

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ
ЭПИДЕМИОЛОГИЯ

УДК 614.4:616-036.22:004

<https://doi.org/10.23946/2500-0764-2026-11-3-123-133>

ЦИФРОВАЯ ТРИГГЕРНАЯ МОДЕЛЬ ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОГО НАДЗОРА ЗА ИНФЕКЦИЯМИ, СВЯЗАННЫМИ С ОКАЗАНИЕМ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ, В МНОГОПРОФИЛЬНОМ СТАЦИОНАРЕ: РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ

ГАМОВ О. Г. ✉, ЖИВОВ А. В.

Ильинская больница, ул. Рублевское предместье, д. 2, корп. 2, д. Глухово,
г. о. Красногорск, Московская обл., 143421, Россия

Основные положения

Разработана и внедрена цифровая триггерная система эпидемиологического мониторинга ИСМП, интегрированная в медицинскую информационную систему стационара. Показано, что использование автоматизированных алгоритмов выявления и многоуровневого контроля обеспечивает высокую полноту регистрации случаев. Полученные данные подтверждают эффективность цифрового подхода к организации эпидемиологического надзора.

Резюме

Цель. Разработать и внедрить цифровую триггерную систему эпидемиологического мониторинга ИСМП, интегрированную в медицинскую информационную систему (МИС) многопрофильного стационара, и оценить ее эффективность. **Материалы и методы.** Проведено ретроспективное одноцентровое наблюдательное исследование на базе многопрофильного стационара (83 койки, включая 11 коек отделения реанимации и интенсивной терапии). Анализ проводился по данным функционирования цифровой системы эпидемиологического мониторинга за период с 01.01.2025 г. по 31.12.2025 г. Разработка и внедрение цифровой системы были завершены до начала исследуемого периода.

Система основана на триггерном выявлении потенциальных случаев ИСМП по объективным событиям, регистрируемым в медицинской информационной системе (положительные результаты микробиологических исследований и факт выполнения оперативного вмешательства). При срабатывании триггера автоматически формировалась задача лечащему врачу для заполнения стандартизированной формы в виде структурированного чек-листа без свободного текстового ввода. Классификация случаев осуществлялась на основании стандартных определений с использованием клинических, лабораторных и временных критериев. Для обеспечения полноты регистрации были реализованы механизмы обязательного подтверждения введенных данных, контроля выполнения задач и выборочной верификации врачом-эпидемиологом. **Результаты.** За иссле-

дуемый период выполнено 2037 оперативных вмешательств. Показатели использования инвазивных устройств составили: central line-days – 2969, catheter-days – 2321, ventilator-days – 1207. Показатели ИСМП составили: катетер-ассоциированные инфекции кровотока – 4,3 на 1000 central line-days; катетер-ассоциированные инфекции мочевыводящих путей – 2,1 на 1000 catheter-days; вентилятор-ассоциированные пневмонии – 4,1 на 1000 ventilator-days; инфекции области хирургического вмешательства – 0,8 на 100 операций. Зарегистрировано 394 триггерных события, из которых 43 случая (11,0 %) были классифицированы как ИСМП. Все сформированные задачи были выполнены. В 10 % случаев потребовалось уточнение данных при верификации. Дополнительных случаев ИСМП, не зарегистрированных системой, выявлено не было. **Заключение.** Цифровая триггерная система эпидемиологического мониторинга, интегрированная в МИС, обеспечивает стандартизацию выявления ИСМП и высокую полноту регистрации случаев. Использование автоматизированных алгоритмов, структурированных чек-листов и многоуровневого контроля позволяет повысить воспроизводимость эпидемиологических показателей и может рассматриваться как эффективный инструмент организации эпидемиологического надзора.

Ключевые слова: эпидемиологический надзор; инфекции, связанные с оказанием медицинской помощи; медицинская информационная система; триггерный анализ; цифровое здравоохранение; эпидемиологические показатели; управление; эпидемиологическая безопасность

Корреспонденцию адресовать:

Гамов Олег Геннадьевич, 143421, Россия, Московская обл., г. о. Красногорск, д. Глухово, ул. Рублевское предместье, д. 2, корп. 2, E-mail: gamovog@mail.ru © Гамов О. Г. и др.

Соответствие принципам этики. Исследование проведено в соответствии с этическими принципами Хельсинкской декларации и одобрено Независимым этическим комитетом АО «Ильинская больница» (протокол № 03/2025 от 09.12.2025 г.). В связи с ретроспективным характером исследования, использованием обезличенных данных и отсутствием вмешательства в лечебно-диагностический процесс получение информированного согласия пациентов не требовалось.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки. Разработанная цифровая система зарегистрирована в качестве программы для ЭВМ: свидетельство о государственной регистрации программы для

ЭВМ № 2026664197 от 14.05.2026 г.

Благодарности. Авторы выражают благодарность ведущему аналитику по информационным системам Зеленовой Евгении Александровне, программисту-разработчику Прядилову Тимофею Вадимовичу и иным специалистам по информационным технологиям за техническую реализацию функционала медицинской информационной системы, обеспечившего автоматизацию процессов сбора и анализа данных эпидемиологического мониторинга ИСМП. Отдельная благодарность выражается врачам клинических подразделений – за участие в заполнении стандартизированных форм определения случаев ИСМП.

Для цитирования:

Гамов О. Г., Живов А. В. Цифровая триггерная модель эпидемиологического надзора за инфекциями, связанными с оказанием медицинской помощи, в многопрофильном стационаре: разработка и внедрение. *Фундаментальная и клиническая медицина*. 2026;11(3):123-133. <https://doi.org/10.23946/2500-0764-2026-11-3-123-133>

Поступила:	Поступила после доработки:	Принята в печать:	Дата печати:
19.05.2026	20.07.2026	31.08.2026	30.09.2026

Сокращения

ИСМП – инфекция, связанная с оказанием медицинской помощи
КАИК – катетер-ассоциированная инфекция кровотока

КА-ИМП – катетер-ассоциированная инфекция мочевыводящих путей
ИОХВ – инфекция области хирургического вмешательства
ВАП – вентилятор-ассоциированная пневмония
МИС – медицинская информационная система

ORIGINAL RESEARCH
EPIDEMIOLOGY

A DIGITAL TRIGGER-BASED MODEL FOR EPIDEMIOLOGICAL SURVEILLANCE OF HEALTHCARE-ASSOCIATED INFECTIONS IN A MULTIDISCIPLINARY HOSPITAL: DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION

OLEG G. GAMOV ✉, ALEXEY V. ZHIVOV

Ilyinskaya Hospital, Rublyovskoye Predmestye Street, 2, Building 2, Glukhovo Village, Krasnogorsk Urban District, Moscow Region, 143421, Russia

HIGHLIGHTS

A digital trigger-based system for epidemiological surveillance of healthcare-associated infections (HAIs) was developed and implemented, integrated into the hospital information system. The use of automated detection algorithms and multi-level control ensured high case ascertainment completeness. The findings confirm the effectiveness of a digital approach to organizing epidemiological surveillance.

Abstract

Aim. To develop and implement a digital trigger-based system for HAI surveillance integrated into a hospital information system of a multidisciplinary hospital and to evaluate its effectiveness. **Materials and Methods.** A retrospective single-center observational study was conducted in a multidisciplinary hospital (83 beds, including 11 intensive care unit beds). The analysis was based on data obtained from the operation of a digital epidemiological surveillance system during the period from January 1, 2025, to December 31, 2025. The development and implementation of the digital surveillance system had been completed before the beginning of the study period. The system was based on trigger-driven identification of potential healthcare-associated infection (HAI) cases using objective events recorded in the hospital information system, namely positive microbiological test results and the occurrence of surgical procedures. When a trigger event was detected, an electronic task was automatically generated for the attending physician to complete a standardized structured checklist without free-text entry. Case classification was performed according to standard case definitions using clinical, laboratory, and temporal criteria. To ensure completeness of case registration, the system incorporated mandatory confirmation of entered data, task completion monitoring, and selective case verification

by the hospital epidemiologist. **Results.** During the study period, 2,037 surgical procedures were performed. Device utilization metrics were: 2,969 central line-days, 2,321 urinary catheter-days, and 1,207 ventilator-days. HAI rates were: central line-associated bloodstream infections (CLABSI) – 4.3 per 1,000 central line-days; catheter-associated urinary tract infections (CAUTI) – 2.1 per 1,000 catheter-days; ventilator-associated pneumonia (VAP) – 4.1 per 1,000 ventilator-days; surgical site infections (SSI) – 0.8 per 100 procedures. A total of 394 trigger events were registered, of which 43 cases (11.0 %) were classified as HAIs. All generated tasks were completed. In 10% of cases, data clarification was required during verification. No additional HAI cases not captured by the system were identified. **Conclusion.** The digital trigger-based surveillance system integrated into the hospital information system ensures standardized HAI detection and high case ascertainment completeness. The use of automated algorithms, structured checklists, and multi-level control improves reproducibility of epidemiological indicators and can be considered an effective tool for organizing epidemiological surveillance.

Keywords: epidemiological surveillance; healthcare-associated infections; hospital information system; trigger analysis; digital health; epidemiological indicators; infection prevention and control

Corresponding author:

Dr. Oleg G. Gamov, 2, build. 2, Rublevskoe Predmestye Street, Glukhovo village, Krasnogorsk urban district, Moscow region, 143421, Russia, E-mail: gamovog@mail.ru

© O.G. Gamov, et al.

Ethics Statement. The study was conducted in accordance with the ethical principles of the Declaration of Helsinki and approved by the Independent Ethics Committee of Ilyinskaya Hospital (Protocol No. 03/2025 dated December 9, 2025). Due to the retrospective design, use of anonymized data, and absence of intervention in the diagnostic and treatment process, informed consent was not required.

Conflict of Interest. The authors declare no conflict of interest.

Funding. This study received no external funding.

The developed digital system was registered as a computer software program (Certificate of State Registration No. 2026664197 dated May 14, 2026).

Acknowledgments. The authors express their gratitude to Evgenia A. Zeleneva, Lead Information Systems Analyst, Timofey V. Pryadilov, Software Developer, and other information technology specialists for the technical implementation of the hospital information system functionality that enabled the automation of data collection and analysis processes for HAI epidemiological surveillance. The authors also express their gratitude to the physicians for their participation in completing standardized HAI case definition forms.

For citation:

Oleg G. Gamov, Alexey V. Zhivov. A digital trigger-based model for epidemiological surveillance of healthcare-associated infections in a multidisciplinary hospital: development and implementation. *Fundamental and Clinical Medicine*. 2026;11(3):123-133. (In Russ.). <https://doi.org/10.23946/2500-0764-2026-11-3-123-133>

Received:
19.05.2026

Received in revised form:
20.07.2026

Accepted:
31.08.2026

Published:
30.09.2026

Введение

Инфекции, связанные с оказанием медицинской помощи (ИСМП) остаются одной из ведущих причин неблагоприятных исходов лечения и значимым показателем качества медицинской помощи [1, 2]. Согласно данным ВОЗ, значительная доля ИСМП является потенциально предотвратимой при условии эффективного эпидемиологического надзора и реализации программ контроля инфекций [1].

Традиционные системы эпидемиологического мониторинга характеризуются высокой трудоемкостью, зависимостью от полноты и качества клинической документации, а также риском неполного выявления случаев ИСМП [3]. В связи с этим в последние годы активно развиваются цифровые технологии эпидемиологического надзора, основанные на использовании медицинских информационных систем, автоматизированных алгоритмов и технологий искусственного интеллекта [4–8].

Несмотря на это, практические модели внедрения цифровых систем мониторинга в стационарах описаны недостаточно. Особую сложность представляет организация цифрового эпидемиологического мониторинга *Clostridioides difficile*-ассоциированной инфекции (КДИ) у хирургических пациентов, что связано с отсутствием унифицированных алгоритмов автоматизированного выявления заболевания в медицинских информационных системах.

Цель исследования

Разработать и внедрить цифровую триггерную систему эпидемиологического мониторинга ИСМП, интегрированную в МИС многопрофильного стационара, и оценить эффективность ее функционирования.

Материалы и методы

Дизайн исследования

Проведено ретроспективное наблюдательное исследование, направленное на оценку эффективности цифровой системы эпидемиологического мониторинга ИСМП, внедренной в многопрофильном стационаре.

Анализ проводился на основании данных рутинного эпидемиологического надзора за период с 1 января по 31 декабря 2025 года.

Характеристика стационара

Исследование выполнено в частном многопрофильном стационаре на 83 койки, включая 11 коек отделения реанимации и интенсивной терапии. В 2025 году в стационаре выполнено 2037

оперативных вмешательств. Интенсивность использования инвазивных вмешательств и факторов риска характеризовалась следующими показателями:

2969 central line-days (дни использования центрального венозного катетера)

2321 catheter-days (дни использования катетера)

1207 ventilator-days (дни искусственной вентиляции легких)

Эпидемиологический мониторинг осуществлялся во всех клинических подразделениях стационара.

Организация цифровой системы эпидемиологического мониторинга

В стационаре была разработана и внедрена цифровая система активного эпидемиологического надзора, интегрированная в МИС.

Система основана на триггерном принципе выявления потенциальных случаев ИСМП с последующей клинико-эпидемиологической верификацией.

Триггерами являлись события, автоматически регистрируемые в МИС и потенциально ассоциированные с развитием инфекционного процесса, включая:

положительные результаты микробиологических исследований (кровь, моча, дыхательные пути, операционные раны);

факт выполнения оперативного вмешательства и послеоперационный период.

При срабатывании триггера система автоматически формировала задачу лечащему врачу для заполнения стандартизированной формы.

Классификация случаев осуществлялась в соответствии со стандартными определениями случаев ИСМП из Методического руководства «Эпидемиологическая диагностика инфекционных болезней, связанных с оказанием медицинской помощи, на основе стандартных определений случая», 2024 год [9], разработанного с учетом международных подходов CDC/NHSN [10].

Оценка клинических признаков инфекционного процесса, факторов риска (включая использование инвазивных устройств) и соответствие стандартным определениям случая ИСМП осуществлялась лечащим врачом при заполнении формы регистрации.

В настоящем исследовании используется термин «триггер» (от англ. *trigger* – «пусковой механизм») для обозначения события, автоматически регистрируемого в МИС и инициирующего процесс клинико-эпидемиологической верифи-

кации потенциального случая ИСМП. Несмотря на то, что данный термин не является традиционным для эпидемиологии, он широко применяется в клинических информационных системах и исследованиях в области цифрового здравоохранения для обозначения событий, запускающих алгоритмы анализа и принятия решений.

Техническая реализация системы

Система реализована в виде встроенного модуля медицинской информационной системы стационара. Источниками данных являлись лабораторная подсистема и электронная история болезни. Обмен данными осуществлялся в рамках единого информационного контура МИС без использования внешних интерфейсов. Алгоритмы автоматически анализировали поступающие результаты микробиологических исследований и сведения о выполненных оперативных вмешательствах с последующим формированием задач пользователям.

Мониторимые формы ИСМП

В рамках цифровой системы мониторинга проводилось выявление следующих форм ИСМП:

- катетер-ассоциированные инфекции мочевыводящих путей (КАИМП);

- катетер-ассоциированные инфекции мочевыводящих путей (КА-ИМП);
- вентилятор-ассоциированные пневмонии (ВАП);
- инфекции области хирургического вмешательства (ИОХВ).

Стандартизированные формы и алгоритмы классификации

Стандартизированные формы регистрации были реализованы в виде структурированных чек-листов, не требующих свободного текстового ввода. Заполнение форм осуществлялось путем выбора (отметки) соответствующих клинических, лабораторных и временных критериев. Такой подход позволял минимизировать трудозатраты медицинского персонала, снизить вариабельность интерпретации данных и обеспечить унификацию процесса регистрации ИСМП.

Алгоритм выявления КА-ИМП

Триггером для формирования задачи являлось получение положительного результата микробиологического исследования мочи.

После получения результата система автоматически формировала задачу лечащему врачу для заполнения формы регистрации ИСМП (рисунк 1)

Рисунок 1.

Пример реализации алгоритма выявления инфекции мочевыводящих путей в виде структурированной электронной формы (чек-листа) в медицинской информационной системе

Figure 1.

Example of a structured electronic checklist for identification and classification of urinary tract infection in the medical information system

Инфекция мочевыводящих путей (ИМП) *

Записать

Пожалуйста выберите подходящие варианты (если они имеют место быть):

Отсутствовала у пациента при поступлении, в т.ч. в инкубационном периоде: ☒

Не является закономерным развитием основного заболевания: ☒

И

Пожалуйста выберите подходящие варианты (если они имеют место быть):

Лихорадка ($> 38^{\circ}\text{C}$): ☒

Резкие позывы к мочеиспусканию: ☐

Учащенное мочеиспускание: ☐

Дизурия или болезненность надлобковой области: ☐

Пожалуйста, выберите один подходящий вариант (если он имеет место быть):

Выделение культуры в количестве $\geq 10^5$ КОЕ/мл мочи, не более, чем 2 видов микроорганизмов: ☐

Две повторно выделенные культуры одного и того же микроорганизма в количестве $\geq 10^2$ КОЕ/мл из проб, взятых асептически: ☒

Одна культура микроорганизма в количестве $\leq 10^5$ КОЕ/мл у пациента, получающего соответствующую антимикробную терапию: ☐

Пожалуйста, выберите один подходящий вариант (если он имеет место быть):

Инфекция возникла у пациента не ранее, чем через 48 часов после постановки мочевого катетера: ☐

Инфекция возникла у пациента в течение 48 часов после удаления мочевого катетера, стоявшего не менее 48 часов.: ☒

Вышеизложенные данные подтверждаю: ☒

Катетер-ассоциированная

Катетер-ассоциированная инфекция кровотока (КАИК) *

Записать

Катетер установлен более 48 часов назад до развития инфекции кровотока: ☒Источником микроорганизма не является другой очаг инфекции: ☒Пациент имеет положительный высеив из крови: ☒

Катетер-ассоциированная инфекция кровотока (КАИК): Да

Кончик катетера отправлен на посев: ☒ Да ☐ Нет

Инфекция, связанная с сосудистым катетером

Пожалуйста, выберите один подходящий вариант (если он имеет место быть):

Отрицательный посев крови: ☐Положительный посев крови: ☒

И

Пожалуйста, выберите один подходящий вариант (если он имеет место быть):

Выделение одного и того же микроорганизма из крови и из удаленного катетера: ☒Выделение одного и того же микроорганизма из крови и из отделяемого из раны входного отверстия катетера (в случае его наличия и при подозрении на местную инфекцию): ☐Вышеизложенные данные подтверждаю: ☒

Микробиологически подтвержденная инфекция кровотока, связанная с ЦВК

Рисунок 2.

Пример реализации алгоритма выявления катетер-ассоциированных инфекций кровотока в виде структурированной электронной формы (чек-листа) в медицинской информационной системе

Figure 2.

Example of implementation of an algorithm for detecting central line-associated bloodstream infections in the form of a structured electronic form (checklist) within a hospital information system

Алгоритм выявления КАИК

Триггером являлся положительный результат посева крови или катетера.

После получения результата лечащему врачу формировалась задача по заполнению формы (рисунок 2).

Алгоритм выявления вентилятор-ассоциированной пневмонии

Триггером являлись положительные микробиологические результаты дыхательных путей (мокрота, БАЛ) у пациентов, находящихся на ИВЛ (рисунок 3).

Алгоритм выявления ИОХВ

Для пациентов после оперативных вмешательств система автоматически формировала задачу лечащему врачу через:

30 дней после операции;

1 год при наличии имплантата.

Лечащему врачу предлагалось заполнить структурированную форму «Хирургическая статистика», включающую:

наличие послеоперационных осложнений;

тип осложнения;

признаки ИОХВ;

классификацию осложнений по шкале Clavien-Dindo.

В случае если выбранный тип осложнения относился к инфекционным (перечень инфекционных осложнений был предустановлен в системе), МИС автоматически формировала

дополнительную задачу по заполнению стандартизированной формы определения случая ИОХВ (рисунок 4).

Дальнейшая классификация ИОХВ осуществлялась автоматически на основании введенных данных в соответствии со стандартными критериями:

поверхностная;

глубокая;

органа/полости;

имплантат-ассоциированная.

Во всех случаях для завершения заполнения формы требовалось обязательное подтверждение введенных данных посредством отметки «Вышеизложенные данные подтверждаю». Без активации данного поля завершение задачи в системе было невозможно.

Такой механизм обеспечивал полноту внесения информации и исключал случаи преждевременного закрытия формы без завершения регистрации, что снижало риск недоучета потенциальных случаев ИСМП.

Контроль полноты регистрации

Для обеспечения полноты регистрации реализован многоуровневый контроль:

- автоматическое формирование задач;
- контроль заведующим отделением через 5 дней;
- выборочная проверка эпидемиологом.

Рисунок 3.

Пример реализации алгоритма выявления вентилятор-ассоциированных пневмоний в виде структурированной электронной формы (чек-листа) в медицинской информационной системе

Figure 3.

Example of implementation of an algorithm for detecting ventilator-associated pneumonia in the form of a structured electronic form (checklist) within a hospital information system

Вентилятор-ассоциированная пневмония (ВАП) *

Записать

Пожалуйста выберите подходящие варианты (если они имеют место быть):

Развилась не ранее, чем через 48 ч. от момента начала проведения ИВЛ, при отсутствии признаков легочной инфекции на момент начала ИВЛ: ☒

Не является закономерным развитием основного заболевания: ☒

Наличие признаков пневмонии при рентгенологическом исследовании или КТ грудной клетки: ☒

И

Пожалуйста выберите подходящие варианты (если они имеют место быть):

Лихорадка ($> 38^{\circ}\text{C}$): ☒

Лейкопения ($< 4\,000$ лейкоцитов/ мм^3): ☐

Лейкоцитоз ($\geq 12\,000$ лейкоцитов/ мм^3): ☐

И

Пожалуйста выберите подходящие варианты (если они имеют место быть):

Вновь появившаяся гнойная мокрота или изменение характера мокроты (цвет, запах, количество, консистенция): ☐

Кашель, диспноэ или тахипноэ: ☒

Подозрение при аускультации (хрипы, крепитация или звуки бронхиального дыхания): ☐

Ухудшение газообмена (например, O_2 -десатурация или увеличение потребности в кислороде, или увеличение потребности в вентиляции): ☐

И

Пожалуйста выберите подходящие варианты (если они имеют место быть):

Положительный количественный высеv из минимально контаминированных образцов нижних дыхательных путей с пороговой величиной: ☒

- при бронхо-альвеолярном лаваже (БАЛ) $> 10^4$ КОЕ/мл или при прямом микроскопическом исследовании $\geq 5\%$ клеток, содержащих бактерии, расположенные внутриклеточно;
- защищенной щеткой $> 10^3$ КОЕ/мл;
- дистальной защищенной аспирацией $> 10^3$ КОЕ/мл

Положительный количественный высеv из возможно контаминированного образца нижних дыхательных путей (например, эндотрахеальный аспират) 10^4 КОЕ/мл: ☐

Положительный высеv из крови, не связанный с инфекцией другой локализации: ☐

Положительный высеv из аспирата при пункции легочного абсцесса: ☐

Положительный результат исследования на присутствие респираторных вирусов (гриппа, РС-вирусы, аденовирусы, коронавирусы, бокавирусы, метапневмовирусы и др.) или микроорганизмов (например, *Legionella* spp., *Aspergillus* spp., и другие): ☐

- обнаружение вирусных антигенов или антител в респираторном секрете (молекулярно-биологическими, иммунохроматографическими методами);
- сероконверсия (например, вирус гриппа, *Legionella* spp., *Mycoplasma* spp.);
- обнаружение антигенов в моче (*Legionella* spp., *S. Pneumoniae*)

Вышеизложенные данные подтверждаю: ☒

Вентилятор-ассоциированная пневмония: Да

Дополнительно эпидемиолог имел доступ к информации о сформированных задачах и их статусе выполнения в МИС, включая сведения об ответственных исполнителях. В случаях несвоевременного заполнения форм осуществлялся персональный контроль с напоминанием лечащим врачам о необходимости завершения регистрации.

Кроме того, с клиническими подразделениями проводилась разъяснительная работа о необходимости объективной регистрации случаев ИСМП

и отсутствии санкций за выявление инфекций.

Статистический анализ

Расчет показателей проводился согласно международным рекомендациям:

КАИК – на 1000 central line-days (дни использования центрального венозного катетера);

КА-ИМП – на 1000 catheter-days (дни использования катетера);

ВАП – на 1000 ventilator-days (дни искусственной вентиляции легких);

ИОХВ – на 100 операций.

☆ ИНФЕКЦИЯ ОБЛАСТИ ХИРУРГИЧЕСКОГО ВМЕШАТЕЛЬСТВА *

Пожалуйста, выберите подходящие варианты (если они имеют место быть)

Имеет связь с хирургическим вмешательством: ☒

Не является закономерным развитием основного заболевания: ☒

Срок развития инфекции не превышает 30 дней после любого оперативного вмешательства (первым днем считается день хирургического вмешательства), а при наличии имплантата - до 1 года и более: ☒

И

Пожалуйста, выберите один подходящий вариант (если он имеет место быть):

Включает только кожу и подкожную клетчатку: ☐

Вовлекает в гнойный процесс глубокие мягкие ткани (фасциальный и мышечный слои): ☒

Вовлекает в гнойный процесс органы (полости), которые были открыты или затронуты во время операции, включая кожу, подкожную клетчатку и глубокие мягкие ткани (фасциальный и мышечный слои): ☐

Вовлекает в гнойный процесс периимплантные ткани, с вовлечением костной ткани, фасциального и мышечного слоев, подкожной клетчатки, редко кожи.: ☐

И

(Выберите один или несколько пунктов, если они имеют место быть)

Гнойное отделяемое из глубины разреза, но не из органа (полости) в месте данного хирургического вмешательства: ☐

Спонтанное расхождение краев раны или намеренное ее открытие хирургом, когда у пациента имеются признаки инфекции и любым методом выделен микроорганизм: ☒

И

(Выберите один или несколько пунктов, если они имеют место быть)

Лихорадка ($> 38^{\circ}\text{C}$), локализованная боль, за исключением тех случаев, когда посев из раны дает отрицательные результаты: ☒

При непосредственном осмотре, во время повторной операции, при гистопатологическом или лучевом методе исследования обнаружен абсцесс или иные признаки инфекции в области хирургического разреза: ☐

Вышеизложенные данные подтверждаю: ☒

Записать ИОХВ: Глубокая

Рисунок 4. Пример реализации алгоритма выявления инфекций области хирургического вмешательства в виде структурированной электронной формы (чек-листа) в медицинской информационной системе

Figure 4. Example of implementation of an algorithm for detecting surgical site infections in the form of a structured electronic form (checklist) within a hospital information system

Результаты

Общая характеристика наблюдения

В исследуемый период (2025 год) в стационаре на 83 койки, включая 11 коек отделения реанимации и интенсивной терапии, выполнено 2037 оперативных вмешательств.

За анализируемый период зарегистрированы следующие показатели экспозиции факторов риска:

central line-days – 2969;

catheter-days – 2321;

ventilator-days – 1207.

Внедрение цифровой системы эпидемиологического мониторинга позволило осуществлять активное выявление случаев ИСМП на основании триггерных событий, формируемых МИС.

Результаты выявления ИСМП

В ходе активного эпидемиологического мониторинга были зарегистрированы следующие показатели:

КАИК – 4,3 на 1000 дней использования центрального венозного катетера;

КА-ИМП – 2,1 на 1000 дней использования катетера;

ВАП – 4,1 на 1000 дней искусственной вентиляции легких;

ИОХВ – 0,8 на 100 операций.

В ходе функционирования системы было зарегистрировано 394 триггерных события, требующих клинико-эпидемиологической верификации, из которых 43 случая (11,0 %) были классифицированы как случаи ИСМП.

Все автоматически сформированные задачи были заполнены лечащими врачами (100 %). В 10 % случаев потребовалось уточнение или корректировка данных при верификации эпидемиологом. Дополнительных случаев ИСМП, не зарегистрированных системой, выявлено не было.

Обсуждение

В настоящем исследовании представлена разработка и внедрение цифровой триггерной системы эпидемиологического мониторинга ИСМП, интегрированной в МИС многопрофильного стационара. В отличие от традиционных моделей эпидемиологического надзора, основанных преимущественно на пассивной регистрации случаев, предложенный под-

ход реализует активный принцип выявления ИСМП за счет автоматизированного анализа лабораторных данных и данных о хирургических вмешательствах.

Полученные результаты согласуются с современными публикациями, посвященными внедрению цифровых систем эпидемиологического надзора. В ряде исследований показано, что использование автоматизированных алгоритмов выявления и интеграция лабораторных данных в МИС позволяют повысить полноту выявления ИСМП и снизить зависимость от субъективного фактора [3, 8, 11, 12].

В то же время отмечается, что эффективность подобных систем в значительной степени определяется качеством исходных данных, уровнем интеграции информационных систем и организацией процессов контроля [11, 12]. Представленные в настоящем исследовании результаты соответствуют этим наблюдениям и подтверждают, что сочетание автоматизированного выявления и клинической верификации является оптимальным подходом к организации эпидемиологического мониторинга.

Одним из ключевых преимуществ разработанной системы является использование триггерного механизма, позволяющего инициировать процесс эпидемиологической верификации при возникновении событий, потенциально связанных с развитием инфекции. Такой подход снижает зависимость от субъективной настороженности клиницистов и обеспечивает более системный и воспроизводимый характер надзора. Автоматическое формирование задач и стандартизированные формы регистрации создают единый алгоритм выявления и классификации случаев, что способствует унификации диагностических подходов.

Полученные показатели КАИК, КА-ИМП, ВАП и ИОХВ находились в диапазоне значений, описываемых в международных системах эпидемиологического надзора (ECDC, WHO) [1, 2]. Однако прямое сопоставление ограничено различиями в структуре стационаров, методологии регистрации и диагностических критериях.

Важным фактором является применение строгих стандартизированных критериев диагностики ИСМП. В отличие от традиционного подхода, допускающего вариативность клинической интерпретации, цифровая система реализует формализованные алгорит-

мы классификации, что снижает вероятность гипердиагностики. Вместе с тем такой подход может приводить к снижению регистрируемой частоты инфекций за счет исключения пограничных или клинически неоднозначных случаев.

Доля подтвержденных случаев среди всех триггерных событий составила 11,0 %. На первый взгляд это может свидетельствовать о невысокой положительной прогностической ценности отдельных триггеров. Однако задачей триггерного механизма являлось обеспечение высокой чувствительности первичного отбора потенциальных случаев ИСМП с последующей клинико-эпидемиологической верификацией. В условиях эпидемиологического надзора пропуск случая представляет больший риск, чем необходимость дополнительной проверки потенциально ложноположительного сигнала. При этом абсолютное количество задач, формируемых системой (394 события за год), не создавало значимой дополнительной нагрузки на медицинский персонал.

Отдельного внимания заслуживает оценка полноты выявления случаев ИСМП. В рамках настоящего исследования все автоматически сформированные задачи были заполнены (100%), что свидетельствует о высокой управляемости системы и эффективности организационных механизмов контроля. Выборочная верификация проводилась эпидемиологом не реже одного раза в месяц. Для проверки случайным образом отбиралось около 30 % завершенных задач независимо от формы ИСМП и клинического подразделения. В ходе проверки оценивалась полнота заполнения чек-листов, корректность интерпретации критериев и соответствие принятого решения имеющимся данным медицинской документации. Результаты выборочной верификации показали, что в 10 % случаев требовалась корректировка или уточнение данных, однако дополнительных случаев ИСМП, не зарегистрированных системой, выявлено не было. Это позволяет предположить высокую чувствительность предложенной модели мониторинга.

Вместе с тем следует учитывать, что оценка чувствительности системы основана на выборочной проверке и не исключает потенциального неполного выявления отдельных случаев, особенно при недостаточной выраженности клинической симптоматики или ограниченной доступности микробиологической диагности-

ки. Таким образом, интерпретация показателей ИСМП должна осуществляться с учетом характеристик системы надзора, включая ее чувствительность и специфичность.

Таким образом, разработанная система обеспечивает не только стандартизацию регистрации, но и контроль полноты выявления случаев ИСМП, что является ключевым элементом эффективного эпидемиологического надзора.

В целом результаты исследования свидетельствуют о том, что внедрение цифровой триггерной системы эпидемиологического мониторинга позволяет перейти от пассивной регистрации случаев к управляемой системе выявления ИСМП. Это создает предпосылки для повышения качества эпидемиологического надзора, улучшения воспроизводимости показателей и формирования объективной картины заболеваемости инфекциями в стационаре.

Перспективы дальнейшего развития системы связаны с расширением перечня триггеров, интеграцией дополнительных источников данных, включая лабораторные и клинические информационные системы, а также развитием методов автоматизированной аналитики и прогнозирования инфекционных рисков. Представленная цифровая система эпидемиологического мониторинга создает технологическую основу для дальнейшего внедрения алгоритмов выявления КДИ, которая является одной из наиболее значимых проблем инфекционной безопасности у хирургических пациентов, включая пациентов после операций на поджелудочной железе.

В отличие от КАИК, КА-ИМП, ВАП и ИОХВ, для КДИ в настоящее время отсутствует унифицированное стандартное определение случая, адаптированное для автоматизированного эпидемиологического мониторинга в медицинских информационных системах. Это существенно затрудняет разработку воспроизводимых цифровых алгоритмов выявления заболевания.

Вместе с тем архитектура разработанной системы позволяет в дальнейшем интегрировать дополнительные триггерные механизмы, включая мониторинг антибактериальной терапии, диарейного синдрома и результатов лабораторной диагностики *C. difficile*, что представляет особый интерес для хирургических стационаров.

Ограничения

Настоящее исследование имеет ряд ограничений.

Во-первых, исследование выполнено в одном медицинском центре с относительно небольшим коечным фондом, что может ограничивать обобщаемость полученных результатов и приводить к вариабельности эпидемиологических показателей.

Во-вторых, функционирование цифровой системы эпидемиологического мониторинга в значительной степени зависит от полноты и качества клинической документации, а также своевременности заполнения форм лечащими врачами. Несмотря на использование структурированных чек-листов и отсутствие необходимости свободного текстового ввода, полностью исключить влияние человеческого фактора не представляется возможным.

В-третьих, оценка полноты выявления случаев ИСМП проводилась на основании выборочной верификации данных эпидемиологом. Несмотря на отсутствие выявленных пропущенных случаев, данный подход не исключает возможности неполного выявления отдельных инфекций, особенно при малосимптомном течении или ограниченной микробиологической диагностике.

Отдельного внимания требует учет ИОХВ. Значительная часть ИОХВ может проявляться после выписки пациента, что традиционно приводит к их недоучету в стационарных системах мониторинга. Несмотря на внедрение механизма отсроченного наблюдения, полнота регистрации данной категории инфекций может оставаться ограниченной и зависит от взаимодействия с амбулаторным звеном.

Кроме того, сопоставление полученных показателей с международными данными носит описательный характер, поскольку различия в методологии эпидемиологического надзора, диагностических критериях и структуре стационаров ограничивают их прямую сопоставимость.

Стоит отдельно отметить, что исследование не предусматривало сравнения показателей ИСМП до и после внедрения цифровой системы мониторинга. Целью работы являлись разработка, внедрение и описание функционирования системы, а не оценка влияния ее внедрения на уровень заболеваемости ИСМП. В связи с этим полученные результаты не позволяют судить о влиянии системы на частоту выявле-

ния инфекций и отражают ее организационные и методологические характеристики.

Заключение

В исследовании разработана и внедрена цифровая триггерная система эпидемиологического мониторинга ИСМП, интегрированная в МИС многопрофильного стационара.

Предложенная модель основана на автоматизированном выявлении потенциальных случаев ИСМП с использованием триггеров, стандартизированных чек-листов и алгоритмов классификации, что позволяет обеспечить единообразный подход к диагностике и снизить влияние субъективного фактора. Использование структурированных форм регистрации без необходимости свободного текстового ввода способствовало высокой полноте заполнения данных и управляемости процесса эпидемиологического надзора.

Результаты внедрения показали, что цифровая система обеспечивает 100% заполнение форм регистрации и позволяет эффектив-

но контролировать полноту выявления случаев. Проведенная выборочная верификация не выявила дополнительных случаев ИСМП, не зарегистрированных системой, что косвенно свидетельствует о высокой полноте выявления случаев.

Таким образом, цифровая триггерная система эпидемиологического мониторинга может рассматриваться как эффективный инструмент организации активного эпидемиологического надзора, обеспечивающий стандартизацию процессов выявления ИСМП и повышение воспроизводимости эпидемиологических показателей.

Перспективы дальнейшего развития системы связаны с расширением перечня триггеров, интеграцией дополнительных источников данных и совершенствованием алгоритмов автоматизированного анализа, что создает предпосылки для дальнейшего развития цифрового эпидемиологического надзора и внедрения интеллектуальных систем поддержки принятия решений в области инфекционной безопасности.

Вклад авторов

О. Г. Гамов: внес вклад во все этапы выполнения исследования, включая разработку концепции и дизайна исследования, сбор и анализ данных, интерпретацию результатов, подготовку и редактирование рукописи.

А. В. Живов: внес вклад в организацию эпидемиологического мониторинга, формирование управленческих решений в системе инфекционного контроля, а также в критическое редактирование рукописи.

Оба автора утвердили окончательную версию статьи и несут ответственность за все аспекты работы.

Author contributions

Oleg G. Gamov: made substantial contributions to the conception and design of the study, acquisition, analysis, and interpretation of data, as well as drafting and revising the manuscript.

Alexey V. Zhivov: contributed to the organization of the epidemiological surveillance process, development of managerial decisions in infection prevention and control, and critical revision of the manuscript.

Both authors approved the final version of the manuscript and are accountable for all aspects of the work.

Литература :

1. World Health Organization. *Global report on infection prevention and control 2024*. Geneva: WHO, 2024. 210 p. ISBN: 978-92-4-010398-6. Ссылка активна на 18.07.2026. <https://www.who.int/publications/item/9789240103986>
2. European Centre for Disease Prevention and Control. Point prevalence survey of healthcare-associated infections and antimicrobial use in European acute care hospitals, 2022–2023. Stockholm: ECDC; 2024.: <https://doi.org/10.2900/88011>
3. Streefkerk H.R.A., Verkooijen R.P., Bramer W.M., Verbrugh H.A. Electronically assisted surveillance systems of healthcare-associated infections: a systematic review. *Euro Surveill*. 2020;25(2):1900321. <https://doi.org/10.2807/1560-7917.ES.2020.25.2.1900321>
4. Cozzolino C., Mao S., Bassan F., Bilato L., Compagno L., Salvò V., et al. Are AI-based surveillance systems for healthcare-associated infections ready for clinical practice? A systematic review and meta-analysis. *Artif. Intell. Med*. 2025;165:103137. <https://doi.org/10.1016/j.artmed.2025.103137>
5. Van der Werff S.D., van Rooden S.M., Henriksson A., Behnke M., Aghdassi S.J.S., van Mourik M.S., et al. The future of healthcare-associated infection surveillance: Automated surveillance and using the potential of artificial intelligence. *J. Intern. Med*. 2025;298(2):54–77. <https://doi.org/10.1111/joim.20100>
6. Sim J.X.Y., Pinto S., van Mourik M.S.M. Comparing automated surveillance systems for detection of pathogen-related clusters in healthcare settings. *Antimicrob. Resist. Infect. Control*. 2024;13(1):69. <https://doi.org/10.1186/s13756-024-01413-5>
7. Agostinho A., Chalot E., Teixeira D., Bosetti D., Buetti N., Catho G., et al. Semi-automated surveillance of surgical site infections using machine learning and rule-based classification models. *NPJ Digit. Med*. 2025;8(1):617. <https://doi.org/10.1038/s41746-025-01989-1>
8. Verberk J.D.M., Aghdassi S.J.S., Abbas M., Nauclet P., Gubbels S., Maldonado N., et al. Automated surveillance systems for healthcare-associated infections: results from a European survey and experiences from real-life utilization. *J. Hosp. Infect*. 2022;122:35–43. <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2021.12.021>
9. Национальная ассоциация специалистов по контролю инфекционных и неинфекционных болезней (НАСКИ). *Эпидемиологическая диагностика инфекционных болезней, связанных с оказанием медицинской помощи, на основе стандартных определений случая: методические рекомендации*. М., 2024. https://nasci.confreg.org/libs/files/mr_sos.pdf Ссылка активна на 20.07.2026.
10. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). *National Healthcare Safety Network (NHSN). Patient Safety Component Manual: Surveillance Definitions for Specific Types of Infections*.

Atlanta: CDC; 2024. https://www.cdc.gov/nhsn/pdfs/validation/2024/pcsmanual_2024.pdf. (дата обращения: 19.07.2026).

11. Lotfinejad N., Januel J.M., Tschudin-Sutter S., Schreiber P.W., Grandbastien B., Damonti L., et al. Systematic scoping review of automated systems for the surveillance of healthcare-associated bloodstream infections related to intravascular catheters. *Antimicrob.*

Resist. Infect. Control. 2024;13(1):25. <https://doi.org/10.1186/s13756-024-01380-x>

12. van Mourik M.S.M., Perencevich E.N., Gastmeier P., Bonten M.J.M. Designing Surveillance of Healthcare-Associated Infections in the Era of Automation and Reporting Mandates. *Clin. Infect. Dis.* 2018;66(6):970–976. <https://doi.org/10.1093/cid/cix835>

References:

1. World Health Organization. *Global report on infection prevention and control 2024*. Geneva: WHO, 2024. 210 p. ISBN: 978-92-4-010398-6. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240103986> Accessed: 18 July 2026.
2. European Centre for Disease Prevention and Control. Point prevalence survey of healthcare-associated infections and antimicrobial use in European acute care hospitals, 2022–2023. Stockholm: ECDC; 2024. <https://doi.org/10.2900/88011>
3. Streefkerk H.R.A., Verkooijen R.P., Bramer W.M., Verbrugh H.A. Electronically assisted surveillance systems of healthcare-associated infections: a systematic review. *Euro Surveill.* 2020;25(2):1900321. <https://doi.org/10.2807/1560-7917.ES.2020.25.2.1900321>
4. Cozzolino C., Mao S., Bassan F., Bilato L., Compagno L., Salvò V., et al. Are AI-based surveillance systems for healthcare-associated infections ready for clinical practice? A systematic review and meta-analysis. *Artif. Intell. Med.* 2025;165:103137. <https://doi.org/10.1016/j.artmed.2025.103137>
5. Van der Werff S.D., van Rooden S.M., Henriksson A., Behnke M., Aghdassi S.J.S., van Mourik M.S. et al. The future of healthcare-associated infection surveillance: Automated surveillance and using the potential of artificial intelligence. *J. Intern. Med.* 2025;298(2):54–77. <https://doi.org/10.1111/joim.20100>
6. Sim J.X.Y., Pinto S., van Mourik M.S.M. Comparing automated surveillance systems for detection of pathogen-related clusters in healthcare settings. *Antimicrob. Resist. Infect. Control.* 2024;13(1):69. <https://doi.org/10.1186/s13756-024-01413-5>
7. Agostinho A., Chalot E., Teixeira D., Bosetti D., Buetti N., Catho G., et al. Semi-automated surveillance of surgical site infections using machine learning and rule-based classification models. *NPJ Digit. Med.* 2025;8(1):617. <https://doi.org/10.1038/s41746-025-01989-1>
8. Verberk J.D.M., Aghdassi S.J.S., Abbas M., Naclér P., Gubbels S., Maldonado N., et al. Automated surveillance systems for healthcare-associated infections: results from a European survey and experiences from real-life utilization. *J. Hosp. Infect.* 2022;122:35–43. <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2021.12.021>
9. National Association of Specialists in Infection and Non-Communicable Disease Control (NASCI). *Epidemiological Diagnosis of Healthcare-Associated Infectious Diseases Based on Standard Case Definitions: Methodological Guidelines*. Moscow; 2024. (in Russ). Available at: https://nasci.confreg.org/libs/files/1._mr_epidemiologicheskaya_diagnostika_infekcionnyh_bolezney_2024.pdf Accessed: 18 July 2026.
10. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). *National Healthcare Safety Network (NHSN). Patient Safety Component Manual: Surveillance Definitions for Specific Types of Infections*. Atlanta: CDC; 2024. https://www.cdc.gov/nhsn/pdfs/validation/2024/pcsmanual_2024.pdf. Ссылка активна на 18.07.2026.
11. Lotfinejad N., Januel J.M., Tschudin-Sutter S., Schreiber P.W., Grandbastien B., Damonti L., et al. Systematic scoping review of automated systems for the surveillance of healthcare-associated bloodstream infections related to intravascular catheters. *Antimicrob. Resist. Infect. Control.* 2024;13(1):25. <https://doi.org/10.1186/s13756-024-01380-x>
12. van Mourik M.S.M., Perencevich E.N., Gastmeier P., Bonten M.J.M. Designing Surveillance of Healthcare-Associated Infections in the Era of Automation and Reporting Mandates. *Clin. Infect. Dis.* 2018;66(6):970–976. <https://doi.org/10.1093/cid/cix835>

Сведения об авторах

Гамов Олег Геннадьевич ✉, заместитель главного врача по санитарно-эпидемиологическому режиму, Акционерное общество «Ильинская больница».

ORCID: 0009-0000-7062-7085

Живов Алексей Викторович, кандидат медицинских наук, главный врач Акционерного общества «Ильинская больница».

ORCID: 0009-0009-6916-6328

Authors

Dr. Oleg G. Gamov ✉, MD, Deputy Chief officer Epidemiologist, Ilyinskaya Hospital

ORCID: 0009-0000-7062-7085

Dr. Alexey V. Zhivov, MD, Cand.Sci (Medicine), Chief Physician of Ilyinskaya Hospital (Joint Stock Company).

ORCID: 0009-0009-6916-6328