

А.А. Завьялов

**СОВРЕМЕННЫЙ КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ОНКОЛОГИЧЕСКОЙ ПОМОЩИ
СОПРЯЖЕН С РАЗВИТИЕМ МЕДИЦИНСКОЙ ИНФОРМАТИКИ**

ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, Москва

Контактное лицо: Завьялов Александр Александрович: azavialov@fmbcfmba.ru

Резюме

Контроль качества является неотъемлемым аспектом функционирования медицинской отрасли. Во всем мире отмечается рост востребованности онкологической помощи, к которой применяются новые требования. При этом в понятие качественной системы онкологической помощи включены: доступность, своевременность, эффективность, безопасность, пациентоориентированность и др. Соблюдение этих требований невозможно без широкого использования медицинских информационных систем. Развитие медицинской информатики привело к цифровизации технологий управления организацией внутреннего контроля качества онкологической помощи населению.

В представленном материале отражены инновационные подходы к автоматизированным оценкам качества онкологической помощи.

Поиск проводился в базе данных PubMed (Medline) и системе GOOGLE. В поисковой строке вводились запросы («oncology», «cancer», «cancer treatment», «oncology informatics», «clinical audit», и др.) по теме контроля качества лечения пациентов с ЗНО с использованием средств медицинской информатики. Материал объединяет данные из 18 источников.

Создание информационной базы, многообразие вносимых сведений, использование принципов обработки больших данных, все это открывает дополнительные возможности для оценки качества онкологической помощи. Необходимо широкое внедрения инновационных автоматизированных систем для разработки и внедрения многокритериальных оценок качества работы онкологической службы. Интеграция источников и средств технической поддержки и обработки информации в единый информационно-цифровой контур является ключевым условием становления системы непрерывного автоматизированного мониторинга качества онкологической помощи в режиме реального времени.

Ключевые слова: онкология, рак, лечение рака, контроль качества, медицинская информатика

Для цитирования: Завьялов А.А. Современный контроль качества онкологической помощи сопряжен с развитием медицинской информатики // Клинический вестник ФМБЦ им. А.И. Бурназяна 2024. №1. С. 61–65. DOI: 10.33266/2782-6430-2024-1-61-65

А.А. Zavialov

**Modern Quality Control of Oncological Care Is Associated
with the Development of Medical Informatics**International Office, State Research Center - Burnasyan Federal Medical Biophysical Center
of Federal Medical Biological Agency, Moscow, Russia

Contact person: Zavialov Alexandr Alexandrovich: azavialov@fmbcfmba.ru

Abstract

Quality control is an integral aspect of the functioning of the medical industry. There is an increase in demand for cancer care worldwide, which is subject to new requirements. At the same time, the concept of a high-quality system of oncological care includes: accessibility, timeliness, efficiency, safety, patient orientation, etc. Compliance with these requirements is impossible without the widespread use of medical informatics systems. The development of medical informatics has led to the digitalization of technologies for managing the organization of internal quality control of oncological care to the population. The presented material reflects innovative approaches to automated assessments of the quality of cancer care.

The search was conducted in the PubMed (Medline) database. In the search bar, queries were entered ("oncology", "cancer", "cancer treatment", "oncology informatics", "clinical audit", etc.) on the topic of quality control of treatment of patients with ZNO using medical informatics tools. The material combines data from 18 sources. The creation of an information base, the variety of information entered, the use of big data processing principles, all this opens up additional opportunities for assessing the quality of cancer care. It is necessary to widely introduce innovative automated systems for the development and implementation of multi-criteria assessments of the quality of work of the oncological service. The integration of sources and means of technical support and information processing into a single information and digital circuit is a key condition for the establishment of a system of continuous automated monitoring of the quality of oncological care in real time.

Keywords: oncology, cancer, cancer treatment, quality control, medical informatics

For citation: Zavialov AA. Modern Quality Control of Oncological Care Is Associated with the Development of Medical Informatics. A.I. Burnasyan Federal Medical Biophysical Center Clinical Bulletin. 2024.1:61-65. (In Russian) DOI: 10.33266/2782-6430-2024-1-61-65

Введение

Во всем мире отмечается рост востребованности онкологической помощи, к которой применяются новые требования. Злокачественные новообразования (ЗНО) являются тяжким бременем для экономической инфраструктуры здравоохранения [1]. Все более важным аспектом становится максимально полноценный контроль качества оказания онкологической помощи. Эта важнейшая задача находит свое отражение в свете реализации Федерального проекта «Борьба с онкологическими заболеваниями», предусматривающего значительное снижение смертности населения Российской Федерации от злокачественных новообразований к 2024 г.

Современные подходы в управлении здравоохранением невозможно реализовать без широкого использования медицинских информационных систем.

Развитие методов медицинской информатики неразрывно связано с цифровизацией на всех уровнях, в том числе на этапе выбора технологий управления организацией внутреннего контроля качества оказания онкологической помощи [2]. Математические методы играют все большую роль в определении эффективных алгоритмов диагностики и лечения рака различных локализаций [3]. Активно разрабатываются технологии медицинской информатики, специально созданные для работы с характеристиками онкологического процесса. Новые подходы позволяют моделировать, прогнозировать и изучать процессы в реальной онкологической практике. Создаются новые цифровые характеристики диагностических и лечебных мероприятий и исходов заболевания. Трансформация методов медицинской информатики, применяемых для нужд онкологической науки и практики, обеспечивает совершенствование инструментов эффективной модели контроля качества лечения рака, основанной на принципах доказательной медицины [4,5].

Современное развитие методов обработки больших данных (БД), внедрение принципов функционирования CancerLinQ и др., могут рассматриваться в качестве прорывных информационно-аналитических технологий и платформ. Такие инновационные подходы формируют основу устойчивого развития интегральных автоматизированных систем сравнительных оценок и непрерывного мониторинга качества оказания онкологической помощи в реальном времени [6,7].

Методология поиска

Поиск релевантных сведений проводился в базе данных PubMed (Medline) и системе GOOGLE. В поисковой строке вводились запросы («oncology», «cancer», «cancer treatment», «oncology informatics», «clinical audit», и др.) по теме контроля качества лечения пациентов с ЗНО с использованием средств медицинской информатики. Для получения разносторонней и максимально полной информации по исследуемой тематике на русском английском и языках, изучались заголовки и резюме статей, обнаруженных непосредственно после ввода в поисковую строку вышеперечисленных ключевых слов и их комбинаций. При необходимо-

сти проводили поиск дополнительных публикаций по вопросам онкологической помощи. Материал объединяет данные из 18 отобранных источников.

Результаты

Оценка качества онкологической помощи с применением массивов больших данных

Необходимо помнить, что в научной литературе под БД в здравоохранении, понимаются данные, отвечающие следующим пяти критериям (правило «5V»):

– вариабельность (variability) данных — обусловлена разнообразием способов сбора сведений, которые находятся в зависимости от различных обстоятельств и условий сбора внутри и между медицинскими организациями (от временного и пространственного контекста). При этом, они могут отличаться во времени. Конечная интерпретация данных становится возможной в связи с имевшимся контекстом;

– объем (volume) — весь спектр полученных данных о наблюдениях за различными пациентами, включающий основные характеристики диагностических, лечебных процессов и их исходов, а также социальные, экономические, финансовые и другие параметры;

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

– скорость (velocity) — большие данные в онкологии должны генерироваться с возрастающей скоростью, а вычисления и процессинг данных должны производиться относительно быстро;

– ценность (value) — создавать инфраструктуру по сбору и интерпретации БД имеет смысл, только если результаты анализа и выводы окажут существенное влияние на организацию здравоохранения.

Многообразие свойств массивов БД, подходы к созданию единой информационной базы сведений, взаимосвязь характеристик пациентов и проведенного лечения с достигнутыми исходами, позволяют формировать автоматизированные системы экстренного обратного реагирования. С их помощью медицинским организациям предоставляется информация о результатах многофакторных (включая сравнительные) оценок качества и эффективности оказания онкологической помощи в текущей клинической практике.

В настоящее время имеется прочная основа для использования систем скоростных аналитических вычислений, предоставляющих в реальном времени неотложную обратную связь в ответ на регистрируемые результаты медицинской деятельности в онкологии. Имеется возможность определения оптимальных корреляций используемых клинических тестов и алгоритмов с исходами [8]. Наличие таких инструментов оценок позволяет специалистам медицинских организаций пересматривать и совершенствовать качество рабочих протоколов оказания онкологической помощи.

Необходимо отметить, что улучшение контроля качества возможно только при соблюдении условий транспарентности. Некоторые критерии оценки качества устанавливаются по согласованию сторон в качестве «прозрачных» контрольных характеристик, подлежащих обязательному размещению в открытых источниках информации. Оценки в системе обратной связи, особенно данные по исходам и стандартизированным параметрам, следует предоставлять с некоторой осторожностью, поскольку медицинские учреждения, получающие эту информацию, могут испытывать беспокойство за собственную репутацию.

В тоже время представление обезличенных (анонимизированных) данных и полное раскрытие информации из системы обратной связи поставщику медицинских услуг без широкого опубликования, мотивируют медицинские учреждения к сотрудничеству и интеграции в систему зеркальных/сравнительных оценок клинической деятельности.

Примером успешной организации такого подхода является разработка автоматизированной обратной связи в медицинских электронных ресурсах в Нидерландах [9].

Полученные результаты, характеризующие качество оказываемой онкологической помощи представляются в виде усредненных показателей по стране, региону, отдельным территориям и конкретным учреждениям. Интересным компонентом системы оценки являются так называемые дашборды качества. Используя определенные фильтры специалисты получают возможность самостоятельно сравнивать показатели оценки качества, достигнутые в своей медицинской организации, с показателями, полученными в других учреждениях [10].

Очевидно, что уровень транспарентности при проведении специализированных аудитов качества онкологической помощи, должен последовательно повышаться [11]. Ступенчатая модель развития позволяет перейти к безопасному размещению результатов оценки исходов лечения на открытых ресурсах. Последнее слово в решении о публикации данных всегда остается за медицинскими учреждениями. Результаты оценки качества не будут доступными для внешних участников процесса если администрация больницы не одобрила / не согласовала соответствующий уровень транспарентности. Критерии оценки качества могут быть согласованы с представителями научных ассоциаций, сотрудниками социальной помощи, представителями пациентских организаций, страховых компаний и т.д. Сопоставление качественных и количественных автоматизированных оценок онкологической помощи позволяет провести целевой аудит функционирования определенных звеньев здравоохранения и успешно устранить причины выявленных недостатков [12].

Обеспечение контроля качества онкологической помощи при помощи технологи CancerLinQ

В настоящее время активно функционирует автоматизированная электронная сеть по контролю и

обеспечению качества онкологической помощи CancerLinQ (Cancer Learning Intelligence Network). Быстрообучающаяся система на платформе SAP разработана и внедрена под патронажем ASCO (American Society of Clinical Oncology) [13]. Начиная с 2015 г. была принята к использованию в США более чем в 100 различных организациях, участвующих в оказании медицинской помощи по профилю «онкология» [14, 15].

Автоматизированная система использует преимущества БД для обучения, тщательно анализируя каждый отдельный клинический случай. Сеть сопоставляет ключевые индикаторы процессов и исходов применительно к утвержденным стандартам оказания онкологической помощи и генерирует быстрый ответ о достигнутых значениях качества практикующим специалистам.

Цифровая онкологическая сеть осуществляет забор данных непосредственно из электронных медицинских карт (ЭМК) и компонентов электронного управления медицинской деятельностью прикрепленных учреждений онкологического профиля. Важнейшим аспектом является высокая степень защиты медицинской информации и персонализированных данных.

Функционирование электронной сети CancerLinQ позволяет предоставлять обратную связь организациям онкологического профиля, по итогам оценки качества, в режиме реального времени, на соответствие приверженности клиническим рекомендациям и практике передовых онкологических центров. Возможно определение

паттернов, позволяющих улучшить существующую практику, формировать новые научные гипотезы. Применительно к анализу реальных данных, возможен полноценный отбор кандидатов на включение в клинические исследования, мониторинг процесса лечения, до исследования эффективности и безопасности лекарственных средств в условиях повседневной клинической практики.

Нужно отметить и необходимость решения некоторых вопросов: во-первых, совершенствование совместимости данных; во-вторых, решение правовых вопросов, в-третьих, изучение способов повышения доверия среди пользователей, сохранение конкурентоспособности.

С учетом огромного потока информации о данных реальной клинической практики создан комплекс действенных механизмов контроля качества, основанных на принципах доказательной медицины.

Инфраструктура CAPTIVE и контроль качества

С использованием технологии процессинга естественных языковых переменных (NLP) и техники машинного обучения относительно недавно была разработана экспериментальная инфраструктура CAPTIVE, которая логически объединяет три процесса: сбор (capture), преобразование (transform) и улучшение (improve) [16].

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. Этот исчерпывающий спектр информационных ресурсов позволяет экспоненциально увеличивать разрешение каждого связанного семантического уровня и обеспечить процессинг в условиях неполных данных. Цифровые сведения после интеграции преобразуются в фактические знания путем применения разнообразных алгоритмов, картирования и серий валидации [17].

Технология выбора информации подразумевает композицию структурированных и неструктурированных данных путем трансформации результатов взаимодействия пациентов и поставщиков медицинских услуг. Применительно к задачам пользователя экстракторы позволяют генерировать каждую переменную с высокой точностью. Оптимальные алгоритмы позволяют аккуратно идентифицировать клинические записи об исходах, с высокой вычислительной производительностью

Одной из целей разработки экспериментальной системы CARTIVE является поддержка принятия самостоятельных врачебных, а также совместных с пациентом решений. Развитые 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 [18].

Заключение

Прогресс медицинской информатики открывает новую эру в цифровизации контроля качества и безопасности практики оказания помощи пациентам со злокачественными новообразованиями. Развитие новых электронных аналитических платформ в ме-

дицине невозможно представить вне автоматизации процессов непрерывной обработки больших данных.

Быстрыми темпами совершенствуется автоматизация мониторинга зеркальных (сравнительных) оценок контрольных критериев качества, начиная с профилактики и до социального сопровождения пациентов и др.

Технология CancerLinQ, инфраструктура CARTIVE и другие инновационные разработки представляют собой примеры новых подходов к анализу огромного массива медицинской информации. При этом эффективная реализация автоматизированного процессинга и получение оценок качества путем применения упомянутых систем при экстракции и анализе ЭМК возможны только после структуризации первичных переменных.

Важное значение для контроля качества имеет получение максимально полной информации путем анализа доступных цифровых медицинских сведений и их интеграция в едином информационном пространстве.

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 режиме реального времени.

Прогресс технологий математического анализа и моделирования, включая разработку инструментов для определения закономерностей формирования корреляций характеристик пациентов и параметров оказанной онкологической помощи с окончательными исходами лечения, приведет к решению многих научных и практических задач в сфере цифрового контроля качества в онкологии.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Национальное руководство по паллиативной медицинской помощи в онкологии. Под редакцией академика РАН А.Д. Каприна. Москва 2022. - 522с.
2. Rockne RC, Hawkins-Daarud A, Swanson KR, et al. The 2019 mathematical oncology roadmap. *Phys Biol.* 2019;16(4):41005. DOI: 10.1088/1478-3975/ab1a09 EDN: BMWFAW
3. Гончарова А.Б., Колпак Е.П., Расулова М.М., Абрамова А.В. Математическое моделирование лечения онкологического заболевания. *Вестник Санкт-Петербургского университета. Прикладная математика. Информатика. Процессы управления.* 2020. Т.16. Вып.4. С.437-439
4. Нурматов Ф.Б., Абдулганиева Ш.Х. Цифровая трансформация в медицине *Universum: Технические науки.* 2023. №7 (112). С.27-28
5. Андреев Д.А., Завьялов А.А. Медицинская информатика в обеспечении контроля качества онкологической помощи: перспективные направления развития. *Вестник Российской академии медицинских наук.* 2021. Т. 76. № 55. С. 554-559.
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: 10.2217/fon-2017-0521
7. Willems SM, Abeln S, Feenstra KA, et al. The potential use of big data in oncology. *Oral Oncol.* 2019;98:8-12. DOI: 10.1016/j.oraloncology.2019.09.003
8. Павлов В.А., Новиков Б.А. Базы данных для обработки массивов: взгляд изнутри. *Труды Института системного программирования РАН.* 2018;30(1):137-160. [https://doi.org/10.15514/ISPRAS-2018-30\(1\)-10](https://doi.org/10.15514/ISPRAS-2018-30(1)-10)
9. 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: 10.1016/j.canep.2014.10.007 EDN: UQXKKP
10. Borstsparende chirurgie - indicator B6 | UZ Leuven. Available from: <https://www.uzleuven.be/nl/borstkanker/kwaliteitsindicatoren-borstkanker/borstsparende-chirurgie-indicator-b6> (accessed: 09.02.2021).
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. DOI: 10.46563/0044-197X-2020-64-6-311-317 EDN: KFOCTD
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. DOI: 10.17816/0869-2106-2020-26-6-421-430 EDN: XGFBRU
13. Potter D, Brothers R, Kolacevski A, et al. Development of Cancer-

- LinQ, 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: 10.1200/CCI.20.00064
14. Rubinstein SM, Warner JL. CancerLinQ: Origins, Implementation, and Future Directions. *JCO Clin Cancer Informatics*. 2018;2:1-7.
15. Rubinstein WS. CancerLinQ: Cutting the Gordian Knot of Interoperability. *J Oncol Pract*. 2019;15(1):3-6. DOI: 10.1200/JOP.18.00612
16. Hernandez-Boussard T, Blaney DW, Brooks JD. Leveraging Digital Data to Inform and Improve Quality Cancer Care. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev*. 2020;29(4):816-822. DOI: 10.1158/1055-9965.EPI-19-0873
17. 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.
18. 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: 10.1146/annurev-biodatasci-080917-013315

REFERENCES

1. National Guidelines on Palliative Care in Oncology. Edited by Academician of the Russian Academy of Sciences A.D. Kaprin. Moscow 2022.- 522c.
2. Rockne R.K., Hawkins-Daarud A., Swanson K.R., etc. The roadmap of mathematical oncology for 2019. *Physico-biological*. 2019;16(4):41005. DOI: 10.1088/1478-3975/ab1a09 EDN: BMWFAW
3. Goncharova A.B., Kolpak E. P., Rasulova M.M., Abramova A.V. Mathematical modeling of cancer treatment. *Bulletin of St. Petersburg University. Applied mathematics. Computer science. Management processes*. 2020 Vol.16. Issue 4. p.437-439
4. Nurmatov F.B., Abdulganieva Sh.Kh. Digital transformation in medicine Universum company: Technical Sciences. 2023. N.7 (112). p.27-28
5. Andreev D.A., Zavalov A.A. Medical informatics in ensuring quality control of oncological care: promising areas of development. *Bulletin of the Russian Academy of Medical Sciences*. 2021. Vol. 76. No. S5. p. 554-559.
6. Miller R.S., Wong J.L. The use of genetic data from the cancer world in oncology for cancer treatment and scientific discoveries: prevention of ASCO cancer. *Oncology of the future*. 2018;14(1):5-8. DOI: 10.2217/fo-2017-0521
7. Willems S.M., Abeln S., Finstra K.A. and others. The potential use of big data in oncology. *Oncology of the oral cavity*. 2019;98:8-12. DOI: 10.1016/j.oraloncology.2019.09.003 st.
8. Pavlov V.A., Novikov B.A. Databases for processing arrays: an inside look. *Proceedings of the Institute of System Programming of the Russian Academy of Sciences*. 2018;30(1):137-160. [https://doi.org/10.15514/IS-PRAS-2018-30\(1\)-10](https://doi.org/10.15514/IS-PRAS-2018-30(1)-10)
9. de Ridder M., Balm AIM, Smele LE et al. Epidemiological assessment of salivary gland cancer in the Netherlands (1989-2010). *The epidemiol of cancer*. 2015;39(1):14-20. DOI: 10.1016/j.canep.2014.10.007 EDN: UQXKKP
10. Borstsparend surgery - indicator B6 | UZ Leven. Available on request: <https://www.uzleuven.be/nl/borstkanker/kwaliteitsindicatoren-borstkanker/borstsparend-chirurgie-indicator-b6> (date of application: 02/09/2021).
11. Andreev D.A., Zavalov A.A., Kashurnikov A.Yu. Organization of quality control and safety of medical activity in the field of "oncology" on the example of Western European countries // Healthcare of the Russian Federation. - 2020. - vol. 64. - No. 6. - pp. 311-317. DOI: 10.46563/0044-197X-2020-64-6-311-317 EDN: KFOCTD
12. Andreev D.A., Zavalov A.A., Kashurnikov A.Yu., Dobrodeev A.Yu. Key criteria for assessing the quality of oncological care: foreign experience // *Russian Medical Journal*. - 2020. - Vol. 26. - No. 6. - pp. 421-430. DOI: 10.17816/0869-2106-2020-26-6-421-430 EDN: XGFBRU
13. Potter D., Brothers R., Kolachevsky A. and others. CancerLinQ is the development of a platform for studying medical information based on several electronic medical record systems to support the improvement of the quality of medical care. *Clinical Oncological Informatics JCO*. 2020;4:929-937. DOI: 10.1200/CCI.20.00064
14. Rubinstein S.M., Warner J. L. Oncological clinic: identification, implementation and referral for treatment. *JCO Clin Cancer Informatics*. 2018;2:1-7.
15. Rubinstein WS. Oncology clinic: Cutting the Gordian nodule of interoperability. *Legal practice*. 2019;15(1):3-6. DOI: 10.1200/JOP.18.00612
16. Hernandez-Boussard T., Blaney D.W., Brooks D.D. Using digital data to inform and improve the quality of cancer care. *Epidemiological biomarkers of cancer*. 2020;29(4):816-822. DOI: 10.1158/1055-9965.EPI-19-0873
17. Bozkurt S., Pak Ji, Kang Km, etc. Automated development of functions for documentation of digital rectal examination using natural language processing. *AMIA. Annual Symposia AMIA Symp*. 2018;2018: 288-294.
18. Banda D.M., Seneviratne M., Hernandez-Boussard T., Shah N.H. Advances in electronic phenotyping: from rule-based definitions to machine learning models. *Annual Review of Biomedical Data Sci*. 2018;1:53-68. DOI: 10.1146/annurev-biodatasci-080917-013315

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.
Участие авторов. Статья подготовлена с равным участием авторов.
Поступила: 15.01.2024. Принята к публикации: 06.02.2024.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.
Financing. The study had no sponsorship.
Contribution. Article was prepared with equal participation of the authors.
Article received: 15.01.2024. Accepted for publication: 06.02.2024