

УДК 616-073.96-71

ПРОЕКТ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МОДЕЛИ «СОЗДАНИЕ СИСТЕМЫ УДАЛЕННОГО МОНИТОРИНГА ВИТАЛЬНЫХ ФУНКЦИЙ ПАЦИЕНТОВ»

¹С.В.Губкин, ¹С.Н.Васюкевич, ¹Е.В.Лемешко, ²Ю.И. Лемешко

¹Институт физиологии Национальной академии наук Беларуси,
ул. Академическая, 28, 220072, г. Минск, Республика Беларусь
²Белорусская медицинская академия последипломного образования,
ул. П. Бровки, 3, корпус 3, 220013, г. Минск, Республика Беларусь

Создание системы удаленного мониторинга витальных функций пациентов должно быть смоделировано, так как реализация любого системного проекта связана с учетом нормативных правовых актов, решений государственных регуляторов в различных предметных областях (медицина, связь и коммуникации, научные исследования, разработки, маркетинговые исследования и инвестиции). Функциональная модель определяет направления деятельности команды системных аналитиков для проведения углубленного анализа востребованности дистанционных медицинских услуг, категории пользователей, технических характеристик и функционала средств измерения медицинского назначения, оценки рисков и надежности функционирования отдельных элементов системы и системы в целом, возможности ее масштабирования.

Ключевые слова: электронное здравоохранение; телемедицина; носимое медицинское устройство; дистанционный мониторинг; функциональная модель.

Качество и доступность медицинских и оздоровительных услуг сегодня все больше определяются научными достижениями и цифровыми технологиями, внедряемыми в различных устройствах и на разных стадиях диагностики: в носимых и стационарных приборах, умных часах и мобильных приложениях, компьютерных программах и облачном сервисе, телекоммуникациях и интернет-конференциях, управлении нанороботами и использовании систем искусственного интеллекта [1].

Электронное здравоохранение (пер. с англ. *e-health*) представляет собой новую область знаний и практик на пересечении медицинской информатики, общественного здравоохранения и бизнеса, касающуюся медицинских услуг и информации, представляемой, передаваемой или усиленной через Интернет и смежные технологии.

Объектом любой системы здравоохранения, в том числе, и электронной, является пациент. На него оказывают влияние три основных компонента телемедицины: диагностический телемониторинг, обучающая телемедицина и консультирующая медицина. Преимуществами такой модели электронного здравоохранения являются: активное участие пациента (ему необходимо «надевать на себя» медицинское устройство, контролировать его фиксацию на своем теле, при необходимости,

отмечать какие-либо изменения состояния своего здоровья и т. д.), непрерывность поступающих врачу данных (электрокардиограмма, значения артериального давления, частоты сердечных сокращений и дыхания и т.д.), скорость реагирования медицинского персонала (вплоть до принятия решения и его реализации в режиме реального времени), удобство (пациент занимается своими повседневными делами, в то время как информация о состоянии его здоровья поступает медицинскому персоналу), экономия бюджетных средств (теледиагностика осуществляется в амбулаторном режиме), эпидемиологическая безопасность (отсутствует скопление мониторируемых пациентов в одном месте).

В результате внедрения системы электронного здравоохранения происходит постепенная трансформация традиционной клиники в цифровую, а цифровой – в умную.

Сегодня функции и назначение систем дистанционного мониторинга быстро расширяются. Развитие интернета вещей и категории «умный дом» дополняется созданием носимых медицинских устройств для контроля состояния здоровья человека, которые будут функционировать по технологии IoT, непрерывно передавая физиологические сигналы от пользователей в сеть Internet. Это крайне важно для кардиологических пациентов, опе-

раторов ответственных производств, водителей, спасателей и др.

В настоящее время в Институте физиологии НАН Беларуси осуществляется выполнение научно-исследовательской работы по созданию компьютеризированной системы дистанционного мониторинга функциональных параметров сердечно-сосудистой системы на основе сервоконтроля витальных функций пациентов в рамках государственной программы научных исследований «Конвергенция-2025».

Цель настоящих исследований – отражение собственных достижений в области проектирования систем дистанционного кардиомониторинга и определение проблем и направлений их развития в сфере профилактической и экстренной медицины [2].

На текущем этапе создания системы для построения ее функциональной модели использовали программное обеспечение VRwin. Непосредственное его назначение – анализ и планирование, постановка целей, задач и приоритетов в различных предметных областях.

Создание системы удаленного мониторинга витальных функций пациентов должно быть смоделировано, так как реализация любого системного проекта связана с учетом нормативных правовых актов, решений государственных регуляторов в различных предметных областях (медицина, связь и коммуникации, научные исследования, разработки, маркетинговые исследования и инвестиции).

Функциональная модель определяет направления деятельности команды системных аналитиков для проведения углубленного анализа востребованности дистанционных медицинских услуг, категории пользователей, технических характеристик и функционала средств измерения медицинского назначения, оценки рисков и надежности функционирования как отдельных элементов системы, так и системы в целом, возможности ее масштабирования и интеграции в государственную систему здравоохранения, конкурентоспособности продукции/услуг, издержек операторов системы по технической поддержке и оценки ее жизненного цикла.

При построении функциональной модели учитывали мнения специалистов, участие которых предполагается в создании и эксплуатации системы (медицинский персонал, инженеры-конструкторы, схемотехники, специалисты в области интернета вещей, облачных технологий хранения «больших данных», нейросетевых технологий машинного обучения и распознавания

образов). Также учитывали опыт реализации телемедицинских проектов «Яндекс-здоровье», «Доктор on-line» и других крупными компаниями.

Значимое влияние на возможность развития дистанционных медицинских услуг оказывает действующее законодательство, которое очень осторожно относится к оказанию медицинских услуг без непосредственного контакта «врач-пациент». В Беларуси основополагающим нормативным правовым актом в данной сфере в настоящее время является «Концепция развития электронного здравоохранения Республики Беларусь на период до 2022 года» [3].

Российское законодательство определяет «телемедицинские технологии» как технологии, обеспечивающие дистанционное взаимодействие медицинских работников между собой, с пациентами и (или) их законными представителями, идентификацию и аутентификацию указанных лиц, документирование совершаемых ими действий при проведении консилиумов, консультаций, дистанционного медицинского наблюдения за состоянием здоровья пациента [4].

При разработке системы удаленного мониторинга витальных функций пациентов целесообразно также учитывать ГОСТ Р 57757-2017 «Дистанционная оценка параметров функций, жизненно важных для жизнедеятельности человека, которые определяет примерный перечень устройств-приложений для смартфонов и компьютеров для фиксации основных жизненно важных функций» [5]. Подобного нормативного правового акта в законодательстве Республики Беларусь сегодня не существует.

Нами разработана двухуровневая функциональная модель «Создание системы удаленного мониторинга витальных функций пациентов» (рис.).

Дальнейшая декомпозиция функциональных блоков разработанной модели может быть осуществлена с участием представителей заинтересованных лиц (государственные регуляторы, заказчики, потребители услуги и др.).

Предполагается, что на начальном этапе система будет включать в себя носимое средство измерения медицинского назначения (носимое медицинское устройство), взаимодействующее по радиоканалу с вычислителем/анализатором, в роли которого могут выступать смартфоны, планшеты, ноутбуки и др. В дальнейшем данные о витальных функциях пациентов могут быть интегрированы в масштабируемую государственную медицинскую систему.

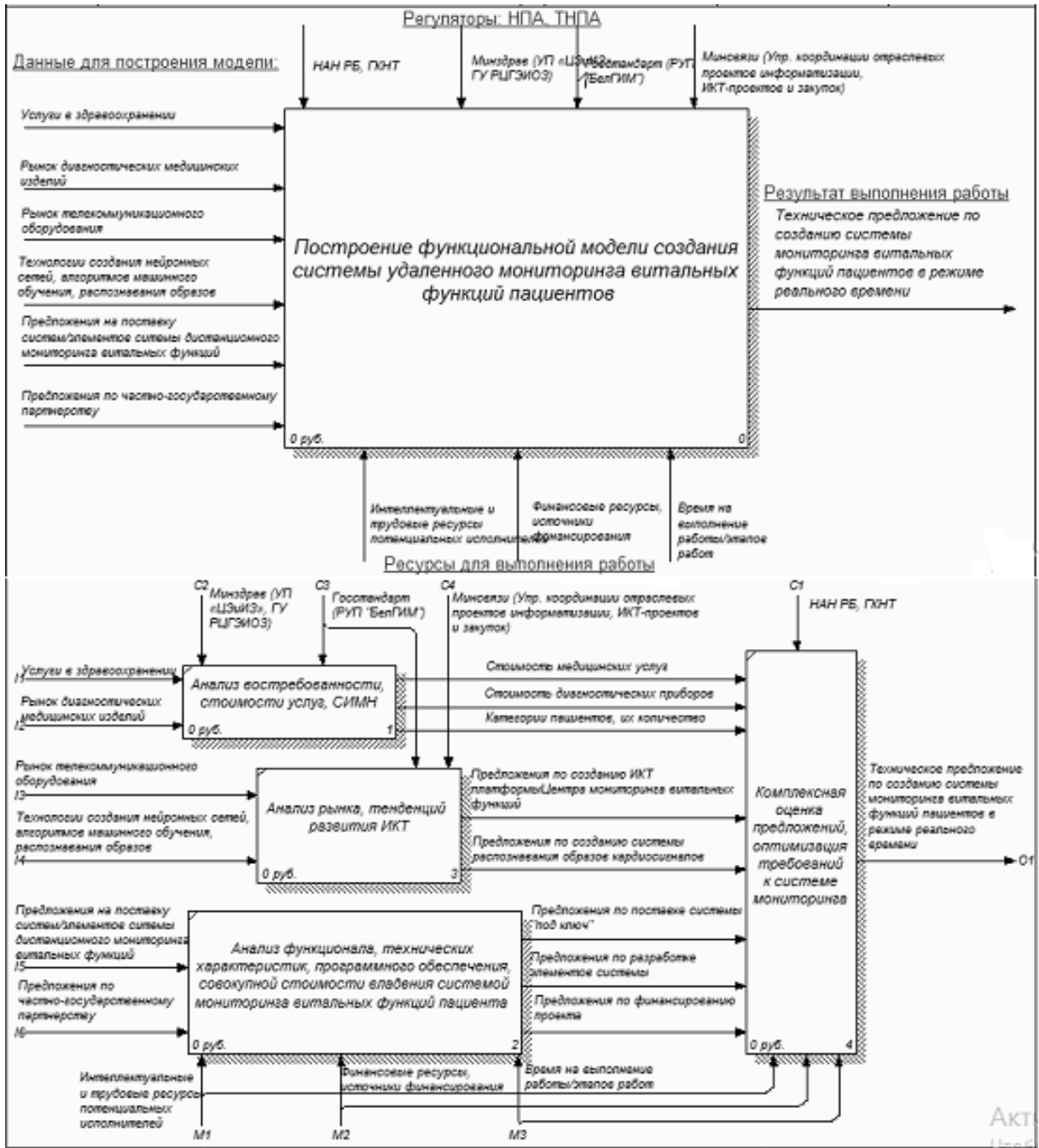


Рис. Двухуровневая функциональная модель «Создание системы удаленного мониторинга витальных функций пациентов»

Построен проект функциональной модели по созданию средств измерения медицинского назначения для регистрации диагностически значимых параметров витальных функций человека.

Приведена обобщенная информация о государственных регуляторах, чьи решения могут оказывать влияние на ход реализации проекта в различных предметных сферах, в том числе, в системе здравоохранения.

Для мониторинга состояния здоровья человека и оказания консультаций в ряде стран создают-

ся специализированные центры, где постоянно дежурят операторы, инженеры, эксперты, представители служб спасения. Те же цифровые технологии помогают многим участникам процесса выполнять свои функции, не выходя из дома или офиса.

Решением проблемы может стать разрабатываемая в Институте физиологии НАН Беларуси система дистанционного мониторинга физического состояния и местоположения пациента, функционирующая как в режиме ближней радиотеле-

метрии, так и в режиме интернет-передачи данных. Ее можно применять в любых условиях, где есть интернет, в том числе, в условиях домашнего самоконтроля. На освоение методики измерений и мобильных приложений пользователям достаточно одного-двух семинаров. Базу данных и программы группового телеметрического контроля планируется разместить на сервере организации здравоохранения, углубленный анализ сигналов предполагается производить медицинским подразделением через data-центр телеоператора мобильных средств связи.

Применение подобных систем выполняет также образовательную функцию, расширяя круг знаний и навыков в вопросах самоконтроля у многих пациентов. К тому же, подобные системы можно будет использовать для обучения студентов и повышения квалификации медицинских работников в медицинских учреждениях образования.

Сегодня функции и назначение систем дистанционного мониторинга за состоянием здоровья амбулаторного пациента быстро расширяются. Развитие интернета вещей и категории «умный дом» дополняется созданием постоянно носимых устройств медицинского назначения для контроля состояния здоровья человека, которые будут функционировать по технологии IoT, непрерывно передавая физиологические сигналы пользователей электронных диагностических устройств, браслетов или имплантируемых устройств через носимые гаджеты через Интернет медицинскому персоналу. Это крайне важно для кардиологических пациентов, операторов ответственных производств, водителей, спасателей и др. Несомненно, такая технология получит признание в неотложной помощи, в спортивной сфере, где также следует снижать риски и исключать случаи внезапной сердечной смерти. Разрабатываемая система позволит предложить и новые формы работы экстренных служб медицинской помощи.

Носимые медицинские устройства – это новая технология, которая позволяет непрерывно амбулаторно или в стационаре отслеживать основные показатели состояния здоровья человека, с преимуществом минимизации дискомфорта и вмешательства в повседневную деятельность [6]. Носимые приборы являются частью индивидуальных систем здравоохранения. Эта концепция была введена в конце 90-х годов прошлого века, когда целью квалифицированной помощи стала индивидуализация диагностики и лечения каждого отдельного человека. В центр процесса оказания медицинской помощи поставили пациента, кото-

рый сможет управлять своим собственным здоровьем и взаимодействовать с поставщиками медицинских услуг в режиме реального времени. Подобную цель можно достичь, повысив заинтересованность людей состоянием собственного здоровья, улучшив качество наблюдения за ним с помощью новых технологических возможностей. Новые устройства создают синергию между множеством областей науки, таких как биомедицинские технологии, микро- и нанотехнологии, материаловедение, электроника и информационно-коммуникационные технологии [7; 8]. Использование носимых медицинских устройств позволяет амбулаторно получать показатели жизненно важных функций и контролировать состояние здоровья в течение продолжительных периодов времени (дни, недели, месяцы и даже годы) и вне клинических (стационарных) условий. Эта функция позволяет получать медицинские данные во время различных повседневных действий, обеспечивая лучшую поддержку в диагностике и/или помогает лучше и быстрее восстановиться после медицинского вмешательства или травмы. Носимые медицинские устройства также полезны при занятиях спортом/фитнесом для мониторинга показателей состояния здоровья спортсменов. Также разрабатываемая система полезна при оказании первой помощи. Спектр применения настолько широк, что позволяет, в том числе, военнослужащим, отслеживать и оценивать реакции организма в различных опасных ситуациях [9].

С революцией в области технологии IoT сегмент носимых устройств для здравоохранения увеличивается, и вместе с ним стремительно меняется и сектор телемедицины. Количество домашних медицинских устройств наблюдения, подключенных к центру обработки данных, также имеет тенденцию к росту, согласно исследованию Berg Insight [10]. В данном исследовании можно понять эволюцию тенденции в секторе домашних устройств медицинского мониторинга: устройства для лечения диабета; мониторинг артериального давления; многопараметрический мониторинг пациента; мониторы апноэ и сна; холтеровское мониторирование, то есть, это постоянно растущий сегмент рынка, создающий возможности для роста и развития телемедицинских технологий.

Заключение. Носимые медицинские устройства стремятся эффективно интегрироваться в медицинские системы электронного здравоохранения. На рынке уже представлены медицинские приборы, способные обеспечить мгновенную оценку и передачу в облачное хранилище одного параметра. Но основная ценность носимых устройств

– интеграция нескольких биосенсоров, интеллектуальной обработки и предупреждений для поддержки медицинских приложений при взаимодействии с поставщиками медицинских услуг. Это еще не доступно на рынке и освещено только в исследованиях. Существующие устройства очень дороги и работают на основе технологий беспроводной связи, которая недоступна повсеместно во многих странах. Этот тип передачи данных приводит к другой проблеме – конфиденциальности (предотвращении разглашения информации). Указанная проблема очень актуальна в здравоохранении, что приводит к этическим проблемам – снижению доверия людей к подобным системам. Это одно из основных препятствий в практическом использовании таких устройств, и предлагаемое решение – разработать четкие инструкции по обеспечению конфиденциальности и правильному использованию электронной медицинской информации. Разрабатываемая в Институте физиологии НАН Беларуси система мониторинга физического состояния и местоположения пациента позволит обмениваться безопасными данными, когда носимые медицинские устройства способствуют снижению затрат на здравоохранение, сокращая количество оборудования, затраты на рабочую силу, устраняя некоторые медицинские услуги. В перспективе – разработка подобных систем в различных отраслях здравоохранения и их интеграция в архитектуру умного дома.

Литература

1. Персональные устройства для профилактики синдрома внезапной сердечной смерти / С.В.Губкин [и др.] // Новости мед.-биол. наук. – 2021. – Т.21, №1. – С.95–102.
2. Губкин, С.В. Мониторинг физического состояния и местоположения пациента / С.В.Губкин, Е.В.Лемешко, В.И.Толкачев // Россия – Беларусь – Сколково: единое инновационное пространство: тез. Междунар. науч. конф., Минск, 19 сент. 2012г. / Нац. акад. наук Беларуси, НКО Фонд развития Центра разработки и коммерциализации новых технологий (Фонд «Сколково»); редкол.: С.Я.Килин [и др.]. – Минск, 2012. – С.43–45.
3. Об утверждении Концепции развития электронного здравоохранения Республики Беларусь [Электронный ресурс]: приказ Министерства здравоохранения Респ. Беларусь, 20 марта 2018г., №244 // КонсультантПлюс. Беларусь / ООО «ЮрСпектр», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2022.
4. О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам применения информационных технологий в сфере охраны здоровья [Электронный ресурс]: Закон Рос. Федерации, 29 июля 2017г., №242-ФЗ // КонсультантПлюс. Россия / ЗАО «Консультант Плюс». – М., 2022.
5. Дистанционная оценка параметров функций, жизненно важных для жизнедеятельности человека. Общие требования: ГОСТ Р 57757–2017. – Введ. 01.09.2018. – М.: Стандартинформ, 2017. – 7с.
6. MagIC system: a new textile-based wearable device for biological signal monitoring, applicability in daily life and clinical setting / M.Di Rienzo [et al.] // Conf. Proc. IEEE Eng. in Med. and Biol. Soc. – 2005. – V.2005. – P.7167–7169.
7. Lymberis, A. Wearable health systems: from smart technologies to real applications / A.Lymberis, L.Gatzoulis // Conf. Proc. IEEE Eng. in Med. and Biol. Soc. – 2006. – Suppl. – P.6789–6792.
8. Paradiso, R. A wearable health care system based on knitted integrated sensors / R.Paradiso, G.Loriga, N.Taccini // IEEE Trans. on Inf. Technol. in Biomed. – 2005. – V.9, Тщю. – P. 337–344.
9. Wearable biomedical measurement systems for assessment of mental stress of combatants in real time / F.Seoane [et al.] // Sensors. – 2014. – V.14, No.4. – P.7120–7141.
10. Berg Insight says 45.6 million patients worldwide are remotely monitored [Electronic resource] // Berg Insight. – 2022. – Mode of access: <https://www.berginsight.com/berg-insight-says-456-million-patients-worldwide-are-remotely-monitored>. – Date of access: 30.05.2022.

FUNCTIONAL MODEL PROJECT “CREATION OF A SYSTEM OF REMOTE MONITORING OF VITAL FUNCTIONS OF PATIENTS”

¹S.V.Gubkin, ¹S.N.Vasyukevich,
¹E.V.Lemeshko, ²Yu.I.Lemeshko

¹Institute of Physiology of the National Academy of Sciences of Belarus, 28, Akademicheskaya Str., 220072, Minsk, Republic of Belarus

²Belarusian Medical Academy of Postgraduate Education, 3, building 3, P.Brovki Str., 220013, Minsk, Republic of Belarus

The creation of a system for remote monitoring of vital functions of patients should be modeled, since implementation of any system project is associated with taking into account regulatory legal acts, decisions of state regulators in various subject areas (medicine, communications, research, development, marketing research and investments). The functional model determines activities of a team of system analysts to conduct an in-depth analysis of demand for remote medical services, category of users, technical characteristics and functionality of medical measuring instruments, assess risks and reliability of the functioning of individual elements of the system and the system as a whole, and possibility of its scaling.

Keywords: e-health; telemedicine; wearable medical device; remote monitoring; functional model.

Сведения об авторах:

Губкин Сергей Владимирович, д-р мед. наук, профессор; ГНУ «Институт физиологии Национальной академии наук Беларуси»; директор; тел.: (+37517) 3781630; e-mail: Goubkin@yandex.ru.

Васюкевич Сергей Николаевич; ГНУ «Институт физиологии Национальной академии наук Беларуси»; лаборатория нейрофизиологии, науч-

ный сотрудник; тел.: (+37529) 6211271; e-mail: bel_centra@mail.ru.

Лемешко Егор Владимирович; канд. мед. наук; ГНУ «Институт физиологии Национальной академии наук Беларуси», лаборатория нейрофизиологии, старший научный сотрудник; тел.: (+37529) 5500148; e-mail: LYV1982@tut.by.

Лемешко Юлия Ивановна; канд. мед. наук, доцент; ГУО «Белорусская медицинская академия последипломного образования», доцент кафедры неонатологии, тел.: (+37529) 1088241, e-mail: LYI1982@tut.by.

УДК 615.38:005.53]:004.057.2

ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ В ТРАНСФУЗИОЛОГИИ КАК ОРГАНИЗАЦИОННО- МЕТОДИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ СЛУЖБЫ КРОВИ

¹Э.В.Дашкевич, ²Н.Н.Климкович, ³О.В.Красько

¹Республиканский научно-практический центр трансфузиологии и медицинских биотехнологий, Долгиновский тракт, 160, 220053, г. Минск, Республика Беларусь

²Белорусская медицинская академия последипломного образования, ул. П.Бровки, 3, корпус 3, 220013, г. Минск, Республика Беларусь

³Объединенный институт проблем информатики и статистики НАН Беларуси (ОИПИ НАНБ), ул. Сурганова, 6, 220012, г. Минск, Республика Беларусь

Приведен краткий информационный обзор созданных в 2008–2021 гг. информационно-аналитических систем в трансфузиологии, отражены этапы создания и использования этих систем в интересах совершенствования службы крови.

Ключевые слова: информационно-аналитические системы; электронные формы; регистры пациентов; система учета и анализа.

Информационные технологии в настоящее время являются востребованными в различных областях здравоохранения Республики Беларусь, как и в мире [1]. Информационно-аналитические системы (ИАС) разрабатываются, в том числе, и с учетом административных, методических, правовых и клинико-лабораторных критериев с целью учета, анализа, формирования отчетов и планирования медицинских мероприятий, а также принятия производственных решений.

На базе лаборатории трансфузиологии РНПЦ трансфузиологии и медицинских биотехнологий разработаны и внедрены в практику организаций здравоохранения Республики Беларусь следующие ИАС:

регистр пациентов с гемофилией с возможностью моделирования схем лечения и расчетов потребности в лекарственных препаратах (ИАС РГ) [2];

системы учета и анализа посттрансфузионных осложнений с формированием протокола лечения (ИАС ПТО);

электронная форма онлайн-заявки на трансфузионные среды и иммуногематологические реагенты, позволяющая проводить анализ потребности и планировать заготовку компонентов крови с учетом специализации коежного фонда;

система поддержки принятия решений при оказании трансфузиологической помощи с учетом клинико-лабораторных трансфузионных синдромов и фармакологических схем терапии, которые получает пациент (СППР) [3].

В соответствии с законодательством Республики Беларусь, проведенным анализом материалов научной литературы на первом этапе разработки каждой из ИАС были сформированы спра-