) DOI: 10.36488/смас.2021.2.198-204
  19. Poudel A.N., Zhu S., Cooper N., Little P., Tarrant C., Hickman M., et al. The economic burden of antibiotic resistance: a systematic review and meta-analysis. *PLoS One*. 2023;18(5):e0285170. DOI: 10.1371/journal.pone.0285170
  20. Pulingam T, Parumasivam T, Gazzali AM, Sulaiman A.M., Chee J.Y., Lakshmanan M., et al. Antimicrobial resistance: prevalence, economic burden, mechanisms of resistance and strategies to overcome. *Eur J Pharm Sci*. 2022;170:106103. DOI: 10.1016/j.ejps.2021.106103
  21. Ajulo S., Awosile B. Global antimicrobial resistance and use surveillance system (GLASS 2022): investigating the relationship between antimicrobial resistance and antimicrobial consumption data across the participating countries. *PLoS One*. 2024;19(2):e0297921. DOI: 10.1371/journal.pone.0297921
  22. McSorley J.C. Analysis of ESAC-Net/EARS-Net Data from 29 EEA countries for spatiotemporal associations between antimicrobial use and resistance – implications for antimicrobial stewardship? *Antibiotics*. 2025;14(4):399. DOI: 10.3390/antibiotics14040399
  23. Trotter N.E., Slight S.P., Karimi R., Karimi R., Bates D., Sheikh A., et al. The effect of digital antimicrobial stewardship programmes on antimicrobial usage, length of stay, mortality, and cost. *Inform Med Unlocked*. 2023;37:101183. DOI: 10.1016/j.imu.2023.101183
  24. Curtis C.E., Al Bahar F., Marriott J.F. The effectiveness of computerised decision support on antibiotic use in hospitals: a systematic review. Aziz RK, ed. *PLoS One*. 2017;12(8):e0183062. DOI: 10.1371/journal.pone.0183062
  25. Chan Y.Y., Lin T.Y., Huang CT, Deng S-T., Wu T-L., Leu H-S., et al. Implementation and outcomes of a hospital-wide computerised antimicrobial stewardship programme in a large medical centre in Taiwan. *Int J Antimicrob Agents*. 2011;38(6):486-492. DOI: 10.1016/j.ijantimicag.2011.08.011
  26. Cheong H.S., Park K.H., Kim H.B., Kim S.W., Kim B., Moon C., et al. Core elements for implementing antimicrobial stewardship programs in Korean General Hospitals. *Infect Chemother*. 2022;54(4):637. DOI: 10.3947/ic.2022.0171
  27. Forrest G.N., Van Schooneveld T.C., Kullar R., Schulz L.T., Duong P., Postelnick M. Use of electronic health records and clinical decision support systems for antimicrobial stewardship. *Clin Infect Dis*. 2014;59(Suppl. 3):S122-S133. DOI: 10.1093/cid/ciu565
  28. Mazzitelli M., Mengato D., Barbato G., Lo Menzo S., Dalla Valle F., Boschetto M., et al. Outcomes of implementing a multidimensional antimicrobial stewardship program in a medical ward in a third-level University Hospital in northern Italy. *Antibiotics*. 2025;14(7):683. DOI: 10.3390/antibiotics14070683