

Перспективные цифровые решения для медицинского менеджмента пациентов с онкологическими заболеваниями

А. А. Завьялов^{1,2}, Д. А. Андреев¹

¹ ГБУ «Научно-исследовательский институт организации здравоохранения и медицинского менеджмента Департамента здравоохранения города Москвы», 115088, Российская Федерация, Москва, ул. Шарикоподшипниковская, д. 9

² Федеральное государственное бюджетное учреждение «Государственный научный центр Российской Федерации – Федеральный медицинский биофизический центр имени А. И. Бурназяна», 123098, Российская Федерация, Москва, ул. Маршала Новикова, д. 23

Аннотация

Введение. Злокачественные новообразования по-прежнему остаются серьезным вызовом для общества, занимая вместе с сердечно-сосудистой патологией ведущее место в структуре причин смертности населения в подавляющем большинстве развитых стран мира. Широкая популяризация инновационных цифровых технологий в профессиональной клинической среде, не имеющей подготовки по соответствующим отраслям физико-математических специальностей, служит важным направлением для развития онкологической службы. Это в полной мере отвечает целям и задачам федерального проекта «Борьба с онкологическими заболеваниями», направленного на значительное снижение смертности от новообразований к 2024 году.

Цель. Обобщение инновационных индивидуализированных технологических решений по обеспечению пациентов качественной онкологической помощью.

Материалы и методы. Научное исследование выполнено по результатам поиска с использованием базы PubMed / Medline и системы Google. Временной горизонт поиска составил 6 лет.

Результаты. В статье отражены примеры новых цифровых решений по медицинскому менеджменту и обеспечению регистрации мультипараметрических показателей оказания онкологической помощи в условиях соблюдения принципов индивидуальной ориентированности. Среди актуальных решений мобильного/дистанционного электронного здравоохранения для онкологических больных необходимо выделить: 1) переносные (индивидуальные) медицинские гаджеты; 2) «умные» пьезоэлектрические ожерелья; 3) имплантируемые и внутренние сенсоры; 4) приборы для выполнения анализа крови на дому у пациентов, получающих химиотерапию; 5) мобильные противоопухолевые девайсы; 6) приборы, реализующие нейротехнологии для обезболивания; 7) комплексную систему удаленного мониторинга.

Выводы. В условиях распространения цифровых инноваций появляется новая среда, в которой рутинными стандартами оказания онкологической помощи постепенно становятся автономия пациента, принятие совместных медицинских решений с учетом предпочтений пациента, обеспечение широкого доступа к новейшим информационным технологиям и ресурсам.

Ключевые слова: цифровые технологии; мобильные гаджеты и девайсы; электронное здравоохранение; регистрация качества; онкология.

Для цитирования: Завьялов, А. А., Андреев, Д. А. Перспективные цифровые решения для медицинского менеджмента пациентов с онкологическими заболеваниями // Здоровье мегаполиса. – 2022. – Т. 3. – № 1. – С. 79–87. doi: 10.47619/2713-2617.zm.2022.v.3i1;79–87.

Promising digital solutions for medical management of patients with oncological diseases

A. A. Zavyalov^{1,2}, D. A. Andreev¹

¹ State Budgetary Institution "Research Institute for Healthcare Organization and Medical Management of Moscow Health Department", 9, Sharikopodshipnikovskaya str., 115088, Moscow, Russian Federation

² Federal State Budgetary Institution "State Research Center – Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency", 23, Marshala Novikova str., 123098, Moscow, Russian Federation

Abstract

Introduction. Malignant neoplasms remain a serious challenge for society, occupying the leading places next to cardiovascular pathology in the structure of causes of death in the vast majority of developed countries of the world. The wide popularization of innovative digital technologies in a professional clinical environment that does not have training in the relevant branches of physical and mathematical specialties is the key to the development and implementation of automated quality assessments. This fully meets the goals and objectives of the federal project "Fight against oncological diseases", aimed at a drastically reduction in cancer mortality by 2024 among the population of the Russia. **Purpose.** Generalization of innovative individualized technological solutions to provide patients with high quality cancer care. **Methods and materials.** The scientific study was performed based on the results of a search using the PubMed / Medline database and the Google system. The search period covered about 6 years. **Results.** The article reflects examples of new digital solutions for medical management and the registration of multi-parametric indicators of oncological care at patient-oriented level. Among the actual solutions of mobile /remote e-health for cancer patients it is necessary to highlight: 1) portable (individual) medical gadgets; 2) "smart" piezoelectric necklaces; 3) implantable and internal sensors; 4) devices for performing blood tests at home in patients receiving chemotherapy; 5) mobile antitumor devices; 6) devices that implement neurotechnologies for pain relief; 7) integrated remote monitoring system. **Findings.** In the context of the spread of digital innovations a new environment is emerging, in which patient autonomy, collaborative medical decision making based on patient preferences, and ensuring wide access to the latest information technologies and resources are gradually becoming routine standards for providing oncological care.

Keywords: digital technologies; mobile gadgets and devices; e-health, quality registration; oncology; cancer care.

For citation: Zavyalov AA, Andreev DA. Promising digital solutions for medical management of patients with oncological diseases. *City Healthcare*. 2022;3(1):79–87. doi: 10.47619/2713-2617.zm.2022.v.3i1;79–87.

Введение

Злокачественные новообразования занимают лидирующие позиции в структуре причин смертности населения в подавляющем большинстве развитых стран мира. По данным ВОЗ, в 2020 году онкологические заболевания стали причиной смерти свыше 10 млн человек по всему миру (каждая шестая смерть) [1].

История развития медицины включает немало прорывных достижений, которые помогли справиться с вызовами, связанными с различными заболеваниями. К разряду таких инноваций можно отнести открытие антибиотиков, разработку принципов и способов вакцинации, развитие профилактики и скрининга опасных заболеваний, создание системы общественной гигиены и т. д.

Одним из основных современных инновационных направлений в медицине является развитие и внедрение различных информационных технологий, интегрирующих систему оказания онкологической помощи в единый цифровой контур как на региональном, так и на национальном уровнях. Информационное пространство охватывает различные аспекты онкологической практики: от простой электронной регистрации индивидуализированных медицинских сведений по диагностике и лечению раковых больных до углубленного процессинга больших массивов данных и предоставления обратной телекоммуникационной связи врачам и пациентам.

В современных реалиях цифровизации здравоохранения происходит преобразование и улучшение традиционных схем организации оказания онкологической помощи, все больше отвечающих основам пациентоориентированности и индивидуальным потребностям больных со злокачественными новообразованиями (ЗНО). Цифровое здравоохранение – это естественный путь закономерного развития онкологической службы, затрагивающий различные аспекты жизни людей в крупных мегаполисах, небольших городах и поселениях [2, 3].

Определено семь базовых слагающих успеха цифровой трансформации здравоохранения:

1) разработка технологичных медицинских решений, аккумулирующих лучшие мировые практики;

2) оптимальное вовлечение всех участников медицинского процесса посредством эффективной адаптации/модификации менеджмента и маршрутизации пациентов на основе предиктивных электронных решений;

3) обучение персонала максимально продуктивному применению цифровых технологий в практической плоскости;

4) введение инклюзивного подхода, не оставляющего без внимания ни одного пациента;

5) внедрение облачных платформ для доступа к данным в любое время и в любом месте;

6) создание доверия путем защиты конфиденциальности и обеспечения безопасности электронных данных;

7) объединение усилий путем стратегического партнерства и развития сотрудничества в рамках экосистемы [4].

Индивидуальные истории болезни, анамнез патоморфоза опухоли (естественного и терапевтического), проведенного лечения и достигнутых исходов все чаще становятся предметом изучения и моделирования при решении вопросов контроля качества медицинской деятельности по профилю «онкология».

Широкая популяризация инновационных цифровых технологий в профессиональной клинической среде, не имеющей специализированной подготовки по соответствующим отраслям физико-математических знаний, является крайне актуальной задачей, в полной мере отвечающей целям федерального проекта «Борьба с онкологическими заболеваниями», направленным на значительное снижение смертности от новообразований к 2024 году [5].

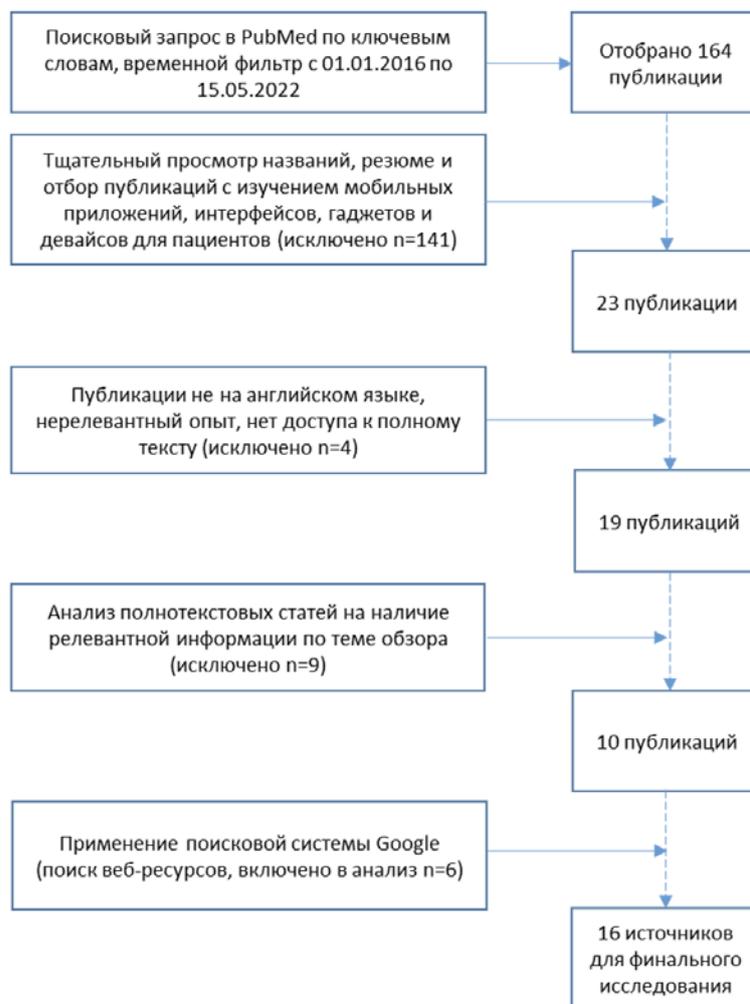
Данное исследование выполнено с целью обобщения актуальных технологических решений по цифровому обеспечению пациентов качественной онкологической помощью.

Материалы и методы

Научное исследование выполнено по результатам поиска с использованием базы PubMed / Medline и системы Google. В поисковых запросах применялись следующие словарные формы: digital solutions & cancer care. Временной фильтр поиска в системе PubMed включал период с 01.01.2016 по 15.05.2022 (рис. 1). Анализ материалов, представленных в PubMed / Medline, дополнили информацией, полученной путем поиска (ключевые слова: digital solutions и cancer care etc) информационных ресурсов с помощью системы Google. В финале было проанализировано 16 наиболее релевантных и отвечающих целям данного исследования источников. При необходимости в список использованных источников также включались другие дополнительные публикации.

Рисунок 1. Дизайн отбора и исследования информационных источников по перспективным цифровым решениям для пациентов с онкологическими заболеваниями

Figure 1. Design of selection and research of information sources on promising digital solutions for patients with oncological diseases words translation



Результаты

Пациентоориентированные интерфейсы для контроля проявлений онкологических заболеваний и медицинского менеджмента

Особое внимание уделяется разработке интегрирующей компьютерной программы по управлению симптомами, основанной на анализе исходов, сообщаемых пациентами (eSyM). Программа предназначена для совершенствования послеоперационного восстановления и улучшения общего самочувствия пациентов, получающих химиотерапию [6]. Гибкий интерфейс eSyM позволяет регистрировать симптомы на основе общих критериев терминологии PRO-CTCAE. Система использует данные, внесенные в электронные медицинские карты, и включает элементы генерирования напоминаний, рекомендаций по достижению самоконтроля над симптомами для пациентов, а также формирования отчетов, информационных панелей и диаграмм для врачей.

Технология eSyM также включает применение защищенного портала для пациентов, регистрацию данных о диагнозе, процедурах и режимах химиотерапии, формирование реестров, определяющих целевые группы населения для пристального мониторинга, и т. д. [6]. Интеграция программ автоматизированного сбора и анализа оценки исходов, сообщаемых пациентами в единый цифровой блок на основе электронных медицинских карт, улучшит многие процессы оказания онкологической помощи. Примерами разработок цифровых систем мониторинга исходов, сообщаемых пациентами, являются исследования Sivanandan et al. [7], Karamanidou et al. [8], Fallahzadeh et al. [9].

Имеется подробное описание исследований систем для контроля хронического болевого синдрома у пациентов с онкологической патологией с помощью технологий, сочетающих удаленный мониторинг с дистанционным менеджментом. Были изучены такие симптомы, как боль, депрес-

сия, либо и то, и другое у пациентов, страдающих различными видами рака, в том числе легкого, молочной железы или желудка [10]. Применялся автоматизированный дистанционный мониторинг симптомов через веб-приложение или путем интерактивных голосовых телефонных звонков. Кроме того, в соответствии с согласованным планом пациентам звонила медицинская сестра. К концу исследования, продолжавшегося 12 месяцев, у пациентов значительно уменьшились боль и депрессия [11].

Среди других примеров программного интерфейса для пациентов можно назвать разрабатываемое Lim et al. 2021 [12] мобильное приложение для проведения персонализированной реабилитации на протяжении всего непрерывного лечения рака молочной железы. Авторы сконструировали модульную экосистему приложений мобильного здравоохранения. Основные модули включали экран самоконтроля, блок индивидуализированной информации о здоровье, рекомендации по выполнению упражнений и формированию пищевого поведения для персонализированной реабилитации пациента во время непрерывного лечения рака молочной железы.

Многообещающие данные по разработке цифровых решений для сбора и анализа персонализированных медицинских сведений по больным с ЗНО представлены также в публикации Navarro-Alaman et al. [13].

Портативные гаджеты и мобильное здравоохранение

Фитнес-браслеты и аналогичные устройства в настоящее время получают все большее техническое развитие, их применение способствует формированию здоровых привычек и образа жизни, которые снижают риск возникновения опухолей. Эти небольшие приборы также могут играть значительную роль при лечении злокачественных новообразований. В их конструкции предусмотрены датчики, регистрирующие основные функциональные показатели у онкологических больных: частоту сердечных сокращений, артериальное давление, температуру тела, уровень сахара в крови, характеристики циклов сна и бодрствования, уровень повседневной активности.

Сложные версии подобных гаджетов позволяют квалифицированной онкологической бригаде анализировать регистрируемую медицинскую информацию в режиме реального времени и предоставлять рекомендации по выбору модели ведения пациента (включая интервенционные вмешательства в случае необходимости) [14]. Были подведены итоги научных исследований и продемонстрировано важное значение инновационных технологий, заложенных в основу фитнес-приборов, в принятии эффективных лечеб-

ных решений, увеличении продолжительности жизни больных с новообразованиями, построении крепких конструктивных взаимоотношений между врачом и пациентом [11].

Проводятся новаторские исследования неинвазивных методов мониторинга приверженности пациентов противоопухолевому лечению, что зачастую имеет решающее значение для достижения наиболее благоприятных исходов.

Среди множества новых технологий, находящихся в стадии изучения, следует выделить прибор с названием «умное ожерелье». По итогам исследований применимости искусственного интеллекта в медицине он способен точно регистрировать проглатывание лекарств пациентом. В устройстве используется пьезоэлектрический датчик, который преобразует движения, возникающие в шее пациента во время глотания, в электрические сигналы. Импульсы передаются в мобильное приложение, оснащенное алгоритмами распознавания глотания при приеме лекарств, витаминов, проглатывания слюны, потребления жидкости или же общих движений, ассоциированных с речью, и т. д. [11].

Подобные системы помогают пользователям придерживаться назначенной терапии, режимов питания, определенного образа жизни и т. д., предоставляя им обратную связь в режиме реального времени [15].

Не все датчики применяются в мобильных или переносных гаджетах. Благодаря прогрессу в области микроэлектроники, скоростному процессингу цифровых данных и беспроводной связи появились возможности для применения сенсоров, имплантируемых под кожу, и датчиков, функционирующих внутри желудочно-кишечного тракта после их проглатывания. Внутренние сенсоры позволяют осуществлять непрерывный и неощутимый для пациента мониторинг важнейших жизненных функций (частоту сердечных сокращений и т. д.), а также режимов приема противоопухолевых лекарств.

Сенсоры данного класса способны предупреждать пациентов и лиц, осуществляющих за ними уход, о случаях раннего обнаружения определенных проблем в текущей ситуации, снижая риски развития тяжелых последствий, требующих серьезного вмешательства.

Фонд Christie NHS Foundation Trust, являющийся одним из лидеров в области исследований и разработок методов лечения рака, продвигает устройства для дистанционного мониторинга [16], предоставляющие пациентам онкологического профиля возможности проведения автоматического анализа крови на дому.

Такие гаджеты могут определять число лейкоцитов и показатели гемоглобина по капле крови из пальца. Затем результаты анализа отправля-

ются в медицинскую организацию, где их оценивают специалисты-онкологи.

Данная разработка может быть особенно полезной для пациентов, получающих химиотерапию. Им необходимо проведение лабораторного анализа крови перед каждым циклом лечения. Слишком низкий показатель числа лейкоцитов свидетельствует о необходимости отмены или пересмотра текущей схемы лечения. Путем тестирования на дому с использованием подобных устройств сокращается число поездок тяжелого онкологического пациента в больницу, экономятся время и ресурсы. Гаджеты одновременно измеряют температуру тела пациента, оценивают выраженность симптомов. Результаты позволяют онкологической бригаде оперативно принимать решения о проведении дополнительных медицинских вмешательств в случае ухудшения состояния пациента.

Инновационные технологии формируют почву для появления неизвестных ранее подходов к лечению рака. Например, разработана система Optune, предназначенная для пациентов с глиобластомой (разновидность опухолей головного мозга). Функциональные элементы Optune [17] надевают на голову и фиксируют с помощью четырех тонких пластырей. Система генерирует и проводит в мозг электрические поля низкой интенсивности, направленные на ингибирование деления и роста опухолевых клеток. Пациенты могут носить устройство, занимаясь своими повседневными делами. Данное неинвазивное лечение проводится до 18 ч в день [11].

Разрабатываются передовые технологии обезболивания для пациентов с метастатическим раком молочной железы, кишечника или предстательной железы. Новый анестезирующий прибор, получивший название Quell, использует электричество для стимуляции нервных окончаний, передающих импульсы в мозг, побуждая последний блокировать болевые сигналы со всего тела. Устройство снабжено лентой, которую оборачивают вокруг верхней части голени. Разработка имеет приложение для смартфона, отслеживающего сон, физическую активность и другие функциональные показатели пациента [11, 18].

В последние несколько лет выполняются интенсивные исследования разнообразных мобильных «электронных носов-сенсоров» для выявления и предварительной классификации рака желудка. Leja и соавт. 2021 [19] представили результаты новых разработок портативного устройства нанодатчика выдыхаемого воздуха, являющегося перспективной разработкой для выявления рака желудка и других онкопатологий. Мобильный анализатор для персонального пользования продемонстрировал отличные результаты при обнаружении рака желудка. Прибор обладает потен-

циалом для выявления других злокачественных и незлокачественных новообразований. Одной из последующих целей применения подобной технологии станет пред- и послеоперационный мониторинг онкологических больных [19].

В обзорах Garg et al. [20], Prochaska et al. [21], Shahrokni [22] классифицированы и суммированы итоги изучения примеров цифрового и мобильного здравоохранения, играющих роль в оказании персонализированной онкологической помощи.

Полный спектр приложений мобильного здравоохранения доступен для загрузки с цифровых площадок (например, iTunes, Google Play) для использования на смартфонах, планшетах и других портативных устройствах [21]. Были разработаны тысячи приложений, ориентированных на здоровье, большинство из которых позволяет контролировать образ жизни (например, физические упражнения, диета, стресс, курение). К сожалению, невысокая частота использования этих приложений на практике объясняется их ограниченной функциональностью: только 10 % могут подключаться к устройству или датчику, а 2 % синхронизируются с цифровыми системами поставщиков услуг и т. д.

Заключение

В статье отражены примеры технологичных решений в медицинском менеджменте и обеспечении регистрации мультипараметрических показателей оказания онкологической помощи в условиях соблюдения принципов индивидуальной ориентированности.

В условиях распространения цифровых инноваций появляется новая среда [3], в которой рутинными стандартами оказания онкологической помощи постепенно становятся автономия пациента, принятие совместных медицинских решений с учетом предпочтений пациента, обеспечение широкого доступа к актуальным информационным ресурсам.

Прогресс в сфере медицинских цифровых решений открыл прекрасную возможность для дальнейшего развития эффективной, качественной, персонализированной онкологической помощи. Вместе с тем необходимо проведение дополнительных исследований применимости и адаптации возросшего числа разнообразных информационных технологий к реальной практике работы с онкологическими пациентами.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: the authors declare no conflict of interest.

Финансирование: исследование проводилось без спонсорской поддержки.

Funding: the study had no sponsorship.

Список литературы

1. World Health Organization. Cancer. Published 2022. Accessed May 16, 2022. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cancer>.
2. Hernandez-Boussard T., Blayney D. W., Brooks J. D. Leveraging Digital Data to Inform and Improve Quality Cancer Care // *Cancer Epidemiol biomarkers Prev a Publ Am Assoc Cancer Res cosponsored by Am Soc Prev Oncol.* – 2020. – V. 29. – No. 4. – P. 816–822. doi:10.1158/1055-9965.EPI-19-0873.
3. Charalambous A. Utilizing the Advances in Digital Health Solutions to Manage Care in Cancer Patients // *Asia-Pacific J Oncol Nurs.* – 2019. – V. 6. – No. 3. – P. 234–237. doi: https://doi.org/10.4103/apjon.apjon_72_18.
4. Philips. Seven key success factors for digital transformation in healthcare. Published 2022. Accessed April 13, 2022. URL: <https://www.philips.com/a-w/about/news/archive/blogs/innovation-matters/Using-meaningful-innovation-to-improve-cancer-treatment.html>.
5. Стилиди, И. С., Геворкян, Т. Г., Шпак, А. Г. Совершенствование показателей федерального проекта «Борьба с онкологическими заболеваниями» // *Вестник Росздрава*. – 2021. – № 1. – С. 46–53.
6. Hassett M. J., Cronin C., Tsou T. C., Wedge J., Bian J., Dizon D. S., et al. eSyM: An Electronic Health Record-Integrated Patient-Reported Outcome-Based Cancer Symptom Management Program Used by Six Diverse Health Systems // *JCO Clin cancer informatics.* – 2022. – T. 6:e2100137. doi: 10.1200/CCI.21.00137.
7. Sivanandan M. A., Sharma C., Bullard P., Christian J. Digital Patient-Reported Outcome Measures for Monitoring of Patients on Cancer Treatment: Cross-sectional Questionnaire Study // *JMIR Form Res.* – 2021;5(8):e18502. doi: 10.2196/18502
8. Karamanidou C., Natsiavas P., Koumakis L., Marias K., Schera F., Schäfer M., et al. Electronic Patient-Reported Outcome-Based Interventions for Palliative Cancer Care: A Systematic and Mapping Review // *JCO Clin cancer informatics.* – 2020. – No. 4. – P. 647–656. doi: 10.1200/CCI.20.00015.
9. Fallahzadeh R., Rokni S. A., Ghasemzadeh H., Soto-Perez-de-Celis E., Shahrokni A. Digital Health for Geriatric Oncology // *JCO Clin cancer informatics.* – 2018. – No. 2. – P. 1–12. doi: 10.1200/CCI.17.00133.
10. Kroenke K., Theobald D., Wu J., Norton K., Morrison G., Carpenter J., et al. Effect of Telecare Management on Pain and Depression in Patients With Cancer: A Randomized Trial // *JAMA.* – 2010. – V. 304. – No. 2. – 163–171. doi: 10.1001/jama.2010.944
11. Philips, Tonarelli L. Innovative ways digital health can help manage cancer. Accessed April 13, 2022. URL: <https://www.philips.com/a-w/about/news/archive/future-health-index/articles/20170222-innovative-ways-digital-health-can-help-manage-cancer.html>.
12. Lim J.Y., Kim J.K., Kim Y., Ahn S.Y., Yu J., Hwang J. H. A Modular Mobile Health App for Personalized Rehabilitation Throughout the Breast Cancer Care Continuum: Development Study // *JMIR Form Res.* – 2021. – V. 5(4):e23304. doi: 10.2196/23304.
13. Navarro-Alamán J., Lacuesta R., García-Magariño I., Gallardo J., Ibarz E., Lloret J. Close2U: An App for Monitoring Cancer Patients with Enriched Information from Interaction Patterns // *J Healthc Eng.* – 2020;2020:3057032. doi: 10.1155/2020/3057032.
14. University of Southern California, Vuong Z. USC to show how wearable technology can improve cancer treatment. Accessed April 13, 2022. URL: <https://pressroom.usc.edu/usc-to-show-how-wearable-technology-can-improve-cancer-treatment/>.
15. Hussain G., Javed K., Cho J., Yi J. Food Intake Detection and Classification Using a Necklace-Type Piezoelectric Wearable Sensor System // *IEICE Trans Inf Syst.* 2018;E101.D:2795–2807. doi: 10.1587/transinf.2018EDP7076.
16. The Christie NHS Foundation Trust. Home monitoring to support patients during chemotherapy. Accessed April 14, 2022. URL: <https://www.health.org.uk/improvement-projects/home-monitoring-to-support-patients-during-chemotherapy>.
17. Novocure GmbH. More than 18,000 people have started Optune. Published 2022. Accessed April 13, 2022. URL: <https://www.optune.com/>.
18. The Scripps Research Institute. Quell® Opioid Reduction and Pain Relief. Accessed May 16, 2022. URL: <https://www.scripps.edu/science-and-medicine/translational-institute/translational-research/digital-medicine/quell/index.html>.
19. Leja M., Kortelainen J. M., Polaka I., Turppa E., Mitrovics J., Padilla M., et al. Sensing gastric cancer via point-of-care sensor breath analyzer // *Cancer.* – 2021. – V. 127. – No. 8. – 1286–1292. doi: 10.1002/cncr.33437.
20. Garg S., Williams N. L., Ip A., Dicker A. P. Clinical Integration of Digital Solutions in Health Care: An Overview of the Current Landscape of Digital Technologies in Cancer Care // *JCO Clin cancer informatics.* – 2018. – No. 2. – P. 1–9. doi: 10.1200/CCI.17.00159.
21. Prochaska J. J., Coughlin S. S., Lyons E. J.

Social Media and Mobile Technology for Cancer Prevention and Treatment / Am Soc Clin Oncol Educ book Am Soc Clin Oncol Annu Meet. – 2017. – No 37. – P. 128-137. doi: 10.1200/EDBK_173841.

22. Shahrokni A., Loh K. P., Wood W A. Toward Modernization of Geriatric Oncology by Digital Health Technologies / Am Soc Clin Oncol Educ book Am Soc Clin Oncol Annu Meet. – 2020. –No. 40. – P. 1-7. doi: 10.1200/EDBK_279505.

References

1. World Health Organization. Cancer. Published 2022. Accessed May 16, 2022. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cancer>.

2. Hernandez-Boussard T, Blayney DW, Brooks JD. Leveraging Digital Data to Inform and Improve Quality Cancer Care. *Cancer Epidemiol biomarkers Prev a Publ Am Assoc Cancer Res* cosponsored by Am Soc Prev Oncol. 2020;29(4):816-822. doi:10.1158/1055-9965.EPI-19-0873.

3. Charalambous A. Utilizing the Advances in Digital Health Solutions to Manage Care in Cancer Patients. *Asia-Pacific J Oncol Nurs*. 2019;6(3):234-237. doi: https://doi.org/10.4103/apjon.apjon_72_18.

4. Philips. Seven key success factors for digital transformation in healthcare. Published 2022. Accessed April 13, 2022. URL: <https://www.philips.com/a-w/about/news/archive/blogs/innovation-matters/Using-meaningful-innovation-to-improve-cancer-treatment.html>.

5. Stilidi And S, Gevorkyan TG, Shpak AG. Improvement of indicators of the federal project "Fight against oncological diseases". *Bulletin of Roszdravnadzor*.

6. Hassett MJ, Cronin C, Tsou TC, Wedge J, Bian J, Dizon DS, et al. eSyM: An Electronic Health Record-Integrated Patient-Reported Outcomes-Based Cancer Symptom Management Program Used by Six Diverse Health Systems. *JCO Clin cancer informatics*. 2022;6:e2100137. doi: 10.1200/CCI.21.00137.

7. Sivanandan MA, Sharma C, Bullard P, Christian J. Digital Patient-Reported Outcome Measures for Monitoring of Patients on Cancer Treatment: Cross-sectional Questionnaire Study. *JMIR Form Res*. 2021;5(8):e18502. doi: 10.2196/18502.

8. Karamanidou C, Natsiavas P, Koumakis L, Marias K, Schera F, Schäfer M, et al. Electronic Patient-Reported Outcome-Based Interventions for Palliative Cancer Care: A Systematic and Mapping Review. *JCO Clin cancer informatics*. 2020;4:647-656. doi: 10.1200/CCI.20.00015.

9. Fallahzadeh R, Rokni SA, Ghasemzadeh H, Soto-Perez-de-Celis E, Shahrokni A. Digital Health for Geriatric Oncology. *JCO Clin cancer informatics*. 2018;2:1-12. doi: 10.1200/CCI.17.00133.

10. Kroenke K, Theobald D, Wu J, Norton K, Morrison G, Carpenter J, et al. Effect of Telecare

Management on Pain and Depression in Patients With Cancer: A Randomized Trial. *JAMA*. 2010;304(2):163-171. doi: 10.1001/jama.2010.944.

11. Philips, Tonarelli L. Innovative ways digital health can help manage cancer. Accessed April 13, 2022. URL: <https://www.philips.com/a-w/about/news/archive/future-health-index/articles/20170222-innovative-ways-digital-health-can-help-manage-cancer.html>.

12. Lim JY, Kim JK, Kim Y, Ahn SY, Yu J, Hwang JH. A Modular Mobile Health App for Personalized Rehabilitation Throughout the Breast Cancer Care Continuum: Development Study. *JMIR Form Res*. 2021;5(4):e23304. doi: 10.2196/23304.

13. Navarro-Alamán J, Lacuesta R, García-Magariño I, Gallardo J, Ibarz E, Lloret J. Close2U: An App for Monitoring Cancer Patients with Enriched Information from Interaction Patterns. *J Healthc Eng*. 2020;2020:3057032. doi: 10.1155/2020/3057032.

14. University of Southern California, Vuong Z. USC to show how wearable technology can improve cancer treatment. Accessed April 13, 2022. URL: <https://pressroom.usc.edu/usc-to-show-how-wearable-technology-can-improve-cancer-treatment/>.

15. Hussain G, Javed K, Cho J, Yi J. Food Intake Detection and Classification Using a Necklace-Type Piezoelectric Wearable Sensor System. *IEICE Trans Inf Syst*. 2018;E101.D:2795-2807. doi: 10.1587/transinf.2018EDP7076.

16. The Christie NHS Foundation Trust. Home monitoring to support patients during chemotherapy. Accessed April 14, 2022. URL: <https://www.health.org.uk/improvement-projects/home-monitoring-to-support-patients-during-chemotherapy>.

17. Novocure GmbH. More than 18,000 people have started Optune. Published 2022. Accessed April 13, 2022. URL: <https://www.optune.com/>.

18. The Scripps Research Institute. Quell® Opioid Reduction and Pain Relief. Accessed May 16, 2022. URL: <https://www.scripps.edu/science-and-medicine/translational-institute/translational-research/digital-medicine/quell/index.html>.

19. Leja M, Kortelainen JM, Polaka I, Turppa E, Mitrovics J, Padilla M, et al. Sensing gastric cancer via point-of-care sensor breath analyzer. *Cancer*. 2021;127(8):1286-1292. doi: 10.1002/cncr.33437.

20. Garg S, Williams NL, Ip A, Dicker AP. Clinical Integration of Digital Solutions in Health Care: An Overview of the Current Landscape of Digital Technologies in Cancer Care. *JCO Clin cancer informatics*. 2018;2:1-9. doi: 10.1200/CCI.17.00159.

21. Prochaska JJ, Coughlin SS, Lyons EJ. Social Media and Mobile Technology for Cancer Prevention and Treatment. Am Soc Clin Oncol Educ book Am Soc Clin Oncol Annu Meet. 2017;37:128-137. doi: 10.1200/EDBK_173841.

22. Shahrokni A, Loh KP, Wood WA. Toward Modernization of Geriatric Oncology by Digital Health Technologies. Am Soc Clin Oncol Educ book

Am Soc Clin Oncol Annu Meet. 2020;40:1-7. doi: 10.1200/EDBK_279505.

Информация об авторах:

Завьялов Александр Александрович – д. м. н., профессор, врач-онколог, заведующий научно-клиническим отделом ГБУ «Научно-исследовательский институт организации здравоохранения и медицинского менеджмента Департамента здравоохранения города Москвы», <http://orcid.org/0000-0003-1825-1871>, РИНЦ: SPIN-код: 5087-2394, AuthorID: 562286.

Андреев Дмитрий Анатольевич – PhD (Erasmus University Medical Center); врач-дерматовенеролог; ведущий научный сотрудник научно-клинического отдела ГБУ «Научно-исследовательский институт организации здравоохранения и медицинского менеджмента Департамента здравоохранения города Москвы», <http://orcid.org/0000-0003-0745-9474>, РИНЦ: SPIN-код: 7989-0581, AuthorID: 96856.

Information about authors:

Aleksander A. Zavyalov – MD, PhD, Doctor of Medical Sciences, Professor of Oncology, Head of the Scientific – Clinical Department of the State Budgetary Institution of Moscow “Research Institute for Healthcare Organization and Medical Management of Moscow Health Department”, <http://orcid.org/0000-0003-1825-1871>, SPIN: 5087-2394, AuthorID: 562286.

Dmitry A. Andreev – MD, PhD, Physician-Dermatovenerologist, Leading Research Fellow, Scientific-Clinical Department, the State Budgetary Institution of Moscow “Research Institute for Healthcare Organization and Medical Management of Moscow Health Department”, <http://orcid.org/0000-0003-0745-9474>, РИНЦ: SPIN-код: 7989-0581, AuthorID: 96856.

Для корреспонденции:

Завьялов Александр Александрович

Correspondence to:

Aleksander A. Zavyalov

ZavyalovAA3@zdrav.mos.ru