

Д.А. Андреев, А.А. Завьялов



Научно-исследовательский институт организации здравоохранения и медицинского менеджмента,
Москва, Российская Федерация

Медицинская информатика в обеспечении контроля качества онкологической помощи: перспективные направления развития

Эволюция методов медицинской информатики привела к цифровизации технологий управления организацией внутреннего контроля качества онкологической помощи населению. Развитие медицинской информатики является примером оптимального способа совершенствования инструментов построения эффективной модели автоматизированного контроля качества, основанной на принципах доказательной медицины. В данном обзоре отражено описание инновационных подходов к автоматизированным оценкам качества онкологической помощи. Для поиска сведений были использованы база данных PubMed (Medline) и интерфейс практиGOOGLE. В поисковой строке вводились запросы («oncology informatics», «cancer care», «clinical audit», «auditing», «big data», «Institute of clinical auditing», «CancerLinQ», «CAPTIVE», «ASCO», IBM и др.) по теме обеспечения качества лечения онкологических больных путем применения медицинской информатики в онкологии. При необходимости проводили поиск дополнительной информации по вопросам оказания онкологической помощи. В итоге в данный обзор было включено 35 источников. Многообразие свойств больших данных и создание единой информационной базы сведений, демонстрирующих связь характеристик пациентов и проведенного лечения с достигнутыми исходами, открывают дополнительные возможности для оценки качества онкологической помощи. Появляются предпосылки для широкого внедрения инновационных автоматизированных систем «экстренного реагирования», предупреждения и информирования медицинских организаций о результатах многокритериальных оценок качества оказания онкологической помощи. Примерами внедрения технологий медицинской информатики в онкологии можно считать применение системы CancerLinQ и инфраструктуры CAPTIVE. Внедрение методов медицинской информатики в онкологии ускоряет процедуры совершенствования контроля качества оказания онкологической помощи. Ценность методов медицинской информатики напрямую зависит от характеристик первичных операционных данных, аналитических алгоритмов и технических свойств программно-аппаратных комплексов. Интеграция всех источников данных и технических средств в единый информационно-цифровой контур является ключевым условием становления системы непрерывного автоматизированного мониторинга качества онкологической помощи в реальном времени.

Ключевые слова: обзор, контроль качества, онкология, автоматизация, обратная связь и экстренное реагирование, медицинская информатика

Для цитирования: Андреев Д.А., Завьялов А.А. Медицинская информатика в обеспечении контроля качества онкологической помощи: перспективные направления развития. Вестник РАМН. 2021;76(5S):554–559. doi: <https://doi.org/10.15690/vramn1618>

D.A. Andreev, A.A. Zavyalov

Research Institute for Healthcare Organization and Medical Management,
Moscow, Russian Federation

Medical Informatics in Ensuring Quality Control of Cancer Care: Promising Directions of Development

The surge in development of oncology informatics facilitates the accommodation of next generation digital approaches into cancer care quality assurance workflow. Hence, the remarkable progress in clinical informatics might shape the construction of the extremely efficient model of quality assurance in real hospital practice. This review reflects the description of innovative approaches to automated assessments of the cancer care quality in real world. The PubMed (Medline) database GOOGLE were used to search for helpful information. Ultimately, 35 sources were included in this review. The processing of big data variables possessing plenty characteristics and integration of those into the unified cancer care databases could give the unbelievably valuable results connecting the diagnostic and treatment indicators with the clinical outcomes especially at patient level. The newly emerging information technology tools include the rapid feedback systems to deliver the results of automated appraisal of care quality to the individual physicians and caregivers. Moreover, such digital systems as CancerLinQ and the CAPTIVE infrastructure can be considered as vigorous examples of state-of-the-art technologies that were trialed in cancer care settings with positive results. This paper reviews some of the elements mentioned above. Clinical oncology informatics has opened a new era in improving the practical instruments for care efficiency and safety assurance. The issues of legal policy for automated data processing using artificial intelligence are actualized. The methodology utility depends mostly on the characteristics of primary data collected, analytical algorithms, software design, and properties of high-speed computing hardware. Integration of all data sources together with brand-new computing systems is an obligatory condition for consistent rolling-out of comprehensive digital cancer care network to achieve the better outcomes in the tough battle with malignant neoplasms.

Keywords: review, cancer care, quality assurance and management, feedback and rapid responses, clinical informatics, health information technologies

For citation: Andreev DA, Zavyalov AA. Medical Informatics in Ensuring Quality Control of Cancer Care: Promising Directions of Development. Annals of the Russian Academy of Medical Sciences. 2021;76(5S):554–559. (In Russ). doi: <https://doi.org/10.15690/vramn1618>

Обоснование

Злокачественные опухоли обуславливают тяжелую социальную и экономическую нагрузку на общество и инфраструктуру здравоохранения. Цифровизация внутреннего контроля качества онкологической помощи становится важнейшей задачей в свете реализации Федерального проекта «Борьба с онкологическими заболеваниями», предусматривающего значительное снижение смертности населения Российской Федерации от злокачественных новообразований к 2024 г. [1].

Эволюция методов медицинской информатики постепенно приводит к цифровизации технологий управления организацией внутреннего контроля качества оказания онкологической помощи [2]. Растет роль математических методов в определении эффективных алгоритмов лечения рака [3]. Повседневные клинические данные все чаще анализируются с использованием современных технологий медицинской информатики, разработанных специально для онкологии. Эти новые подходы позволяют изучать такие сведения о реальной онкологической практике, как цифровые характеристики методов диагностической визуализации, специализированное противоопухолевое лечение и исходы. Эволюция методов медицинской информатики, применяемых для нужд онкологии, обеспечивает совершенствование инструментов эффективной модели контроля качества лечения рака, основанной на принципах доказательной медицины [4, 5].

Современные методы обработки больших данных (БД), принципы функционирования CancerLinQ (быстрообучающейся информационно-аналитической онкологической сети для контроля и обеспечения качества), основы создания цифровой инфраструктуры CAPTIVE (связанность) могут рассматриваться в качестве примеров прорывных информационно-аналитических платформ. Подобные инновации образуют фундамент устойчивого развития интегральных автоматизированных систем сравнительных оценок и непрерывного мониторинга качества в реальном времени [6].

Методология поиска литературы

Для поиска релевантных сведений применялись база данных PubMed (Medline) и система GOOGLE. В поисковой строке вводились запросы по теме обеспечения качества оказания онкологической помощи. Использовались такие термины, как «oncology informatics», «cancer care», «clinical audit», «auditing», «big data», «Institute of clinical auditing», «CancerLinQ», «CAPTIVE», «ASCO», IBM и др. Для получения разносторонней и максимально полной информации по исследуемой тематике на английском и нидерландском языках изучались заголовки и резюме статей, обнаруженных непосредственно после ввода в поисковую строку вышеперечисленных ключевых слов и их комбинаций. При этом активация автоматизированных фильтров не проводилась с целью широкого охвата при поиске возможных вариантов обозначения изучаемой терминологии и устоявшихся фразеологизмов на иностранных языках. По результатам аккуратного прочтения найденных в PubMed резюме было отобрано не менее 45 источников информации для подробного изучения. При необходимости проводили поиск дополнительных публикаций (включая публикации на русском языке) по вопросам онкологической помощи. В итоге в данный обзор было включено 35 источников.

Перспективы применения больших массивов данных в оценке качества онкологической помощи

Прежде всего следует отметить, что в научной литературе под БД в здравоохранении компанией — разработчиком суперскоростных высокопоточковых компьютеров «Международные бизнес-машины» (IBM) понимаются данные, отвечающие следующим пяти критериям (правило «5V»):

1) объем (volume) — весь спектр данных о многих наблюдениях различных пациентов, включающих ключевые характеристики диагностики, лечения и исходов, социальноэкономические и другие параметры;

2) скорость (velocity) — большие данные в онкологии должны генерироваться с возрастающей скоростью, а вычисления и процессинг данных — производиться относительно быстро. Важно обеспечить одинаково быстрый сбор и процессинг данных во всех подразделениях онкологической сети;

3) разнообразие (variety) — большие массивы должны содержать и отражать гетерогенность и огромное разнообразие типов данных (классов и кластеров), фигурирующих ежедневно в системе оказания онкологической помощи;

4) вариабельность (variability) данных — обусловлена разнородностью способов сбора сведений, которые отличаются во времени, а также в зависимости от различных обстоятельств и условий сбора внутри и между медицинскими организациями (от временного и пространственного контекста). При этом точная интерпретация данных становится возможной в связи с контекстом;

5) ценность (value) — создавать инфраструктуру по сбору и интерпретации БД имеет смысл, только если результаты анализа этих данных и выводы приведут к улучшению или окажут влияние на организацию здравоохранения [7].

Перечисленное многообразие свойств массивов БД и создание единой информационной базы сведений, демонстрирующей связь характеристик пациентов и проведенного лечения с достигнутыми исходами, открывают невиданные ранее возможности по формированию автоматизированных систем экстренного обратного реагирования с информированием медицинских организаций о результатах многофакторных (включая сравнительные) оценок качества и эффективности оказания онкологической помощи в текущей практике.

Исследования показывают, что создан прочный фундамент для построения систем скоростных аналитических вычислений, предоставляющих в реальном времени неотложную обратную связь в ответ на регистрируемые результаты медицинской деятельности в онкологии. Их цель — определение оптимальных корреляций выполняемых клинических тестов и алгоритмов с исходами. Интересно, что такие инструменты оценок также стимулируют персонал медицинских организаций, включая лаборатории, к пересмотру и совершенствованию качества рабочих протоколов оказания онкологической помощи [4]. Несмотря на то что улучшение контроля качества возможно только при соблюдении условий транспарентности, необходимо обратить внимание, что оценки в системе обратной связи, особенно чувствительные зеркальные данные по исходам и стандартизированным параметрам, следует предоставлять с особой осторожностью, так как лаборатории и больницы могут испытывать беспокойство за собственную репутацию [8].

Публикация обезличенных (анонимизированных) данных в обществе и полное раскрытие информации из системы обратной связи поставщику медицинских услуг исключительно на индивидуальном уровне, без широкого опубликования, мотивируют медицинские учреждения к сотрудничеству и интеграции в систему зеркальных/сравнительных оценок клинической деятельности [4].

Примером успешной организации такого подхода является разработка автоматизированной обратной связи в медицинских электронных ресурсах в Нидерландах. Алгоритмы медицинской информатики внедряются при участии Нидерландского института клинического аудита и используются для формирования так называемых регистров качества (рис. 1) [9]. Качество медицинской деятельности оценивается по специально разработанным критериям. Список данных критериев (индикаторов) и способы их отбора подробно обсуждаются в научной литературе [10–12]. Наиболее распространена классическая категоризация критериев оценки качества, предложенная А. Донабедяном: структурные критерии, индикаторы процессов, показатели исходов [13–15].

Известно, что для отображения показателей оказываемой медицинской помощи часто применяются воронкообразные диаграммы, на которых представлены усредненные показатели по стране (региону), 95%-й доверительный интервал, разброс оценок качества по медицинским организациям территории [16, 17]. Кроме того, внедряются так называемые дашборды качества, позволяющие в том числе использовать фильтры для поиска нужной информации. Таким образом врачи получают возможность самостоятельно сравнивать показатели оценки качества, достигнутые в своей медицинской организации, с показателями, полученными в других учреждениях, и принимать меры по улучшению процедур оказания медицинской помощи. Некоторые критерии оценки качества устанавливаются по согласованию сторон в качестве «прозрачных» (транспарентных) контрольных характеристик, подлежащих обязательному размещению в открытых источниках информации [16].

Очевидно, что уровень прозрачности при проведении специализированных аудитов качества онкологической

помощи, как правило, должен повышаться ступенчато: в первый год с момента начала медицинские организации только вовлечены в аудит, во второй год прозрачность распространяется на критерии оценки медицинских процессов, затем возможно повышение уровня прозрачности до размещения результатов оценки исходов лечения на открытых ресурсах. Таким образом, до опубликования результатов оценок по разработанным критериям во внешних источниках у сотрудников больниц появляется возможность улучшить качество оказания онкологической помощи на местах путем получения и изучения обратной связи. Последнее слово в решении о публикации данных всегда остается за больницами; их результаты оценки качества не становятся доступными для внешних сторон в открытых источниках, если администрация больницы не одобрила / не согласовала соответствующий уровень прозрачности [9].

Представители научных ассоциаций, участвующих в нидерландских аудитах, один раз в год согласовывают критерии оценки качества, которые являются транспарентными и подходят для опубликования. Они обсуждают это в так называемые индикаторные дни с сотрудниками Нидерландского института здравоохранения и социальной помощи, а также с представителями сообщества медицинских специалистов, представителями пациентских организаций, страховых компаний и больниц [9].

Зеркальная сравнительная картина качественных и количественных автоматизированных оценок онкологической помощи, свидетельствующих о более высокой частоте рецидивов злокачественных опухолей в определенной медицинской организации по отношению к передовым экспертным онкологическим центрам, позволяет провести целевой аудит функционирования вовлеченных звеньев здравоохранения и успешно устранить причины недостатков [4].

Технология CancerLinQ в обеспечении контроля качества онкологической помощи

Под патронажем ASCO на платформе SAP разработана быстрообучающаяся автоматизированная электронная

Органограмма Нидерландского института клинического аудита (DICA)



«В 2016 году DICA способствовал формированию 23 регистров качества для 15 различных научных ассоциаций...»

Пирамида прозрачности



Рис. 1. Модель организационной структуры Нидерландского института клинического аудита

DICA — Нидерландский институт клинического аудита; **DLCA** — Нидерландский аудит медицинской помощи при раке легкого; **DMTR** — Нидерландский регистр медицинской помощи при меланоме; **DSCA** — Нидерландский аудит хирургического лечения колоректального рака; **NABON** — Национальная нидерландская консультативная рабочая группа по раку молочной железы; **NBCA** — Аудит медицинской помощи при раке молочной железы под патронажем NABON; **WCIE** — научная комиссия; **ZINL** — Нидерландский институт здравоохранения и социальной помощи; **OMT** — оценка медицинских технологий.

Источник: Переведено и адаптировано из [9]. Открытый доступ — лицензия Creative Commons Attribution 4.0 International License

сеть по контролю и обеспечению качества онкологической помощи CancerLinQ (Cancer Learning Intelligence Network) [18]. CancerLinQ стартовала в 2015 г. и по данным за 2018 г. была принята к использованию в США более 85 различными организациями, участвующими в оказании медицинской помощи по профилю «онкология» [19, 20]. Автоматизированная система основывается на концепции Plan-Do-Study-Act [19, 21] (один из современных вариантов эволюции концепции PDCA (Plan-Do-Check-Action) — цикл Шухарта–Деминга [17]), успешно внедренной в конце прошлого века в различных отраслях индустрии.

Инициатива поддерживается практикующими врачами и отражает основную миссию ASCO, заключающуюся в предоставлении качественной онкологической помощи пациентам [22]. Система использует преимущества БД для обучения, анализируя каждый отдельный клинический случай. Сеть сопоставляет индикаторы процессов и исходов онкологической помощи относительно утвержденных стандартов лечения и генерирует быстрый ответ специалистам текущей клинической практики о достигнутых значениях качества.

Цели создания CancerLinQ подразумевают [2]:

1) предоставление обратной связи по итогам оценок качества в реальном времени, когда организации онкологического профиля получают результаты быстрых оценок приверженности клиническим рекомендациям и практике передовых центров, что напрямую способствует совершенствованию процессов внутреннего самоконтроля качества;

2) предоставление пациент-ориентированной/индивидуализированной информации и алгоритмов лечения для каждого пациента в соответствии с клиническими рекомендациями и сведениями в других базах;

3) вычисление паттернов, позволяющих улучшить существующую практику, синтезировать новые научные гипотезы и усовершенствовать клинические рекомендации.

В дальнейшем планируется расширение назначений CancerLinQ применительно к анализу данных реального мира — от отбора кандидатов на включение в клинические исследования, мониторинга исходов лечения до исследования эффективности и безопасности лекарственных средств в условиях повседневной клинической практики [2].

Цифровая онкологическая сеть осуществляет забор данных непосредственно из электронных медицинских карт (ЭМК) и компонентов электронного управления медицинской деятельностью прикрепленных учреждений онкологического профиля. Преимущества сети — автоматизированный сбор всех возможных данных из первичных источников без предварительного выбора и их перенос в серию хранилищ согласно структурной архитектуре CancerLinQ. Кратко процесс выглядит так: данные из электронных баз медицинских сведений или ЭМК, баз управления медицинскими процессами и других источников поступают в защищенное «озерное хранилище», обеспечивающее высокую степень защиты медицинской информации и персонализированных данных, CancerLinQ трансформирует (используя стандартизацию, нормализацию, онтологизацию и концептуализацию) и перемещает криптованные данные из первичной базы данных («озерного хранилища») во вторичное хранилище обработанных данных [2, 23].

Сложными вопросами дальнейшего совершенствования системы CancerLinQ остаются: во-первых, совершенствование совместимости и полезности данных; во-вторых, решение правовых вопросов и изучение способов повышения доверия среди пользователей; в-третьих, со-

хранение конкурентоспособности [19]. Одни из новых результатов научного развития системы CancerLinQ опубликованы D. Potter et al. в 2020 г. [18]. Ученые полагают, что с совершенствованием обучающейся аспектам здравоохранения системы CancerLinQ и расширением зоны обслуживания (объемов и потока информации) практическая применимость технологии значительно возрастет. Все это приведет к увеличению значения данных реальной клинической практики («данных реального мира») в подготовке клинических рекомендаций, изучении эффективности и безопасности лекарств, определении действенных механизмов контроля качества, основанных на принципах доказательной медицины [6, 18].

Инфраструктура CAPTIVE и контроль качества

Совсем недавно, в 2020 г., сотрудниками Стэнфордского университета [24] была опубликована работа, демонстрирующая применимость цифровых данных для автоматизированного определения качества онкологической помощи на основе анализа первичных источников, включая записи ЭМК [24]. С использованием технологии процессинга естественных языковых переменных и техники машинного обучения была разработана экспериментальная инфраструктура CAPTIVE, которая логически объединяет три процесса: сбор (capture), преобразование (transform) и улучшение (improve) [24].

Комплексный сбор информации интегрирует методы идентификации когорт пациентов на основе анализа ЭМК, содержащих гранулярные данные по отдельным случаям оказания онкологической помощи, с методами накопления в единой базе данных из других источников: баз рандомизированных клинических исследований [25, 26]; результатов анкетирования пациентов, в том числе результатов лечения, сообщаемых пациентами, — PROMs (patient-reported outcome measures) и PREMs (patient-reported experience measures) [27]; сведений из регистров [28]. Этот исчерпывающий спектр информационных ресурсов позволяет экспоненциально увеличивать разрешение каждого связанного семантического уровня и обеспечить процессинг в условиях неполных данных и наличия шума в цифровых образах ЭМК [24].

После интеграции и слияния цифровые сведения преобразуются в фактические знания путем применения разнообразных алгоритмов, картирования и серий валидации [29, 30]. Разработанная техника экстракции подразумевает проведение клинического фенотипирования [31] на основе структурированных и неструктурированных данных путем трансформации результатов взаимодействия пациентов и поставщиков медицинских услуг в ретроспективные лонгитудинальные записи с определением интересующей выборки [24]. Адаптированные к задачам пользователя экстракторы позволяют абсорбировать каждую переменную с высокой точностью, применяя, например, такие технологии, как обработка естественных языковых переменных, с целью наполнения рабочей базы данных информацией об исходах из неструктурированных баз данных ЭМК [30]. Оптимальные алгоритмы позволяют аккуратно идентифицировать клинические записи об исходах, особенно пациент-ориентированные сведения с высокой вычислительной производительностью [24].

Конечной целью разработки экспериментальной системы CAPTIVE является изучение таких «данных реального мира», как приверженность клиническим ре-

комендациям, показатели критериев оценки качества, сравнительная эффективность медицинских технологий и пациент-ориентированность здравоохранения, поддержка принятия самостоятельных врачебных [24, 32], а также совместных с пациентом решений [33–35].

Авторы публикации подчеркивают, что развитие технологии анализа записей в ЭМК предоставляют широкие возможности по развернутому мониторингу качества оказания онкологической помощи в повседневной практике и совершенствованию контролируемых технологий, эффективному использованию цифровых данных в эпидемиологических, популяционных и других исследованиях [24]. Очевидно, что результаты испытания аналитических систем, обладающих всеми или отдельными свойствами экспериментальной инфраструктуры CAPTIVE, могут предопределить вектор последующего инновационного развития автоматизированных платформ внутреннего контроля качества текущей онкологической практики в реальном времени.

Заключение

Развитие медицинской информатики в наши дни открывает новую эру в цифровизации контроля качества и безопасности практики оказания помощи пациентам со злокачественными новообразованиями. Работу вычислительно-аналитических систем сложно представить вне автоматизации процессов непрерывной обратной связи с медицинским персоналом. Наблюдается автоматизация мониторинга зеркальных (сравнительных) оценок контрольных критериев качества медицинской профилактики, диагностики, лечения, реабилитации, социального сопровождения пациентов.

Хотя очевидность важной роли БД в совершенствовании контроля качества не вызывает сомнений, остаются нерешенными вопросы их интерпретации, классификации и полного анализа, так как быстрый научный прогресс в онкологии приводит к увеличению сложного разнообразия характеристик и объемов переменных, относящихся к БД. Технология CancerLinQ и инфраструктура CAPTIVE представляют примеры актуальных подходов к анализу медицинской информации в онкологии. Тем не менее эффективная реализация автоматизированного процессинга широкого разнообразия медицинских сведений и получение оценок качества путем применения упомянутых систем при экстракции и анализе записей из ЭМК становятся

осуществимыми только после структуризации первичных переменных. В связи с этим представители клинических специальностей, работая с интерфейсом по регистрации ЭМК, обычно вынуждены вносить элементы данных в структурированном виде. Если структурирование первичной информации не происходит, то для эффективной и аккуратной конвертации неструктурированного текста в структурированные переменные приходится применять процессинг естественного языка (natural language processing). Для контроля качества имеют важное значение получение максимально полной информации путем анализа доступных цифровых медицинских сведений и их интеграция в едином информационном пространстве. Возможно, прогресс в технологиях математического анализа и моделирования для нужд онкологии, включая разработку инструментов для определения закономерностей формирования корреляций характеристик пациентов и параметров оказанной онкологической помощи с окончательными исходами лечения, приведет к решению многих задач в сфере цифрового контроля качества.

Практическая ценность методологий медицинской информатики в онкологии напрямую зависит от характеристик операционных данных, аналитических алгоритмов и технических свойств программно-аппаратных комплексов. Интеграция всех источников данных и технических компонентов — ключевое условие становления системы непрерывного автоматизированного мониторинга качества онкологической помощи в реальном времени.

Дополнительная информация

Источник финансирования. Исследование выполнено в рамках технического задания при финансовом обеспечении со стороны Государственного бюджетного учреждения города Москвы «Научно-исследовательский институт организации здравоохранения и медицинского менеджмента Департамента здравоохранения города Москвы».

Конфликт интересов. Авторы данной статьи подтвердили отсутствие конфликта интересов, о котором необходимо сообщить.

Участие авторов. Д.А. Андреев — поиск и анализ данных, написание текста статьи; А.А. Завьялов — разработка дизайна исследования, обзор публикаций по теме, редактирование и одобрение текста статьи. Все авторы прочли и одобрили окончательную версию рукописи перед публикацией.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральный проект «Борьба с онкологическими заболеваниями». Available from: <https://minzdrav.gov.ru/poleznye-resursy/natsproektzdravoohranenie/onko> (accessed: 14.09.2021).
2. Hesse BW, Ahern DK, Beckjord E (eds). *Oncology Informatics. Using Health Information Technology to Improve Processes and Outcomes in Cancer*. Elsevier Science; 2016. 417 p.
3. Rockne RC, Hawkins-Daarud A, Swanson KR, et al. The 2019 mathematical oncology roadmap. *Phys Biol*. 2019;16(4):41005. doi: <https://doi.org/10.1088/1478-3975/ab1a09>
4. Willems SM, Abeln S, Feenstra KA, et al. The potential use of big data in oncology. *Oral Oncol*. 2019;98:8–12. doi: <https://doi.org/10.1016/j.oraloncology.2019.09.003>
5. Starkshall G, Siochi R. (eds). *Informatics in Radiation Oncology*. Medical Physics; 2014. 318 p.
6. Miller RS, Wong JL. Using oncology real-world evidence for quality improvement and discovery: The case for ASCO's CancerLinQ. *Future Oncology*. 2018;14(1):5–8. doi: <https://doi.org/10.2217/fon-2017-0521>
7. Jain A. The 5 V's of big data. 2016. Available from: <https://www.ibm.com/blogs/watson-health/the-5-vs-of-big-data/> (accessed: 24.05.2021).
8. de Ridder M, Balm AJM, Smeele LE, et al. An epidemiological evaluation of salivary gland cancer in the Netherlands (1989–2010). *Cancer Epidemiol*. 2015;39(1):14–20. doi: <https://doi.org/10.1016/j.canep.2014.10.007>
9. Wouters MWJM. Kwaliteitsregistraties volgens het principe van "clinical auditing". *Tijdschr voor Urol*. 2017;7(2):60–72. doi: <https://doi.org/10.1007/s13629-017-0169-0>
10. Андреев Д.А., Кашурников А.Ю., Завьялов А.А. Анализ объема хирургического лечения рака молочной железы в странах с низким ассоциированным индексом «смертность/заболеваемость» (обзор) // *Злокачественные опухоли*. — 2021. —

- Т. 11. — № 1. — С. 9–19. [Andreev DA, Kashurnikov AYu, Zavyalov AA. Analysis of the scope of surgical breast cancer treatment in countries with the low associated mortality-to-incidence ratio (review). *Malignant Tumours*. 2021;11(1):9–19. (In Russ.). doi: <https://doi.org/10.18027/2224-5057-2021-11-1-9-19>
11. Андреев Д.А., Завьялов А.А., Кашурников А.Ю. Организация контроля качества и безопасности медицинской деятельности по профилю «онкология» на примере стран Западной Европы // *Здравоохранение Российской Федерации*. — 2020. — Т. 64. — № 6. — С. 311–317 [Andreev DA, Zavyalov AA, Kashurnikov AYu. Management of the quality control and safety of medical activities in the field of «oncology» on the example of Western European countries. *Health care of the Russian Federation*. 2020;64(6):311–317. (In Russ.)] doi: <https://doi.org/10.46563/0044-197X-2020-64-6-311-317>
 12. Андреев Д.А., Завьялов А.А., Кашурников А.Ю., Добродеев А.Ю. Ключевые критерии оценки качества онкологической помощи: зарубежный опыт // *Российский медицинский журнал*. — 2020. — Т. 26. — № 6. — С. 421–430. [Andreev DA, Zavyalov AA, Kashurnikov AY, Dobrodeev AY. Essential criteria for assessing the quality of cancer care: international experience. *Rossiiskij Medicinskij Zhurnal*. 2020;26(6):421–430. (In Russ.).] doi: <https://doi.org/10.17816/0869-2106-2020-26-6-421-430>
 13. Donabedian A. The quality of medical care: A concept in search of a definition. *J Fam Pract*. 1979;9(2):277–284.
 14. Donabedian A. Quality, cost, and clinical decisions. *Ann Am Acad Pol Soc Sci*. 1983;(468):196–204.
 15. Donabedian A, Wheeler JR, Wyszewianski L. Quality, cost, and health: An integrative model. *Med Care*. 1982;20(10):975–992.
 16. Borstsparende chirurgie — indicator B6 | UZ Leuven. Available from: <https://www.uzleuven.be/nl/borstkanker/kwaliteitsindicatoren-borstkanker/borstsparende-chirurgie-indicator-b6> (accessed: 09.02.2021).
 17. Van Bommel ACM. Optimizing breast reconstructive surgery in the Netherlands using clinical audit data. Proefschrift ter verkrijging van de graad van Doctor aan de Universiteit Leiden. De Universiteit Leiden; 2021. Available from: <https://www.publicatie-online.nl/uploaded/flipbook/146961-Annelotte-van-Bommel/3/#zoom=z>
 18. Potter D, Brothers R, Kolacevski A, et al. Development of CancerLinQ, a Health Information Learning Platform From Multiple Electronic Health Record Systems to Support Improved Quality of Care. *JCO Clin Cancer Informatics*. 2020;4:929–937. doi: <https://doi.org/10.1200/CCI.20.00064>
 19. Rubinstein SM, Warner JL. CancerLinQ: Origins, Implementation, and Future Directions. *JCO Clin Cancer Informatics*. 2018;2:1–7.
 20. Rubinstein WS. CancerLinQ: Cutting the Gordian Knot of Interoperability. *J Oncol Pract*. 2019;15(1):3–6. doi: <https://doi.org/10.1200/JOP.18.00612>
 21. Moen R, Norman C. Evolution of the PDCA Cycle. 2006. Available from: <https://www.westga.edu/~dturner/PDCA.pdf> (accessed: 13.09.2021).
 22. Blayney DW, McNiff K, Eisenberg PD, et al. Development and future of the American Society of Clinical Oncology's Quality Oncology Practice Initiative. *J Clin Oncol off J Am Soc Clin Oncol*. 2014;32(35):3907–3913. doi: <https://doi.org/10.1200/JCO.2014.56.8899>
 23. Woods D. Big Data Requires a Big, New Architecture. 2011. Available from: <http://www.forbes.com/%0A/sites/ciocentral/2011/07/21/big-data-requires-a-big-newarchitecture/> (accessed: 24.05.2021).
 24. Hernandez-Boussard T, Blayney DW, Brooks JD. Leveraging Digital Data to Inform and Improve Quality Cancer Care. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev*. 2020;29(4):816–822. doi: <https://doi.org/10.1158/1055-9965.EPI-19-0873>
 25. Hah J, Mackey SC, Schmidt P, et al. Effect of Perioperative Gabapentin on Postoperative Pain Resolution and Opioid Cessation in a Mixed Surgical Cohort: A Randomized Clinical Trial. *JAMA Surg*. 2018;153(4):303–311. doi: <https://doi.org/10.1001/jamasurg.2017.4915>
 26. Hah JM, Sharifzadeh Y, Wang BM, et al. Factors Associated with Opioid Use in a Cohort of Patients Presenting for Surgery. *Pain Res Treat*. 2015;2015:829696. doi: <https://doi.org/10.1155/2015/829696>
 27. Sturgeon JA, Darnall BD, Kao M-CJ, Mackey SC. Physical and psychological correlates of fatigue and physical function: A Collaborative Health Outcomes Information Registry (CHOIR) study. *J Pain*. 2015;16(3):291–8.e1. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2014.12.004>
 28. Seneviratne MG, Seto T, Blayney DW, et al. Architecture and Implementation of a Clinical Research Data Warehouse for Prostate Cancer. *EGEMS (Wash DC)*. 2018;6(1):13. doi: <https://doi.org/10.5334/egems.234>
 29. Hernandez-Boussard T, Kourdis PD, Seto T, et al. Mining Electronic Health Records to Extract Patient-Centered Outcomes Following Prostate Cancer Treatment. *AMIA. Annu Symp proceedings AMIA Symp*. 2017;2017:876–882.
 30. Bozkurt S, Park JI, Kan KM, et al. An Automated Feature Engineering for Digital Rectal Examination Documentation using Natural Language Processing. *AMIA. Annu Symp proceedings AMIA Symp*. 2018;2018:288–294.
 31. Banda JM, Seneviratne M, Hernandez-Boussard T, Shah NH. Advances in Electronic Phenotyping: From Rule-Based Definitions to Machine Learning Models. *Annu Rev Biomed Data Sci*. 2018;1:53–68. doi: <https://doi.org/10.1146/annurev-biodatasci-080917-013315>
 32. Goodnough LT, Maggio P, Hadhazy E, et al. Restrictive blood transfusion practices are associated with improved patient outcomes. *Transfusion*. 2014;54(10Pt 2):2753–2759. doi: <https://doi.org/10.1111/trf.12723>
 33. Magnani CJ, Li K, Seto T, et al. PSA Testing Use and Prostate Cancer Diagnostic Stage After the 2012 U.S. Preventive Services Task Force Guideline Changes. *J Natl Compr Canc Netw*. 2019;17(7):795–803. doi: <https://doi.org/10.6004/jnccn.2018.7274>
 34. Hernandez-Boussard T, Tamang S, Blayney D, Brooks J, Shah N. New Paradigms for Patient-Centered Outcomes Research in Electronic Medical Records: An Example of Detecting Urinary Incontinence Following Prostatectomy. *EGEMS (Wash DC)*. 2016;4(3):1231. doi: <https://doi.org/10.13063/2327-9214.1231>
 35. Vorhies JS, Hernandez-Boussard T, Alamin T. Treatment of Degenerative Lumbar Spondylolisthesis with Fusion or Decompression Alone Results in Similar Rates of Reoperation at 5 Years. *Clin Spine Surg*. 2018;31(1):E74–79. doi: <https://doi.org/10.1097/BSD.0000000000000564>

КОНТАКТНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Андреев Дмитрий Анатольевич, ученая степень “doctor”, присужденная в Erasmus University Medical Center [Dmitry A. Andreev, MD, PhD]; адрес: 115088, Москва, ул. Шарикоподшипниковская, д. 9 [address: 9, Sharikopodshipnikovskaya str., 115088, Moscow, Russia]; e-mail: AndreevDA@zdrav.mos.ru, SPIN-код: 7989-0581, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0745-9474>

Завьялов Александр Александрович, д.м.н., профессор [Aleksandr A. Zavyalov, MD, PhD, Dr. habil., Professor]; e-mail: ZavyalovAA3@zdrav.mos.ru, SPIN-код: 5087-2394, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1825-1871>