



Андреев Д.А.

Векторы формирования современного ландшафта оценки технологий здравоохранения: фундаментальные подходы и потенциал цифровых решений (обзор литературы)

ГБУ города Москвы «Научно-исследовательский институт организации здравоохранения и медицинского менеджмента Департамента здравоохранения города Москвы», 115088, Москва, Россия

РЕЗЮМЕ

Введение. Роль классических методов оценки растущего числа технологий здравоохранения не ослабевает. Вместе с тем они всё чаще реализуются с помощью специализированных высокопроизводительных комплексов.

Цель — выявить базовые подходы к проведению оценки технологий здравоохранения (ОТЗ), сохраняющие либо приобретающие особую значимость в эпоху цифровизации.

Статья подготовлена в соответствии с руководством SANRA для нарративных обзоров. Информационный поиск с использованием ключевых слов проводился в базах PubMed/Medline, а также в экосистеме Google. Основное внимание уделялось наиболее актуальным и релевантным публикациям за последние 2–3 года.

Анализ «затраты–эффективность» и «затраты–полезность» остаются распространёнными методами комплексной оценки. Рассмотрены платформы Trialstreamer и RobotReviewer, разрабатываемые с целью аналитической экстракции информации о клинических исследованиях. Определены базовые пакеты для моделирования: 1) специфичный — TreeAge Pro; 2) генерические — MS Excel и другие средства для работы с электронными таблицами; 3) статистические — R, Stata, SAS, WinBUGS. Такие веб-приложения для интерактивного моделирования, как системы на базе R Shiny и ICER Interactive Modeler, обеспечивают доступ к широкому спектру моделей в области экономики здравоохранения. Они позволяют пользователям изменять «входящие» переменные в модели и визуализировать влияние изменений на результирующие выводы в «реальном времени». Пакеты, подобные R Markdown, могут обеспечить автоматизацию формирования и обновления финальных отчётов. Приводятся примеры интеграции искусственного интеллекта (ИИ) в повседневную практику агентств по ОТЗ. Подчёркивается, что из-за недостаточной изученности спектра потенциала, рисков и ограничений ИИ возникает острая необходимость в разработке эффективных средств контроля и надзора за его деятельностью.

Недостатки текущих моделей ОТЗ во многом сопряжены с нехваткой рафинированных (подходящих) «входных» переменных и/или медицинской информации. Человеческий контроль и участие профильных экспертов остаются критически важными для обеспечения качества ОТЗ при внедрении ИИ-систем в чувствительные сферы здравоохранения.

Ключевые слова: оценка технологий здравоохранения; методы; автоматизация; компьютеризация; цифровизация; информационные технологии; моделирование; искусственный интеллект; обзор

Для цитирования: Андреев Д.А. Векторы формирования современного ландшафта оценки технологий здравоохранения: фундаментальные подходы и потенциал цифровых решений (обзор литературы). *Здравоохранение Российской Федерации*. 2025; 69(5): 423–428. <https://doi.org/10.47470/0044-197X-2025-69-5-423-428> <https://elibrary.ru/hluolm>

Для корреспонденции: Андреев Дмитрий Анатольевич, e-mail: AndreevDA@zdrav.mos.ru

Финансирование. Данная статья подготовлена автором в рамках НИР «Разработка методологических подходов ценностно-ориентированного здравоохранения (ЦОЗ) в городе Москве» (№ по ЕГИСУ: № 123032100062-6).

Конфликт интересов. Автор декларирует отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

Поступила: 21.03.2025 / Принята к печати: 24.06.2025 / Опубликовано: 31.10.2025

Dmitry A. Andreev

Vectors shaping the contemporary landscape of health technology assessment: fundamental approaches and the potential of digital solutions (literature review)

Research Institute for Healthcare Organization and Medical Management of Moscow Health Department, Moscow, 115088, Russian Federation

ABSTRACT

Introduction. The role of classical methods in assessing the growing number of health technologies remains significant. At the same time, these methods are increasingly implemented by means of specialized, high-performance hardware-software platforms.

Purpose. To identify the fundamental approaches to conducting health technology assessment (HTA) that either retain or gain particular importance in the era of digitalization.

This article was prepared in accordance with the SANRA guidelines for narrative reviews. An information search using relevant keywords was conducted in the PubMed/Medline databases and within the Google ecosystem. Priority was given to the most recent and relevant reports from the past 2–3 years.

Cost-effectiveness and cost-utility analyses remain widely applied methods of comprehensive assessment. The platforms *Trialstreamer* and *RobotReviewer*, designed for analytical extraction of clinical trial data, are reviewed. Core modeling tools are identified: (1) highly-specific — *TreeAge Pro*; (2) generic — *MS Excel* and other spreadsheet applications; (3) statistical — *R*, *Stata*, *SAS*, *WinBUGS*. Web-based applications for interactive modeling, such as *R Shiny*-based systems and the *ICER* Interactive Modeler — provide access to a range of health economics models.

These tools enable users to modify input variables and visualize the impact of such changes on outcomes in real time. Packages such as *R Markdown* can facilitate the automation of final report generation and updating.

Additionally, there are provided examples of artificial intelligence (AI) integration into the routine practice of HTA agencies. It is emphasized that, due to the insufficient exploration of AI's potential, risks, and limitations, there is an urgent need to develop effective mechanisms for oversight and governance of its use.

The limitations of current HTA models are largely associated with the scarcity of refined and context-appropriate input variables. Human oversight and the involvement of subject-matter experts remain critically important for ensuring the quality of HTA when implementing AI-based systems in sensitive areas such as healthcare.

Keywords: *health technology assessment; methods; automation; computerization; digitalization; information technologies; modeling; artificial intelligence; review*

For citation: Andreev D.A. Vectors shaping the contemporary landscape of health technology assessment: fundamental approaches and the potential of digital solutions (literature review). *Zdravookhranenie Rossiiskoi Federatsii / Health Care of the Russian Federation, Russian journal*. 2025; 69(5): 423–428. <https://doi.org/10.47470/0044-197X-2025-69-5-423-428> <https://elibrary.ru/hluolm> (in Russian)

For correspondence: Dmitry A. Andreev, e-mail: AndreevDA@zdrav.mos.ru

Funding. This article was prepared by the author as part of the research project “Development of methodological approaches to value-based healthcare (VBHC) in the city of Moscow” (USISR No.: 123032100062-6).

Conflict of interest. The author declares the absence of obvious and potential conflicts of interest in connection with the publication of this article.

Received: March 21, 2025 / Accepted: June 24, 2025 / Published: October 31, 2025

Введение

В медицине для обеспечения поддержки принятия профессиональных решений и экономического обоснования финансовых затрат применяется система оценки технологий здравоохранения (ОТЗ) [1]. Под ОТЗ понимается «систематическая и междисциплинарная оценка свойств технологий и вмешательств в области здравоохранения, охватывающая как прямые, так и косвенные последствия» [2].

Методики разносторонней или полной ОТЗ включают проведение интенсивного поиска, системного анализа фактических сведений о клинической эффективности, безопасности, экономических, социальных и других показателях технологий [3]. Современные медицинские технологии быстро развиваются, однако по ряду причин не все из них проходят экспертную оценку в установленные сроки и в рекомендуемых объемах. Это может повлечь за собой определённые риски, связанные с интеграцией некоторых инноваций в практику. В свете непрерывного увеличения числа технологических решений в здравоохранении цифровизация и автоматизация процессов их оценки становятся приоритетными задачами [3, 4]. Учитывая это, в Международном обществе фармакоэкономических исследований и научного анализа исходов растёт интерес к перспективам применения искусственного интеллекта (ИИ): передовые модели GPT, Gemini, CLIP, LLaMA, BERT, GatorTron, DALL-E и др. [5].

Системы ОТЗ функционируют во многих странах. Во времена цифровизации сформировались актуальные тенденции ОТЗ: возрастает значение данных реального мира [6]; поднимаются вопросы дальнейшей разработки способов оценки последствий внедрения в клиниках цифровых и телемедицинских систем [7]; инновационным направлением становится пациенто-ориентированность, основанная на анализе предпочтений [8]. Роль классических методов выполнения ОТЗ не ослабевает. Вместе с тем они все чаще выполняются с помощью новых цифровых инструментов (прикладные компьютерные ИТ-решения; системы ИИ и др.).

Цель — выявить базовые подходы к ОТЗ, сохраняющие либо приобретающие особую значимость в эпоху цифрового развития.

Данный нарративный обзор подготовлен в соответствии с руководством SANRA (Scale for the Assessment of Narrative Review Articles). Поиск информационных источников проводился в базе PubMed/Medline, а также в научной экосистеме Google. Использовались ключевые

слова в различных комбинациях: цифровые технологии (digital technologies); искусственный интеллект (artificial intelligence); интеллектуальный анализ / добыча данных (data mining); оценка / оценка эффективности / экспертиза / анализ медицинских технологий (health technology assessment / evaluation / appraisal / analysis); экономическая оценка / оценка экономической эффективности / экономическая экспертиза / экономический анализ в здравоохранении (health economic assessment / evaluation / appraisal / analysis) и др. Основное внимание уделялось наиболее актуальным и релевантным публикациям за последние 2–3 года. На этапе предварительного отбора учитывали наличие ключевых терминов в заголовках и аннотациях публикаций, после чего проводился углублённый качественный анализ их содержательной части. В итоге в настоящий нарративный обзор вошли 28 публикаций.

Примеры базовых методик ОТЗ, сохраняющих ключевое значение в текущий момент цифровых преобразований

Способы организации и проведения ОТЗ в России, критерии оценок и формы отчётности закреплены в соответствующих нормативных документах^{1,2,3}. Приоритизация темы является первым блоком рабочих процессов в ОТЗ [9]. После выбора направления ОТЗ составляется техническое задание, определяется сценарий оценки. Если отсутствует необходимый объём фактических переменных для ОТЗ, техническое задание пересматривается, устанавливаются возможные упрощения и принципы моделирования [10].

Положения об источниках аналитической информации для ОТЗ также зафиксированы в ГОСТ⁴. «Обязательным является проведение поиска в базе данных контролируемых испытаний Кокрановского сотрудничества, базе данных «Российская медицина» Центральной научной медицинской библиотеки Первого МГМУ им. И.М. Сеченова, Кокрановской библиотеке и базе данных MEDLINE. Другие базы данных для поиска определяются рабочей

¹ ГОСТ Р 56044–2014. «Оценка медицинских технологий. Общие положения».

² Постановление Правительства РФ от 25.07.2024 № 1009 О внесении изменений в постановление Правительства РФ от 28.08.2014 № 871.

³ ГОСТ Р 57525–2017 «Клинико-экономические исследования. Общие требования».

⁴ ГОСТ Р 56044–2014. «Оценка медицинских технологий. Общие положения».

Организация здравоохранения

Фундаментальные инструменты комплексной клинико-экономической оценки (адаптировано с сокращениями и изменениями из [17])

Fundamental tools for comprehensive clinical and economic assessment (adapted with abbreviations and changes from [17])

Описание Description	Сильные стороны Strengths	Недостатки Disadvantages
<i>Анализ «затраты–эффективность» Cost–effectiveness analysis (CEA)</i>		
Измеряет затраты в денежных единицах, а эффективность — в естественных индикаторах Measures costs in monetary units and effects in natural units	Исходы отражаются в естественных индикаторах The outcomes are reflected in natural indicators	Большинство исходов не допускают прямых сравнений Most outcomes fail to allow direct comparisons
<i>Анализ «затраты–полезность» Cost–utility analysis (CUA)</i>		
Затраты измеряются в денежных единицах, а результаты — в годах жизни с поправкой на качество или в годах жизни, скорректированных по нетрудоспособности Costs are measured in monetary units and outcomes in quality-adjusted life years or disability-adjusted life years	Агрегирует данные о качестве и продолжительности жизни; позволяет сравнивать различные вмешательства Aggregates data of quality and quantity of life; besides this, it is possible to compare different interventions	Предпочтения различаются между популяциями; иногда трудно сравнивать напрямую; показатель исхода не учитывает разнообразие контекста Different populations have different preferences; sometimes difficult to compare directly; outcome measure does not take into account a variety of contextual factors
<i>Анализ «минимизация затрат» Cost-minimization analysis (CMA)</i>		
Сравнивает затраты на эквивалентные результаты Compares costs for equivalent results	Простой метод Simple method	Альтернативы должны иметь идентичную эффективность Alternatives must have identical effectiveness
<i>Анализ «затраты–выгоды» Cost-benefits analysis (CBA)</i>		
Сравнивает затраты и результаты в денежных единицах Compares costs and results in monetary units	Способен свидетельствовать о желательности вмешательства без сравнения с альтернативами (другие методы не позволяют это) The method is capable of indicating the desirability of an intervention without comparison with alternatives (other methods do not allow this)	Глобальное препятствие к использованию — требование оценки человеческой жизни (или клинических последствий для здоровья) в денежных единицах A global barrier to use is the requirement to value human life (or clinical health outcomes) in monetary units

группой исходя из медицинской технологии, являющейся предметом оценки»⁴. Подспорьем также являются дополнительные информационные платформы [11].

В свете цифровизации ОТЗ можно рассмотреть приемлемость использования Trialstreamer — обновляющегося информационного ресурса для обнаружения и экстракции целевых сведений о клинических исследованиях, работающего на основе ИИ [12], а также интегрированной в него самостоятельной платформы ИИ — RobotReviewer для помощи в анализе характеристик клинических исследований (КИ) при формировании доказательной базы [12]. Хотя эта технология экономии времени (RobotReviewer) способна быстро выдавать результаты, умеренно схожие с трудоёмкими оценками, выполненными человеком, пока отдельные исследователи рекомендуют использовать её в редких случаях в роли ИИ — наставника или помощника для новичков в подготовке систематических обзоров [13, 14]. Частные подходы к интеграции RobotReviewer в качестве вспомогательного инструмента требуют дальнейшего рассмотрения [14]. Продолжается изучение применимости и других технологий ИИ — например, больших языковых моделей (GPT-4’s), демонстрирующих неявные успехи как средства подготовки обзоров [15].

Затраты на реализацию технологий рассчитываются путём различных методов, в том числе на основании ABC, VEN, DDD и частотного анализа⁴. Ядром ОТЗ является

выполнение методик клинико-экономического анализа. В ГОСТ³ акцентируется внимание на 5 известных анализах: «затраты на болезнь», «затраты–эффективность», «затраты–полезность», «минимизация затрат», «затраты–выгода (польза)». Информация о ключевых методах комплексной оценки суммирована в **таблице**. Комплексные оценки учитывают затраты и эффективность технологий (клиническую и экономическую составляющие).

Анализ «затраты на болезнь» (cost of illness, COI) — определяется как объёмы всех ресурсов, которые были затрачены или потеряны в результате заболевания (нетрудоспособность, преждевременная смертность) [16]. Анализ «затраты–эффективность» (cost-effectiveness analysis, CEA) основан на оценке исходов в виде событий, включая годы жизни, предотвращённых событий или изменение лабораторных и клинических показателей. Также могут использоваться комбинации этих результатов (например, годы вне больницы; комбинированные события, такие как смертность, госпитализации и др.). Для сравнения альтернатив рассчитывается инкрементальный коэффициент «затраты–эффективность» (incremental cost-effectiveness ratio, ICER), подробнее в источнике [17]. Для изучения влияния альтернатив по итогам анализа «затраты–полезность» (cost–utility analysis, CUA) определяется инкрементальный коэффициент «затраты–полезность» (incremental cost–utility ratio, ICUR) [17].

Анализы СЕА и СВА в настоящее время — одни из наиболее распространённых. Метод минимизация затрат (cost-minimization analysis, CMA) имеет ограниченное применение [17]. СВА — теоретически интересный и перспективный метод, но в фармакоэкономике используется крайне редко и, по мнению некоторых авторов, проведение СВА в России в рамках клинко-экономического анализа встречает значительные практические препятствия [18].

В ГОСТ³ в связи с клинко-экономическим анализом также упоминаются такие виды моделирования, как: «дерево решений, Марковский анализ, моделирование затрат, влияние на бюджет, моделирование Монте-Карло». Эти методы служат фундаментом ОТЗ. Выполнение моделирования обычно требует специальных знаний. Цифровые технологии помогают моделированию и реализуются на основе компьютерных программ.

Апробированные базовые прикладные программы для моделирования и формирования отчётности

Для моделирования в системе принятия решений доступны разнообразные программные продукты, ключевые из которых следующие:

- 1) специфичный для моделирования — TreeAge;
- 2) генерические — MS Excel и другие инструменты для работы с электронными таблицами;
- 3) статистические пакеты — R, Stata и SAS, WinBUGS [19].

TreeAge Pro предназначен для генерирования дерева решений, когортных и математических Марковских моделей, имеет опции для выполнения имитационных моделей (моделирование Монте-Карло) и вероятностного анализа чувствительности. MS Excel — в случае интегрированного использования с языком программирования Visual Basic может значительно помочь при получении усложнённых когортных, симуляционных и Марковских моделей. Специальная надстройка для MS Excel — Crystal Ball позволяет выполнять имитационное моделирование (метод Монте-Карло) [20]. R — это мощный статистический пакет и бесплатный язык программирования с открытым исходным кодом, заметно упрощающий конструирование сложных моделей, проведение метаанализов (среда разработки RStudio) [21–22]. STATA не считается специализированным пакетом для моделирования экономической эффективности, хотя его можно использовать для этих целей. Он получил распространение как инструмент анализа выживаемости, выполнения эпидемиологического и метаанализов. SAS использует язык программирования S и рассматривается в качестве специализированного блока программного обеспечения для аналитики и моделирования, а также прогнозирования в бизнесе. WinBUGS позволяет изучать данные в байесовской системе и используется для сравнения непрямых/смешанных методов лечения, а также для других байесовских анализов [20].

Современные методы программирования включают R, Python, Matlab и Julia. Эти инструменты обеспечивают получение клинически реалистичных моделей с рядом преимуществ (количественная оценка неопределённости, прозрачность и воспроизводимость, возможности для адаптации и т. д.) [23]. В отдельном сравнительном исследовании продемонстрировано, что TreeAge Pro и MS Excel удобны для базового моделирования затратной эффективности в ОТЗ, а R и Matlab — для внедрения в практику ОТЗ наиболее сложных сценариев анализа [24].

Для визуализации и онлайн-обновления результатов моделирования затратной эффективности возможно применение интерфейса платформы Shiny (традиционно используется R Shiny, но сейчас доступен Shiny для Python) [22]. R больше сфокусирован на статистической обработке данных, а Python выделяется универсальностью [25]. Такие веб-приложения для интерактивного моделирования, как системы на основе интерфейса R Shiny и платформа ICER, интегрируют десятки моделей, относящихся к экономике здравоохранения. Они позволяют пользователям вносить изменения во «входящие» переменные модели и визуализировать влияние изменений на результирующие выводы в реальном времени [22]. Пакеты, подобные RDocumentation и RMarkdown (в рамках R-фреймворка), могут быть использованы для автоматизации процессов документирования, формирования и обновления отчётов по ОТЗ [22].

Потенциал применения искусственного интеллекта в оценке технологий здравоохранения

ОТЗ часто основывается на взвешивании рафинированной или ёмкой медико-экономической информации. Спектр возможностей ИИ для поддержки очистки и оценки фактических данных недостаточно реализован [26].

В конце 2023 г. P. Szawara и соавт. опубликовали резюме научной работы, показавшей, что частота использования ИИ/машинного обучения (МО) агентствами ОТЗ пока ещё крайне незначительна [27]. В частности, исследователи изучили опыт ОТЗ в 7 странах (Австралия, Германия, Испания, Италия, Канада, Соединённое Королевство и Франция) и обнаружили только 10 отчётов по ОТЗ (2 из Великобритании, 6 из Канады, 1 из Италии, 1 из Франции), где упоминалось применение методов ИИ/МО. В канадских отчётах сообщалось об использовании метода главных компонент при интерпретации результативности оценок исходов, сообщаемых пациентами. При изучении отчётов из других стран было отмечено использование ИИ в связи с выполнением post-hoc анализа, оценкой экономических моделей или технологий на основе ИИ. Отдельный анализ содержания методических руководств по ОТЗ, разработанных во Франции, Италии и Германии, показал, что использование ИИ/МО обсуждается в контексте организации и проведения клинических исследований (Италия, Франция), оценок медицинских устройств (Франция) или при подготовке систематических обзоров, устанавливающих доказательную базу (Германия, EUnetHTA). Авторы пришли к выводу о том, что частота использования ИИ агентствами ОТЗ может возрасти по мере включения технологий ИИ в соответствующие методические руководства [27].

Имеются предположения, что большие языковые модели могут соперничать с производительностью человека при лимитированном круге задач по подготовке систематических обзоров, хотя их применение возможно только с большой осторожностью [15].

Для более эффективной интеграции ИИ в процессы принятия решений на основе ОТЗ необходимо повысить осведомлённость о предполагаемых и непреднамеренных последствиях методов, основанных на ИИ [26].

ОТЗ — трудоёмкий информационно-аналитический процесс. В большинстве случаев ОТЗ сводится к обзору существующих доказательств (систематический обзор литературы) и экономической оценке. В наши дни отме-

Организация здравоохранения

чается нехватка готовых моделей ОТЗ, основанных на применении сложных комплексных подходов с включением широкого спектра критериев: медицинская результативность, социальный эффект, экономическая выгода. Это обусловлено прежде всего вопросами наличия и качества готовых «входных» переменных и/или медицинской информации, формирующих доказательную базу оценок: нет нужных сведений в регистрах, базах и интернете; отсутствие доступа к данным; ограничения исследований; трудоёмкость и продолжительность анализа первичных переменных и др.

Цифровизация информационно-аналитических методов привела к появлению междисциплинарных отраслевых специалистов, использующих профессиональные знания в области клинической медицины и общественного здоровья, инновационные инструменты ИИ, статистику, классическую информатику и науки о больших данных для решения задач экономики здравоохранения [26]. Специалисты по ОТЗ по возможности нивелируют пробелы в массивах «входящих» переменных путём

компьютерного моделирования, техникой симуляции и компиляции сведений из различных источников [28]. Постепенно в ОТЗ интегрируются инновационные нейросетевые виды ИИ [5]. В литературе обсуждается множество существующих проблем внедрения ИИ в ОТЗ: регуляторные, правовые (чувствительная информация и т. д.) и методические барьеры; препятствия, связанные с управлением данными и пр. [26].

Заключение

Внедрение цифровых систем, основанных на технологиях ИИ, сопряжено с рядом рисков, связанных с непредсказуемым влиянием на качество проведения ОТЗ. На текущем этапе развития нейросетевых алгоритмов исключение человеческого контроля при решении задач высокой чувствительности в медицинской сфере остаётся невозможным [5]. В условиях цифровой трансформации принципиальное значение сохраняет участие врачей и профильных экспертов на всех стадиях разработки, тестирования и валидации оценочных моделей.

ЛИТЕРАТУРА

(п.п. 1–5, 7–9, 11–15, 17, 19–28 см. References)

6. Новодережкина Е.А., Зырянов С.К. Значение исследований реальной клинической практики в оценке технологий здравоохранения. *ФАРМАКОЭКОНОМИКА. Современная фармакоэкономика и фармакоэпидемиология*. 2022; 15(3): 380–9. <https://doi.org/10.17749/2070-4909/farmakoeconomika.2022.120> <https://elibrary.ru/ufegn>
10. Ягудина Р.И., Серпик В.Г. Методологические основы фармакоэкономического моделирования. *Фармакоэкономика: теория и практика*. 2016; 4(1): 7–12. <https://elibrary.ru/vsfngxv>

16. Протошак В.В., Русев И.Т., Тегза В.Ю., Паронников М.В., Орлов Д.Н., Ковалишин И.М. Клинико-экономический анализ в урологии. *Вестник Российской Военно-медицинской академии*. 2019; (4): 166–71. <https://elibrary.ru/dnrkjh>
18. Федоренко А.С., Воробьева Н.А., Бурбелло А.Т. *Основы и методология клинико-экономического анализа*. Архангельск; 2024.

REFERENCES

1. Espinosa O., Drummond M., Russo E., Williams D., Wix D. How can actuarial science contribute to the field of health technology assessment? An interdisciplinary perspective. *Int. J. Technol. Assess Health Care* 2025; 41(1): e3. <https://doi.org/10.1017/S0266462324004781>
2. WHO. Health technology assessment 2025. Available at: <https://who.int/health-topics/health-technology-assessment>
3. Sharma M., Teerawattananon Y., Dabak S.V., Isaranuwatthai W., Pearce F., Pilasant S., et al. A landscape analysis of health technology assessment capacity in the Association of South-East Asian Nations region. *Health Res. Policy Syst* 2021; 19(1): 19. <https://doi.org/10.1186/s12961-020-00647-0>
4. Nemzoff C., Shah H.A., Heupink L.F., Regan L., Ghosh S., Pincombe M., et al. Adaptive health technology assessment: a scoping review of methods. *Value Heal.* 2023; 26(10): 1549–57. <https://doi.org/10.1016/j.jval.2023.05.017>
5. Fleurence R.L., Bian J., Wang X., Xu H., Dawoud D., Higashi M., et al. Generative artificial intelligence for health technology assessment: opportunities, challenges, and policy considerations: an ISPOR Working Group Report. *Value Heal.* 2025; 28(2): 175–83. <https://doi.org/10.1016/j.jval.2024.10.3846>
6. Novoderezhkina E.A., Zyryanov S.K. The role of real world data and real world evidence in health technology assessment. *ФАРМАКОЭКОНОМИКА. Современная фармакоэкономика и фармакоэпидемиология*. 2022; 15(3): 380–9. <https://doi.org/10.17749/2070-4909/farmakoeconomika.2022.120> <https://elibrary.ru/ufegn> (in Russian)
7. Farah L., Borget I., Martelli N., Vallee A. Suitability of the current health technology assessment of innovative artificial intelligence-based medical devices: scoping literature review. *J. Med. Internet Res.* 2024; 26: e51514. <https://doi.org/10.2196/51514>
8. Holtorf A.P., Bertelsen N., Jarke H., Dutarte M., Scalabrini S., Strammiello V. Stakeholder perspectives on the current status and potential barriers of patient involvement in health technology assessment (HTA) across Europe. *Int. J. Technol. Assess. Health Care*. 2024; 40(1): e81. <https://doi.org/10.1017/S0266462324004707>
9. Bidonde J., Lauvrak V., Ananthakrishnan A., Kingkaew P., Peacocke E.F. Topic identification, selection, and prioritization for health technology assessment in selected countries: a mixed study design. *Cost Eff. Resour. Alloc.* 2024; 22(1): 12. <https://doi.org/10.1186/s12962-024-00513-8>
10. Yagudina R.I., Serpik V.G. Methodological issues of pharmacoeconomic modeling. *Фармакоэкономика: теория и практика*. 2016; 4(1): 7–12. <https://elibrary.ru/vsfgyf>
11. Zia A., Aziz M., Popa I., Khan S.A., Hamedani A.F., Asif A.R. Artificial intelligence-based medical data mining. *J. Pers. Med.* 2022; 12(9): 1359. <https://doi.org/10.3390/jpm12091359>
12. Ramprasad S., Marshall I.J., McInerney D.J., Wallace B.C. Automatically summarizing evidence from clinical trials: a prototype highlighting current challenges. *Proc. Conf. Assoc. Comput. Linguist. Meet.* 2023; 2023: 236–47.
13. Muller A.E., Rose C.J., Ames H.M., Echavez J.F.M., van de Velde S.R.P. Is Robot Reviewer, a semiautomated risk of bias tool, acceptable to researchers? In: *Information Retrieval Meeting (IRM 2022)*. Cologne: German Medical Science GMS Publishing House; 2022.
14. Tian Y., Yang X., Doi S.A., Furuya-Kanamori L., Lin L., Kwong J.S.W., et al. Towards the automatic risk of bias assessment on randomized controlled trials: A comparison of RobotReviewer and humans. *Res. Synth. Methods*. 2024; 15(6): 1111–9. <https://doi.org/10.1002/jrsm.1761>
15. Khraisha Q., Put S., Kappenberg J., Warratch A., Hadfield K. Can large language models replace humans in systematic reviews? Evaluating GPT-4's efficacy in screening and extracting data from peer-reviewed and grey literature in multiple languages. *Res. Synth. Methods*. 2024; 15(4): 616–26. <https://doi.org/10.1002/jrsm.1715>
16. Protoshak V.V., Rusev I.T., Tegza V.Yu., Paronnikov M.V., Orlov D.N., Kovalishin I.M. Clinical-economic analysis in urology. *Vestnik Rossiiskoi Voennomeditsinskoi akademii*. 2019; (4): 166–71. <https://elibrary.ru/dnrkjh> (in Russian)
17. Michelly Gonçalves Brandão S., Brunner-La Rocca H.P., Pedrosa de Lima A.C., Alcides Bocchi E. A review of cost-effectiveness analysis:

- From theory to clinical practice. *Medicine (Baltimore)*. 2023; 102(42): e35614. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000035614>
18. Fedorenko A.S., Vorob'eva N.A., Burbello A.T. *Fundamentals and Methodology of Pharmacoeconomic Analysis: [Osnovy i metodologiya kliniko-ekonomicheskogo analiza]*. Arkhangelsk; 2024. (in Russian)
 19. National Institute for Health and Care Research. Wolstenholme J. Decision analytic modelling for economic evaluation of new diagnostic tests n.d. Available at: <https://nihr.ac.uk/>
 20. Tosh J., Wailoo A. Review of Software for Decision Modelling. London: National Institute for Health and Care Excellence (NICE); 2008.
 21. Naylor N.R., Williams J., Green N., Lamrock F., Briggs A. Extensions of health economic evaluations in R for microsoft excel users: a tutorial for incorporating heterogeneity and conducting value of information analyses. *Pharmacoeconomics*. 2023; 41(1): 21–32. <https://doi.org/10.1007/s40273-022-01203-0>
 22. Thokala P., Srivastava T., Smith R., Ren S., Whittington M.D., Elvidge J., et al. Living health technology assessment: issues, challenges and opportunities. *Pharmacoeconomics*. 2023; 41(3): 227–37. <https://doi.org/10.1007/s40273-022-01229-4>
 23. Incerti D., Thom H., Baio G., Jansen J.P. R you still using excel? The advantages of modern software tools for health technology assessment. *Value Heal.* 2019; 22(5): 575–9. <https://doi.org/10.1016/j.jval.2019.01.003>
 24. Hollman C., Paulden M., Pechlivanoglou P., McCabe C. A comparison of four software programs for implementing decision analytic cost-effectiveness models. *Pharmacoeconomics*. 2017; 35(8): 817–30. <https://doi.org/10.1007/s40273-017-0510-8>
 25. Northwestern University. Geller A. Comparing Python Interactives to R Shiny; 2022. Available at: <https://sites.northwestern.edu/researchcomputing/2022/03/30/comparing-python-interactives-to-r-shiny/>
 26. Zemplényi A., Tachkov K., Balkanyi L., Németh B., Petykó Z.I., Petrova G., et al. Recommendations to overcome barriers to the use of artificial intelligence-driven evidence in health technology assessment. *Front. Public Heal.* 2023; 11: 1088121. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1088121>
 27. Szawara P., Zlateva J., Kotseva F., Stoyaniov P., Guerra I., Halmos T., et al. HTA364 can artificial intelligence and machine learning be used to demonstrate the value of a technology for HTA decision-making? *Value Heal.* 2023; 26: S390. <https://doi.org/10.1016/j.jval.2023.09.2047>
 28. McEwan P., Bøg M., Faurby M., Foos V., Lingvay I., Lübker C., et al. Cost-effectiveness of semaglutide in people with obesity and cardiovascular disease without diabetes. *J. Med. Econ.* 2025; 28(1): 268–78. <https://doi.org/10.1080/13696998.2025.2459529>

Информация об авторе

Андреев Дмитрий Анатольевич, канд. наук, вед. науч. сотр. ГБУ НИИОЗММ ДЗМ, 115088, Москва, Россия. E-mail: AndreevDA@zdrav.mos.ru

Information about the author

Dmitry A. Andreev, PhD, leading researcher, Research Institute for Healthcare Organization and Medical Management of Moscow Healthcare Department, Moscow, 115088, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0003-0745-9474>
E-mail: AndreevDA@zdrav.mos.ru