



<https://doi.org/10.29001/2073-8552-2020-35-4-150-160>

УДК 61:005.963:004.771

Разработка компьютерного методического обеспечения повышения квалификации врачей с удаленным доступом

С.И. Карась^{1, 2}, С.О. Колганов³, С.Б. Кочетков³, Е.В. Гракова¹,
М.В. Балахонова², В.В. Дацюк³, Г.К. Ноздрин³, М.В. Сергеев³,
Е.С. Касинская³, Э.Э. Кара-Сал⁴, М.Б. Аржаник², Е.А. Габелко²,
А.Р. Титова²

¹ Научно-исследовательский институт кардиологии, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук, 634012, Российская Федерация, Томск, ул. Киевская, 111а

² Сибирский государственный медицинский университет Министерства здравоохранения Российской Федерации, 634050, Российская Федерация, Томск, Московский тракт, 2

³ ООО «Элекард-Мед», 634055, Российская Федерация, Томск, пр. Развития, 3

⁴ Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 634050, Российская Федерация, Томск, пр. Ленина, 30

Аннотация

Цель работы: формулировка методологии разработки интерактивных виртуальных компьютерных симуляций (ВКС) с рейтинговой оценкой решений обучающихся и возможностью удаленного доступа.

Материал и методы. Методы инженерии знаний применялись для извлечения и формализации экспертных знаний о структуре, важности и релевантности клиничко-диагностических сведений. Материалами для создания ВКС служили тексты из архивных историй болезни, лабораторные данные, мультимедийные результаты инструментальных методов исследования. Для обеспечения удаленного доступа применена сетевая трехуровневая архитектура, организационно выраженная тремя компонентами: клиент, слой бизнес-логики, слой данных. Программная коммуникация обеспечивается Web-протоколами; инфраструктурно система представлена микросервисами.

Результаты. После экспертного анализа и выявления диагностически и прогностически значимой информации была проведена ее формализация и структуризация, определена модель предметной области, выделены агрегаты и связи между ними, спроектированы программные и пользовательские интерфейсы доступа. Возможные решения обучающихся представлены в виде интерактивных справочников. Артефакты работы пользователя сохраняются в хранилище, представленном модулем работы с файловой системой сервера и объектно-реляционной системой управления базами данных. Каждый модуль задачи содержит статичные и интерактивные блоки информации. Назначение статичных блоков – предоставление обучающимся необходимых сведений для принятия клиничко-диагностических решений. Интерактивные блоки предоставляют возможность выбора одного/нескольких вариантов решений из списка. Последовательность дальнейшего предъявления и контент информации определяются ответами обучающегося на вопросы интерактивного блока. Компетенции принятия решений обучающимися оцениваются с помощью балльно-рейтинговой системы. Итоговый персональный рейтинг рассчитывается как произведение всех коэффициентов, связанных с принятыми обучающимся решениями. Этот подход обеспечивает интеграцию рейтинговой системы с траекторией прохождения клиничко-диагностической задачи (КДЗ), выбранной обучающимся.

Заключение. Разработанные в данном исследовании дистанционные образовательные технологии для клинических дисциплин достаточно новы и инновационны. Для совершенствования методического обеспечения дистанционного повышения клинической квалификации ведется разработка репозитория ВКС.

Карась Сергей Иосифович, e-mail: ksi@cardio-tomsk.ru.

Ключевые слова:	виртуальный пациент, компьютерные симуляции, дистанционное образование, рейтинговая система, репозиторий, мультимедиа, клинико-диагностические задачи, ситуационные задачи.
Конфликт интересов:	авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Прозрачность финансовой деятельности:	проект поддержан Российским фондом фундаментальных исследований (грант 19-013-00231).
Для цитирования:	Карась С.И., Колганов С.О., Кочетков С.Б., Гракова Е.В., Балахонова М.В., Дацук В.В., Ноздрин Г.К., Сергеев М.В., Касинская Е.С., Кара-Сал Э.Э., Аржаник М.Б., Габелко Е.А., Титова А.Р. Разработка компьютерного методического обеспечения повышения квалификации врачей с удаленным доступом. <i>Сибирский журнал клинической и экспериментальной медицины</i> . 2020;35(4):150–160. https://doi.org/10.29001/2073-8552-2020-35-4-150-160 .

Development of computer-based methodology for remote advanced training of medical doctors

Sergey I. Karas^{1,2}, Sergey O. Kolganov³, Sergey B. Kochetkov³,
 Elena V. Grakova¹, Maria V. Balakhonova², Valery V. Datsyuk³,
 Georgy K. Nozdrin³, Mikhail V. Sergeev³, Ekaterina S. Kasinskaya³,
 Eres E. Kara-Sal⁴, Marina B. Arzhanik², Ekaterina A. Gabelko², Arina R. Titova²

¹ Cardiology Research Institute, Tomsk National Research Medical Center, Russian Academy of Sciences, 111a, Kievskaya str., Tomsk, 634012, Russian Federation

² Siberian State Medical University, 2, Moskovsky trakt, Tomsk, 634050, Russian Federation

³ JSC "ElecCard-Med", 3, pr. Razvitiya, Tomsk, 634055, Russian Federation

⁴ National Research Tomsk Polytechnic University, 30, Lenina ave., Tomsk, 634050, Russian Federation

Abstract

Aim. To formulate the methodology for developing the interactive virtual computer simulations with a rating assessment of trainees' decisions and the capability of remote access.

Material and Methods. The methods of knowledge engineering were used to extract and formalize expert knowledge about the structure, significance, and relevance of clinical diagnostic information. The materials for creating virtual computer simulations were based on texts from the archival medical records, laboratory data, and multimedia results of instrumental methods of study. A three-tier network architecture was applied to provide the capabilities of remote access. It was organizationally represented by three components: a client layer, a business logic layer, and a data layer. Data transfer was provided by the Web protocols while microservices represented the infrastructure.

Results. The information was formalized and structured after expert analysis and identification of significant diagnostic and prognostic data. The process included defining the domain model, identifying the aggregates and connections between them, and designing software and user interfaces. Possible solutions for trainees are now presented in the form of interactive reference lists. The artifacts of the user's work are saved in the storage represented by the module for working with the server file system and the object-relational database management system. Each task module contains static and interactive blocks of information. The purpose of static blocks is to provide trainees with the necessary information for making clinical and diagnostic decisions. The interactive blocks allow selecting one or more solutions from the list. The content and sequence of further information presentation are determined by the trainees' answers to the questions of an interactive block. Trainees' decision-making competencies are evaluated using the rating system. The final personal rating is calculated as a multiplication of all coefficients related to the trainees' decisions. This approach integrates a rating system with the trajectory chosen by the trainee for task completion.

Conclusions. The distance learning technologies, developed for clinical disciplines in this study, are quite new and innovative. The repository of virtual computer simulations is under development to improve the methodological support of remote clinical training.

Keywords:	virtual patient, computer simulation, distance learning, rating system, repository, multimedia, clinical diagnostic tasks, situational tasks.
Conflict of interest:	the authors do not declare a conflict of interest.
Financial disclosure:	the project is supported by the Russian Foundation for basic research (grant 19-013-00231).
For citation:	Karas S.I., Kolganov S.O., Kochetkov S.B., Grakova E.V., Balakhonova M.V., Datsyuk V.V., Nozdrin G.K., Sergeev M.V., Kasinskaya E.S., Kara-Sal E.E., Arzhanik M.B., Gabelko E.A., Titova A.R. Development of computer-based methodology for remote advanced training of medical doctors. <i>The Siberian Journal of Clinical and Experimental Medicine</i> . 2020;35(4):150–160. https://doi.org/10.29001/2073-8552-2020-35-4-150-160 .

Введение

Участие студентов наряду с преподавателем в лечебно-диагностическом процессе пациентов в России всегда было практико-ориентированной составной частью медицинского образования – как вузовского, так и последипломного. В ходе практических занятий обучающиеся развивают свое клиническое мышление, вырабатывают гипотезы об этиологии и патогенетических механизмах заболевания пациента и проверяют их. Формулировка проблемы и ее анализ, а также прогнозирование вариантов дальнейшего течения патологического процесса исключительно важны для выработки клинического мышления [1].

Включение пациентов в этот процесс чревато рисками в отношении реального больного, особенно в условиях страховой медицины. Кроме того, педагогический процесс отличается от обычного лечения пациента. Компетенции обучающихся должны формироваться и проверяться в повторяющихся стандартных ситуациях, чего в реальной клинике добиться крайне сложно. Традиционно в подготовке врачей применялись модели клинических ситуаций – клинко-диагностические задачи (КДЗ), включающие информацию о ситуации и требующие этапных решений обучающихся. Количественная оценка правильности/эффективности решений обучающихся, как правило, производилась педагогом на основе субъективных критериев.

Все эти образовательные технологии применялись и применяются offline, однако в условиях пандемии COVID-19 дистанционные способы осуществления бизнес-процессов стали особенно актуальны. Это в полной мере касается формирования клинко-диагностических компетенций студентов в рамках высшего медицинского образования и повышения квалификации врачей.

В мировой практике есть опыт разработки формата компьютерных симуляций, используемых для развития клинического мышления и проверки навыков принятия решений. В частности, речь идет о виртуальных пациентах, т. е. об образовательной технологии, основанной на симуляции сценариев диагностики и лечения пациентов или его отдельных модулей [2–5]. Данная технология применяется с конца XX в., позволяет неоднократно использовать стандартизованные ситуации и обеспечить дистанционный Web-доступ к образовательным материалам. В систематических обзорах и метаанализах показаны педагогическая эффективность виртуальных пациентов и заинтересованность педагогов и обучающихся в этой образовательной технологии [6, 7].

В России виртуальные пациенты реализованы на портале непрерывного медицинского и фармацевтического образования Министерства здравоохранения Российской

Introduction

The involvement of students along with the teachers into the processes of diagnostics and treatment of patients has always been a practice-oriented part of both graduate and postgraduate medical education in Russia. The students develop their clinical thinking, propose hypotheses on etiology and pathogenetic mechanisms of diseases, and verify them in the course of practical training. Formulation of a problem, its analysis, and prediction of further course of pathological processes are extremely important for establishing clinical thinking [1].

Inclusion of patients into this process is accompanied by risks for a real-life patient, especially in terms of insurance medicine. Besides, the educational process differs from an ordinary treatment of patients. The competences of trainees should develop and be verified in the repeated standard situations, which is extremely difficult to achieve in a real-life clinic. The training of medical doctors traditionally involves modelling the clinical situations or clinical diagnostic tasks (CDT) comprising information on a situation and requiring making stepwise decisions by the trainees. Quantitative assessment of correctness/effectiveness of student's solutions, as a rule, is performed based on subjective criteria.

All these educational technologies have been used offline. However, due to the COVID-19 pandemic, distant approaches to business processes are becoming increasingly relevant. This is entirely true for the development of clinical diagnostic competences of students in the framework of higher medical education and advanced professional training of medical doctors.

The world practice demonstrates the experience for developing the computer-based simulation format used for establishing clinical thinking and testing the decision-making skills. In particular, this refers to virtual patients i.e. education technology, which is based on a simulation of scenarios for diagnosis and treatment of patients or one's separated modules [2–5]. This technology has been used since late 1990s allowing to repeatedly use the standardized situations and to ensure remote Web-access to the educational materials. The systematic reviews and meta-analyses show pedagogical effectiveness of virtual patients and strong interest of teachers and trainees in this educational technology [6, 7].

Virtual patients in Russia are implemented on the web-portal for continuous medical and pharmaceutical

Федерации, где размещены интерактивные клинические ситуации и тренажер оказания неотложной помощи с удаленным доступом [8]. Другой вариант интерактивных ситуационных задач предлагается методическим центром аккредитации специалистов Первого Московского медицинского университета им. И.М. Сеченова [9]. В Томске есть свой опыт создания мультимедийных моделей лечебно-диагностического процесса линейной структуры (виртуальных кардиологических пациентов) [10]. Настоящее сообщение является попыткой обобщить этот опыт и сделать его достоянием профессионального сообщества.

Цель работы: формулировка методологии разработки интерактивных виртуальных компьютерных симуляций (ВКС) с рейтинговой оценкой решений обучающихся и возможностью удаленного доступа.

Материал и методы

Материалами для создания ВКС служили тексты из архивных историй болезни, лабораторные данные, мультимедийные результаты инструментальных методов исследования. Текстовые и мультимедийные данные деперсонализировались и оцифровывались, дополнительно осуществлялся поиск результатов исследования в базах диагностических служб. Каждый виртуальный пациент является компиляцией текстовой и мультимедийной диагностической и клинической информации. Клинико-диагностические материалы размещены на сервере в домене cardio-tomsk.ru, прошли экспертную оценку, использованы при создании виртуальных пациентов с линейной траекторией предъявления информации [10, 11].

Для ВКС с разветвленной траекторией потребовалась дополнительная информация, отсутствовавшая в завершенном госпитальном случае, т. е. создание «дополненной клинической реальности». Информация об этой дополненной реальности проходила тщательную экспертную проверку на предмет клинического соответствия случаю. При оценке реалистичности дополнительных траекторий имеют значение основное заболевание и его формы, сопутствующая патология, демографические характеристики пациента и другие параметры. Результаты инструментальных и лабораторных исследований были подобраны в соответствующих базах данных, а текстовые описания состояния пациентов в новых траекториях и клинические разборы случаев являются результатом творчества врачей.

Для разработки ВКС сформирована мультидисциплинарная команда специалистов (врачи-кардиологи, врачи-диагносты, медицинские аналитики, ИТ-специалисты). Методы инженерии знаний применялись аналитиками для извлечения и формализации экспертной информации о структуре, важности и релевантности клинико-диагностических сведений. Преимущественно использовалось структурированное интервью, а также критический обзор и мозговой штурм.

Клинико-диагностическая информация для разработчиков визуализировалась программным продуктом, разработанным сотрудниками ООО «Элекард-Мед». Для обеспечения возможности удаленного доступа применена сетевая трехуровневая архитектура, организационно выраженная тремя компонентами: клиент, слой бизнес-логики, слой данных. Программная коммуникация обеспечивается Web-протоколами. Слой бизнес-логики спроектирован по методологии Domain Driven Design; инфраструктурно система представлена микросервисами.

education by the Ministry of Health of the Russian Federation. This web-portal introduces the interactive clinical situations and urgent medical aid simulator with remote access [8]. Another variant of interactive situational tasks is proposed by the Methodology Center for Accreditation of Specialists at the I.M. Sechenov First Moscow State Medical University [9]. Tomsk has its own experience of creating multimedia models of treatment and diagnostic processes with linear structure (virtual cardiology patients) [10]. This report attempts to summarize this experience and to present it to professional community.

The aim of this work was to develop the methodology for creating the interactive virtual computer-based simulations (VCS) with rating assessment of students' solutions and a capability of remote access.

Materials and Methods

The materials for VCS creation included the texts from the archival medical records, laboratory data, and multimedia results of instrumental investigations. The textual and multimedia data were depersonalized and digitalized. The search for results of studies in the diagnostic bases was performed additionally. Each virtual patient was a compilation of textual and multimedia diagnostic and treatment information. Clinical diagnostic materials are available at the cardio-tomsk.ru domain server; they passed expert evaluation and were used in the course of creating the virtual patients with linear trajectory of information presentation [10, 11].

The VCS with branched trajectories required additional information, which was absent in the completed inpatient cases i.e. it required the creation of "augmented clinical reality". Information regarding this augmented reality passed careful expert testing in regard to its clinical relevance to case. Primary disease, its manifestations, comorbidities, patient demographic characteristics, and other parameters were essential for the assessment of additional trajectory realism. The results of instrumental and laboratory studies were selected from the relevant databases whereas any textual descriptions of patients in new trajectories and clinical analyses of cases were created by physicians.

The multidisciplinary team of specialists comprising cardiologists, diagnostic physicians, medical analysts, and IT specialists was established for the VCS development. The analysts used the methods of knowledge engineering to extract and formalize expert information regarding the structure, significance, and relevance of clinical diagnostic data. Structured interview, critical review, and brain storming were primarily used.

The developers visualized clinical diagnostic information using the software product created by the JSC "ElecCard-Med". To ensure remote access, the three-tier network architecture was implemented and organizationally represented by the three components as follows: client layer, business logic layer, and data layer. Data transfer was provided by the Web-protocols. Business logic layer was based on domain-driven design methodology; the infrastructure of system was presented by microservices.

Результаты

В результате проектирования определена модель предметной области, выделены контексты, объекты, значения, агрегаты и связи между ними, спроектированы программные и пользовательские интерфейсы доступа. Артефакты работы пользователя с сервером приложений permanently сохраняются в хранилище, представленном модулем работы с файловой системой сервера и объектно-реляционной системой управления базами данных.

Разрабатываемые в проекте интерактивные варианты ВКС с разветвленной структурой представления информации будем обозначать как мультимедийные КДЗ. Предварительная подготовка исходной информации для них была аналогичной созданию виртуальных пациентов на предыдущем этапе проекта. После аналитического разбора завершенного случая принималось решение о клинико-диагностической значимости конкретной информации, имеющейся в наличии и о необходимости дополнительной информации любого типа для новых траекторий. Для уменьшения «информационного шума» в кейсе оставлялось разумное количество диагностически незначимых сведений.

Вся информация была формализована; при наличии части сведений в печатном варианте они были оцифрованы и переведены в формат doc и/или pdf. Структурированная текстовая и мультимедийная клинико-диагностическая информация хранится в таблицах разработанной реляционной базы данных. На основе результатов аналитической работы с экспертами эти сведения представляются в разных модулях визуализации на экранных формах пользовательского интерфейса.

Каждый модуль задачи содержит статичные и интерактивные блоки информации; принципиальное значение для функционала ВКС имеет распределение информации между ними. Назначение статичных блоков – предоставление обучающимся необходимых сведений без обратной связи. Реальный лечебно-диагностический процесс имеет одну определенную траекторию от момента поступления до момента выписки. Именно статичные блоки, типизированные по смыслу содержащейся в них информации, использованы в продукте первого этапа проекта (виртуальных пациентах) с целью демонстрации реализованного лечебно-диагностического процесса. В них предъявляется текстовая и мультимедийная клинико-диагностическая информация, необходимая для понимания логики данного процесса (рис. 1, 2).

Интерактивные блоки обеспечивают взаимодействие с обучающимися; именно здесь принимаются клинико-диагностические решения в виде выбора одного/нескольких ответов на вопрос из списка возможных вариантов. Интерактивные блоки тоже типизированы, но уже на основе графической модели ВКС, в которой отражены все варианты возможных траекторий обучающихся (рис. 3). Последовательность дальнейшего предъявления и контент информации определяются ответами обучающегося на вопросы интерактивного блока.

В настоящее время реализована возможность изменения траектории после неверной постановки диагноза или неправильного выбора стратегии лечения. Аналогичные возможности имеются для интерактивных блоков инструментальных и лабораторных исследований, выбора конкретных способов лечения, типа операции и будут реализованы в последующем. После изменения траектории обучающийся может вновь вернуться к модулю, в

Results

The engineering resulted in defining the domain model, identifying the contexts, objects, meanings, aggregates, and connections between them, and designing software and user access interfaces. The artifacts of user work with the server of applications are permanently saved in the storage presented by the module of work with the server file system and the object-relational system for database management.

The interactive variants of VCS with multiple choices under development will be referred to as multimedia clinical diagnostic tasks (CDT). Preliminary preparation of initial information for CDT was the same as for creation of virtual patients at the previous stage of the project. A decision regarding a clinical diagnostic significance of an available information and the need for additional information of any type for new trajectories was made after analyses of completed case. Reasonable amount of diagnostically insignificant data was preserved to decrease information noise in the case.

Currently, all information was formalized; some data, if printed, are digitalized and saved as .doc and/or .pdf files. Structured textual and multimedia clinical diagnostic information is stored in the tables of the developed relational database. Based on the results of analytical work with the experts, these data are presented in different modules of visualization on the screen forms of user interface.

Each task module contains the static and interactive information blocks, which is of key significance for CDT functionality. The assignment of static blocks is a feedback-free presentation of necessary data to trainees. A real-life treatment and diagnostic process has a single definite trajectory from the moment of admission to discharge. Just static blocks, typified according to the meaning of information they contain, are used in the first-step product of the project (virtual patients) aimed at demonstration of the completed treatment and diagnostic process. They present textual and multimedia clinical and diagnostic information, required for understanding the logic of this process (Fig. 1 and 2).

The interactive blocks ensure the engagement with the trainees; the clinical diagnostic decisions are made there in the form of choosing one or several answers to a question from the list of potential variants. The interactive blocks are also typified though it is based on the graphic VCS model reflecting all the variants of possible trajectories for trainees (Fig. 3). A sequence of further content presentation depends on the answers of trainees to the interactive block questions.

The capability for changing a trajectory after establishing an incorrect diagnosis or after choosing an incorrect treatment strategy is currently possible. Similarly, the capabilities for the interactive blocks of instrumental and laboratory studies, selection of certain treatment modalities, and operation types are available and will be introduced in the future. After changing the trajectory, trainee can repeatedly return to the module where they made an incorrect choice or continue following the wrong trajectory up to the final clinical diagnostic module with an

котором было принято неверное решение, либо продолжить движение по неверной траектории вплоть до финального клинико-диагностического модуля с эпикризом и разбором решения задачи. Эпикриз виртуального случая формируется автоматически как перечень всех решений, принятых обучающимся в данной ВКС.

epicrisis and revision of task completion. The epicrisis of virtual case is formed automatically as a list of all decisions made by the trainees in the given VCS. Decision-making competences of trainees in the standardized clinical situations may be quantitatively assessed using a rating score system.

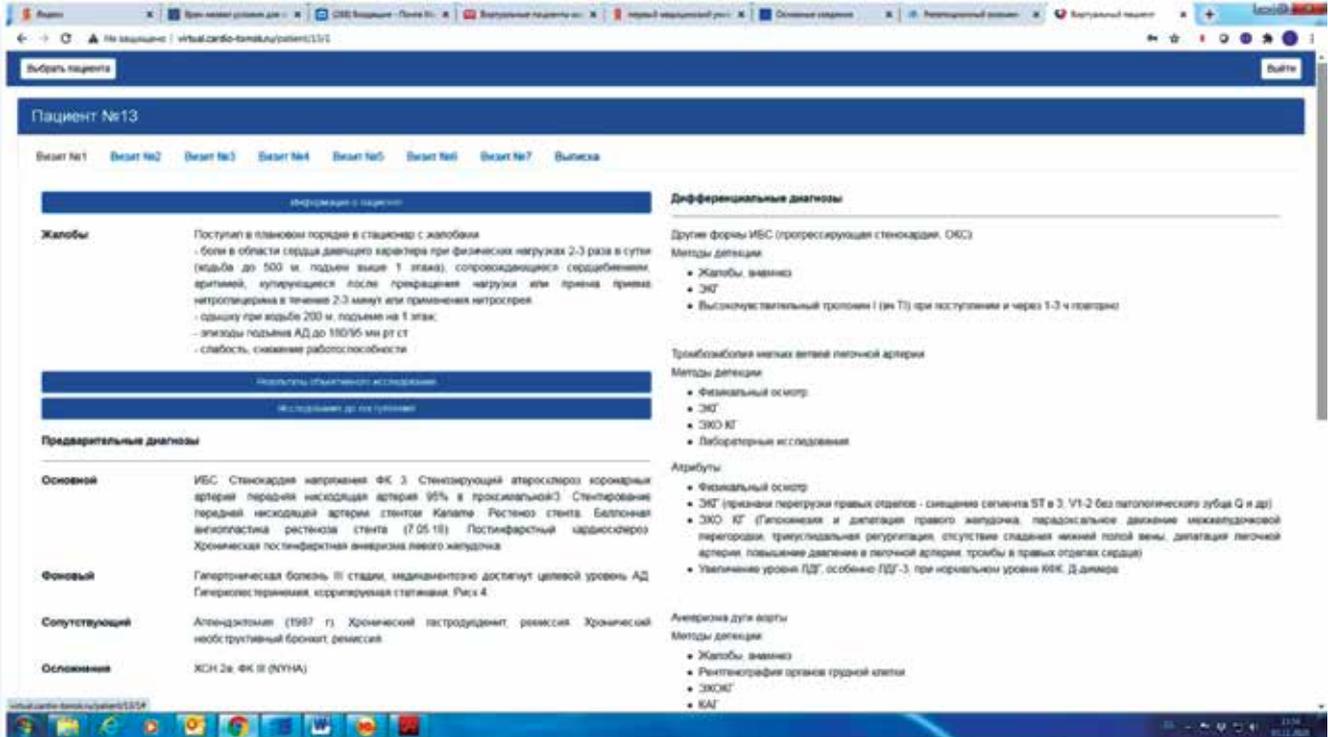


Рис. 1. Скриншот текстовой информации о виртуальном пациенте
Fig. 1. Screenshot of text information about virtual patient

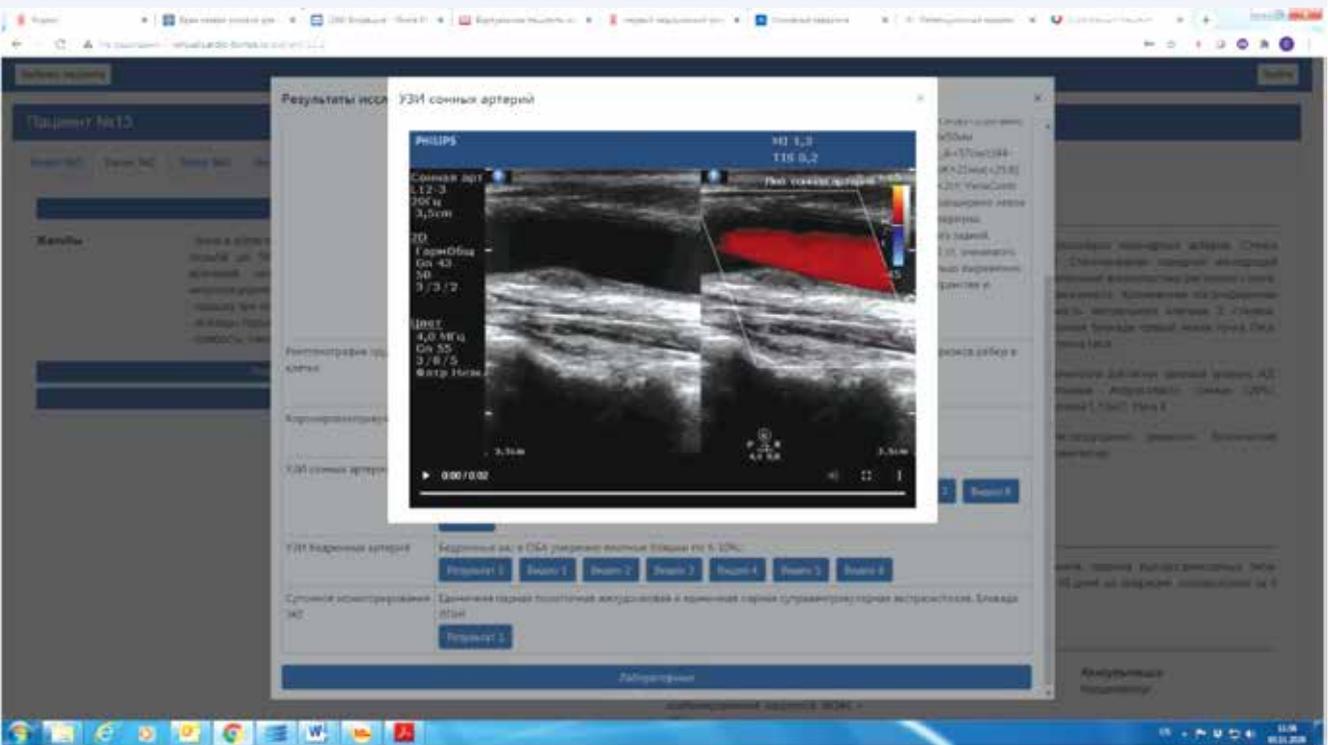


Рис. 2. Скриншот мультимедийной клинико-диагностической информации о виртуальном пациенте
Fig. 2. Screenshot of multimedia information about virtual patient

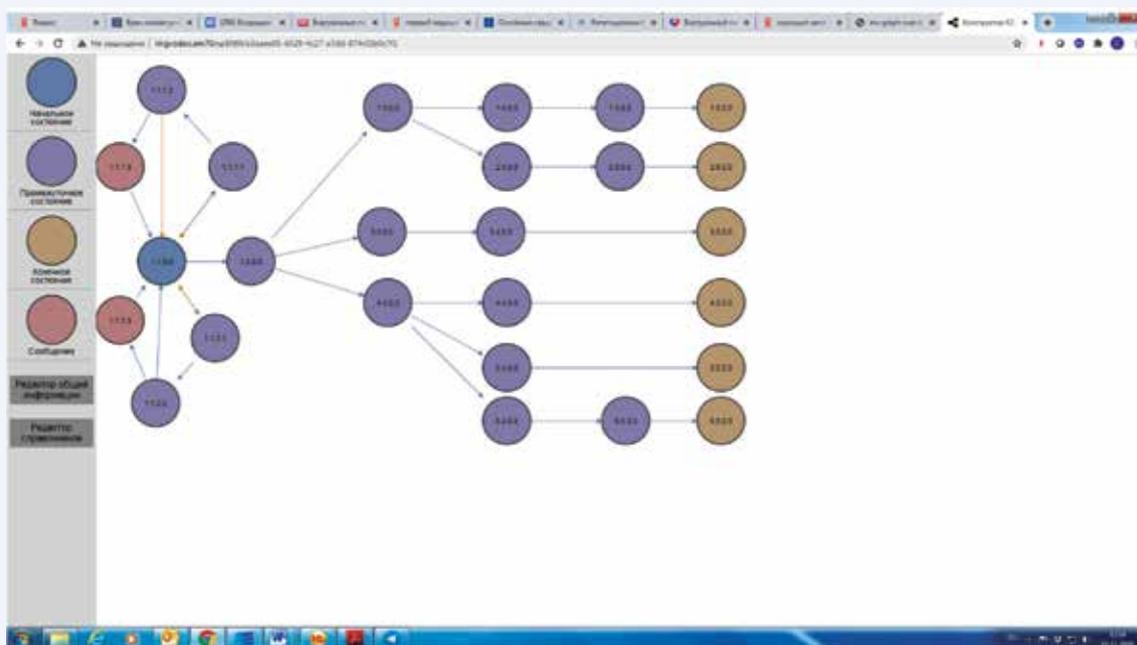


Рис. 3. Скриншот возможных траекторий предъявления информации о клинико-диагностической задаче
Fig. 3. Screenshot of possible trajectories of information displaying into the clinical and diagnostic task

Компетенции принятия обучающимися решений в стандартизованных клинических ситуациях количественно оцениваются с помощью балльно-рейтинговой системы. Персональный рейтинг интегрально характеризует эффективность решений в рамках конкретной задачи. До начала решения КДЗ он равен единице (100%); безошибочная работа с ВКС не меняет исходный рейтинг, а неточности снижают его. Степень соответствия каждого варианта решения экспертному мнению отражена в связанном с этим вариантом рейтинговом коэффициенте.

Итоговый персональный рейтинг рассчитывается как произведение всех коэффициентов, связанных с принятыми обучающимися решениями. Совокупность рейтинговых коэффициентов определяется траекторией прохождения КДЗ, что означает их полную интеграцию. При этом есть возможность подсчета персонального рейтинга обучающихся по отдельным компетенциям, связанным с диагностикой, назначением лечения, инструментальных и лабораторных методов исследования.

Субъективность экспертной точки зрения на степень правильности решения в каждом случае, конечно, возможна, но ее значимость снижается благодаря количеству решений – не менее 10 в рамках каждой КДЗ. В сложных клинических ситуациях коэффициенты определялись консенсусом экспертов, что также повышает их надежность. Мы считаем, что обеспечили достаточную объективность оценки компетенций обучающихся, по крайней мере, в рамках Сибирской кардиологической школы.

Командой проекта для снижения себестоимости, ускорения разработки, обеспечения интеграции ВКС с рейтинговой системой создан специальный инструмент – программный редактор клинико-диагностических задач (рис. 4). Это средство позволяет представить КДЗ в виде графа, обеспечивает ввод текстовой информации, использование мультимедийных файлов разного типа,

The personal rating characterizes the effectiveness of solutions in the framework of a given task. The rating equals 1 (100%) prior to the CDT completion; an error-free work with VCS does not change the initial rating whereas inaccuracies decrease the score. A degree of conformity of each result variant to the expert opinion is expressed as a rating coefficient associated with the variant.

The final personal rating is calculated as a multiplication of all coefficients associated with decisions made by trainees. The set of rating coefficients is defined by the CDT trajectory implying full integration of the rating system and CDT. Moreover, there is a capability of calculating personal rating for trainees based on the individual competences in regard to diagnosing, treatment administration, and instrumental and laboratory methods of study.

A bias factor in expert opinion regarding accuracy of decisions in every given case is certainly possible, but its significance decreases due to at least ten decisions for each CDT.

The coefficients are defined by the consensus of opinion among the experts for the complicated clinical situations, which improves the reliability of coefficients. We believe that we provide significant objectivity of trainee competence assessment, at least, within the framework of Siberian school of cardiology.

The project team created a special tool, a CDT editor software, which decreases prime cost, speedups the development, and ensures the VCS integration with the rating system (Fig. 4). This tool allows to present each CDT as a graph and ensures the input of textual information, the use of different multimedia files, and transitions between clinical diagnostic modules in certain direction. The interactive blocks have the fields linking

переходы между клиничко-диагностическими модулями в определенном направлении. Интерактивные блоки имеют поля, связывающие варианты решений с рейтинговой оценкой их эффективности (рис. 5). Перечни вариантов решений разделены на локальные (актуальные для конкретной КДЗ) и глобальные (актуальные для всех клиничко-диагностических задач).

various decisions to the rating assessment of their effectiveness (Fig. 5). The lists of decisions are assigned to the local (relevant to given CDT) and global (relevant for all CDTs) variants.

Both CDT editor and diverse VCS are supported by the Web-approach. It allows a remote creation of methodology support for training in clinical disciplines

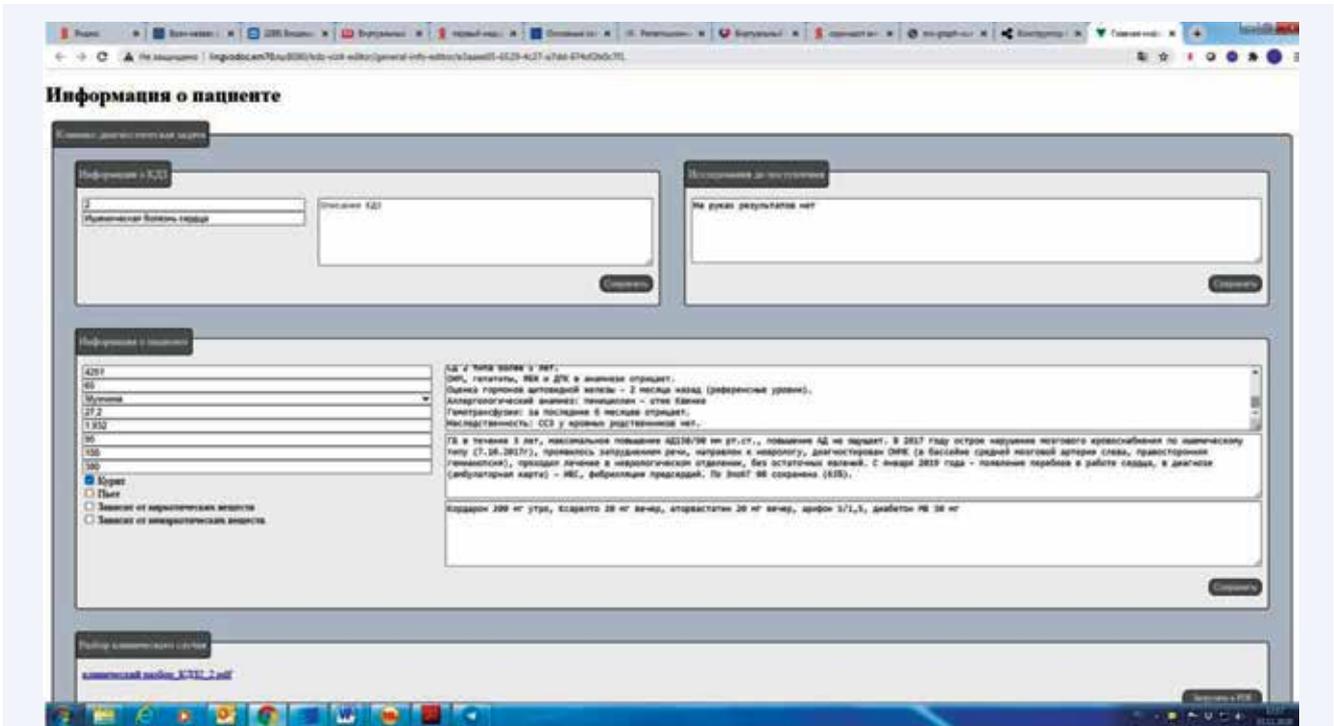


Рис. 4. Скриншот общих сведений о клиничко-диагностической задаче
 Fig. 4. Screenshot of general information about clinical and diagnostic task

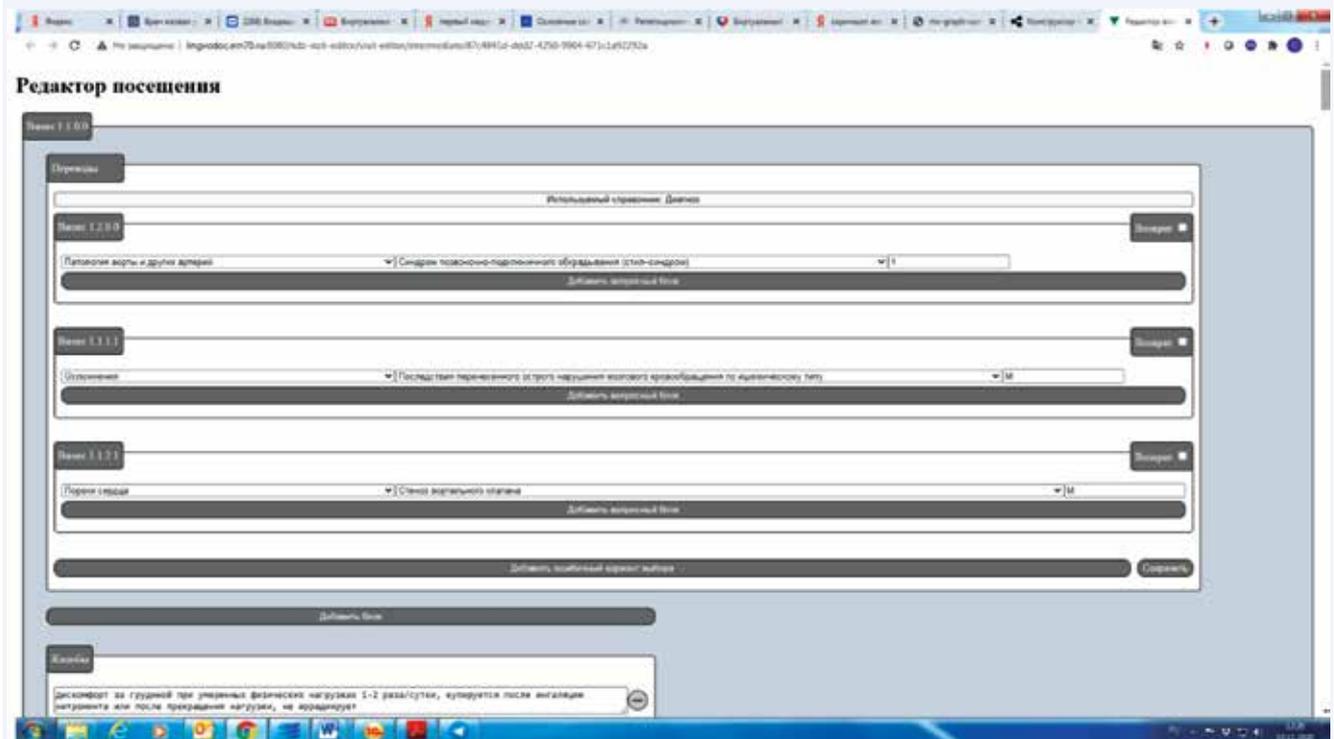


Рис. 5. Скриншот интерактивного блока, влияющего на траекторию предъявления информации о клиничко-диагностической задаче
 Fig. 5. Screenshot of the interactive block which effects on the trajectory of information displaying about clinical and diagnostic task

К редактору КДЗ, как и к самим ВКС любого типа, обеспечен Web-доступ. Это позволяет удаленно создавать методическое обеспечение преподавания клинических дисциплин – ВКС. Впоследствии созданные кейсы удаленно можно использовать для демонстрации завершённых виртуальных случаев, для изучения мультимедийных КДЗ в обучающем режиме и их использования для оценки врачебных компетенций в экзаменационном режиме.

Заклучение

В настоящее время с использованием программного редактора идет активное создание репозитория ВКС как мультимедийных моделей лечебно-диагностического процесса. Эта образовательная технология имеет ряд преимуществ: безопасность для реальных пациентов, педагогическую эффективность, относительно низкую себестоимость.

В репозитории будут размещены ВКС линейной и разветвленной структуры, а доступ пользователей обеспечит Web-сервис. Этот ресурс станет методической основой для дистанционного обучения клиническим дисциплинам и повышения клинико-диагностической квалификации врачей. Мы надеемся на участие научно-образовательных учреждений России в разработке новых ВКС. Внедрение информационно-коммуникационных технологий в обучение клиническим дисциплинам и повышение квалификации врачей позволит осуществлять эти процессы частично дистанционным способом.

Зарубежные страны имеют достаточный опыт организации и использования подобных регистров [12, 13]. Очевидно, для создания ВКС за рубежом используются проприетарные программные комплексы. Наша разработка редактора КДЗ может рассматриваться как инновационная импортозамещающая технология разработки цифрового методического обеспечения, обеспечивающая базу для дистанционной подготовки по клиническим дисциплинам.

Литература

1. Петрова В.Н. Возможности применения технологии проблемно-ориентированного обучения (PBL) в практике высшего образования (на примере ТГУ). *Сибирский психологический журнал*. 2017;65:112–124. DOI: 10.17223/17267080/65/9.
2. Ellaway R.H., Poulton T., Jivram T. Decision PBL: A 4-year retrospective case study of the use of virtual patients in problem-based learning. *Med. Teach.* 2015;37(10):926–934. DOI: 10.3109/0142159X.2014.970627.
3. Bateman J., Allen M., Samani D., Kidd J., Davies D. Virtual patient design: exploring what works and why. A grounded theory study. *Med. Educ.* 2013;47(6):595–606. DOI: 10.1111/medu.12151.
4. Карась С.И. Виртуальные пациенты как формат симуляционного обучения в непрерывном медицинском образовании (обзор литературы). *Бюллетень сибирской медицины*. 2020;19(1):140–149. DOI: 10.20538/1682-0363-2020-1-140-149.
5. Hege I., Kononowicz A.A., Berman N.B., Lenzer B., Kiesewetter J. Advancing clinical reasoning in virtual patients – development and application of a conceptual framework. *GMS J. Med. Educ.* 2018;35(1):Doc12. DOI: 10.3205/zma001159.
6. Cook D.A., Erwin P.J., Triola M.M. Computerized Virtual Patients in Health Professions Education: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Acad. Med.* 2010;85(10):1589–1602. DOI: 10.1097/ACM.0b013e3181edfe13.
7. Consorti F., Mancuso R., Nocioni M., Piccolo A. Efficacy of virtual patients in medical education: A meta-analysis of randomized studies. *Computers & Education*. 2012;59(3):1001–1008. DOI: 10.1016/j.compedu.2012.04.017.
8. Портал непрерывного медицинского и фармацевтического образования Минздрава России. URL: <https://edu.rosminzdrav.ru/specialistam/proekty/2/na-nashem-portale-realizovany-novye-interaktivnye-obrazovatelnye-moduli-virtualnyi-pacient-s-ispolzovaniem>

i.e. the VCS. Further, the created VCSs may be remotely used for the demonstration of completed virtual cases, for the study of multimedia CDT in a training mode, and for the assessment of physician competences in a test mode.

Conclusions

The vigorous development of repository for the VCS as multimedia modeling of treatment and diagnostic process is currently ongoing using the CDT editor software. This educational technology has the following advantages: safety for real-life patients, pedagogical effectiveness, and relatively low prime cost.

The VCS with a linear and multiple-choice structure will be available in the repository whereas user access will be provided by the Web-service. This resource will become a methodology basis for distant training in clinical disciplines and for the advancement of clinical diagnostic qualification of physicians. We hope for the involvement of Russian academic and educational institutions into the development of new VCS. Implementation of information and communication technologies into the clinical discipline training and continuous medical education will allow to provide these processes partially based on a distant access.

Foreign countries demonstrate a sufficient experience for the organization and implementation of similar registers [12, 13]. The proprietary software systems abroad are clearly implemented for the VCS. Our CDT editor development may be considered an innovative import-substituting technology establishing digital methodology support and providing the basis for distant training in clinical disciplines.

References

1. Petrova V.N. Potential of problem based learning technology in high school practice. *Siberian Journal of Psychology*. 2017;65:112–124 (In Russ.). DOI: 10.17223/17267080/65/9.
2. Ellaway R.H., Poulton T., Jivram T. Decision PBL: A 4-year retrospective case study of the use of virtual patients in problem-based learning. *Med. Teach.* 2015;37(10):926–934. DOI: 10.3109/0142159X.2014.970627.
3. Bateman J., Allen M., Samani D., Kidd J., Davies D. Virtual patient design: exploring what works and why. A grounded theory study. *Med. Educ.* 2013;47(6):595–606. DOI: 10.1111/medu.12151.
4. Karas S.I. Virtual patients as a format for simulation learning in the continuing medical education (review article). *Bulletin of Siberian Medicine*. 2020;19(1):140–149 (In Russ.). DOI: 10.20538/1682-0363-2020-1-140-149.
5. Hege I., Kononowicz A.A., Berman N.B., Lenzer B., Kiesewetter J. Advancing clinical reasoning in virtual patients – development and application of a conceptual framework. *GMS J. Med. Educ.* 2018;35(1):Doc12. DOI: 10.3205/zma001159.
6. Cook D.A., Erwin P.J., Triola M.M. Computerized Virtual Patients in Health Professions Education: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Acad. Med.* 2010;85(10):1589–1602. DOI: 10.1097/ACM.0b013e3181edfe13.
7. Consorti F., Mancuso R., Nocioni M., Piccolo A. Efficacy of virtual patients in medical education: A meta-analysis of randomized studies. *Computers & Education*. 2012;59(3):1001–1008. DOI: 10.1016/j.compedu.2012.04.017.
8. The portal for continuing medical and pharmaceutical education of the Ministry of Health (In Russ.). URL: <https://edu.rosminzdrav.ru/specialistam/proekty/2/na-nashem-portale-realizovany-novye-interaktivnye-obrazovatelnye-moduli-virtualnyi-pacient-s-ispolzovaniem-sovremennykh-simuljacionnykh-obrazovatelnykh-tehnologii/#c971> (available from: 02.11.2020).
9. The portal of methodical center for specialists accreditation of First Moscow Medical University (In Russ.). URL: <https://selftest.mededtech.ru/> (available from: 02.11.2020).

- sovremennykh-simuljacionnykh-obrazovatelnykh-tehnologii/#c971 (дата обращения: 02.11.2020).
9. Портал методического центра аккредитации специалистов Первого Московского медицинского университета. URL: <https://selftest.mededtech.ru/> (дата обращения: 02.11.2020).
 10. Карась С.И., Аржаник М.Б., Баев А.Е., Ваизов В.Х., Васильцева О.Я., Гракова Е.В. и др. Виртуальные пациенты с сердечно-сосудистой патологией: образовательная технология повышения клинической квалификации врачей. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2019;18(6):51–56. DOI: 10.15829/1728-8800-2019-6-51-56.
 11. Аржаник М.Б., Карась С.И., Гракова Е.В., Васильцева О.Я., Корнеева Т.Б., Кара-Сал Э.Э. Методическое обеспечение дистанционного повышения квалификации врачей: опыт разработки. *Российский кардиологический журнал*. 2019;24(12):104–108. DOI: 10.15829/1560-4071-2019-12-104-108.
 12. Electronic Virtual Patients. URL: <https://virtualpatients.eu> (дата обращения: 01.11.2020).
 13. The Regenstrief EHR Clinical Learning Platform. URL: <https://www.regenstrief.org/implementation/clinical-learning> (дата обращения: 01.11.2020).
 10. Karas S.I., Arzhanik M.B., Baev A.E., Vaizov V.K., Vasil'tseva O.Y., Grakova E.V. et al. Virtual patients with cardiovascular pathology: technology for postgraduate medical education. *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2019;18(6):51–56 (In Russ.). DOI: 10.15829/1728-8800-2019-6-51-56.
 11. Arzhanik M.B., Karas S.I., Grakova E.V., Vasil'tseva O.A., Korneeva T.B., Kara-Sal E.E. Methodology in cardiologists' postgraduate education. *Russian Journal of Cardiology*. 2019;24(12):104–108 (In Russ.). DOI: 10.15829/1560-4071-2019-12-104-108.
 12. Electronic Virtual Patients. URL: <https://virtualpatients.eu> (available from: 01.11.2020).
 13. The Regenstrief EHR Clinical Learning Platform. URL: <https://www.regenstrief.org/implementation/clinical-learning> (available from: 01.11.2020).

Информация о вкладе авторов

Карась С.И. – разработка концепции и дизайна, аналитическая работа, написание текста рукописи, окончательное утверждение рукописи для публикации, согласие быть ответственным за все аспекты работы.

Колганов С.О. – архитектура программных приложений, окончательное утверждение рукописи для публикации, согласие быть ответственным за все аспекты работы.

Кочетков С.Б. – архитектура программных приложений, программирование, написание черновика фрагментов рукописи, проверка критически важного интеллектуального содержания, окончательное утверждение рукописи для публикации, согласие быть ответственным за все аспекты работы.

Гракова Е.В. – конструирование компьютерных симуляций, проверка критически важного интеллектуального содержания, окончательное утверждение рукописи для публикации, согласие быть ответственным за все аспекты работы.

Балахонova М.В. – конструирование компьютерных симуляций, проверка критически важного интеллектуального содержания, окончательное утверждение рукописи для публикации, согласие быть ответственным за все аспекты работы.

Дацюк В.В. – архитектура программных приложений, аналитическая работа, проверка критически важного интеллектуального содержания, окончательное утверждение рукописи для публикации, согласие быть ответственным за все аспекты работы.

Ноздрин Г.К. – программирование, окончательное утверждение рукописи для публикации, согласие быть ответственным за все аспекты работы.

Сергеев М.В. – программирование, окончательное утверждение рукописи для публикации, согласие быть ответственным за все аспекты работы.

Касинская Е.С. – аналитическая работа, окончательное утверждение рукописи для публикации, согласие быть ответственным за все аспекты работы.

Кара-Сал Э.Э. – аналитическая работа, написание черновика рукописи, окончательное утверждение рукописи для публикации, согласие быть ответственным за все аспекты работы.

Аржаник М.Б. – аналитическая работа, проверка критически важного интеллектуального содержания, окончательное утверждение рукописи для публикации, согласие быть ответственным за все аспекты работы.

Габелко Е.А. – аналитическая работа, дизайн интерфейсов, окончательное утверждение рукописи для публикации, согласие быть ответственным за все аспекты работы.

Титова А.Р. – аналитическая работа, дизайн интерфейсов, окончательное утверждение рукописи для публикации, согласие быть ответственным за все аспекты работы.

Сведения об авторах

Карась Сергей Иосифович, д-р мед. наук, заведующий отделом координации научной и образовательной деятельности, Научно-исследовательский институт кардиологии, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук; профессор кафедры медицинской и биологической кибернетики, Сибирский госу-

Information on author contributions

Karas S.I. – concept and design development, analytical work, writing the manuscript, final approval of the manuscript for publication, and agreement to be responsible for all aspects of work.

Kolganov S.O. – software architecture, final approval of the manuscript for publication, and agreement to be responsible for all aspects of work.

Kochetkov S.B. – software architecture, programming, writing the draft of manuscript sections, revision of essential intellectual content, final approval of the manuscript for publication, and agreement to be responsible for all aspects of work.

Grakova E.V. – computer-based simulation engineering, revision of essential intellectual content, final approval of the manuscript for publication, and agreement to be responsible for all aspects of work.

Balakhonova M.V. – computer-based simulation engineering, revision of essential intellectual content, final approval of the manuscript for publication, and agreement to be responsible for all aspects of work.

Datsyuk V.V. – software architecture, analytical work, revision of essential intellectual content, final approval of the manuscript for publication, and agreement to be responsible for all aspects of work.

Nozdryn G.K. – programming, final approval of the manuscript for publication, and agreement to be responsible for all aspects of work.

Sergeev M.V. – programming, final approval of the manuscript for publication, and agreement to be responsible for all aspects of work.

Kasinskaya E.S. – analytical work, final approval of the manuscript for publication, and agreement to be responsible for all aspects of work.

Kara-Sal E.E. – analytical work, writing the draft of the manuscript, final approval of the manuscript for publication, and agreement to be responsible for all aspects of work.

Arzhanik M.B. – analytical work, revision of essential intellectual content, final approval of the manuscript for publication, and agreement to be responsible for all aspects of work.

Gabelko E.A. – analytical work, interface design, final approval of the manuscript for publication, and agreement to be responsible for all aspects of work.

Titova A.R. – analytical work, interface design, final approval of the manuscript for publication, and agreement to be responsible for all aspects of work.

Information about the authors

Sergey I. Karas, Dr. Sci. (Med.), Head of the Department for Research and Training Coordination, Cardiology research Institute, Tomsk National Research Medical Center, Russian Academy of Sciences; Professor, Department of Medical and Biological Cybernetics, Siberian State Medical University. ORCID 0000-0001-6716-856X.
E-mail: ksi@cardio-tomsk.ru.

Sergey O. Kolganov, Director of JSC "ElecCard-Med".
E-mail: kso@em70.ru.

Sergey B. Kochetkov, Head of the Department of Software Development, JSC "ElecCard-Med". ORCID 0000-0003-4959-8667.
E-mail: ksb@em70.ru.

Elena V. Grakova, Dr. Sci. (Med.), Leading Research Scientist, Department of Myocardial Pathology, Cardiology research Institute, Tomsk National Research Medical Center, Russian Academy of Sciences. ORCID 0000-0003-4019-3735.

E-mail: Vgelen1970@gmail.com.



дарственный медицинский университет Министерства здравоохранения Российской Федерации. ORCID 0000-0001-6716-856X.

E-mail: ksi@cardio-tomsk.ru.

Колганов Сергей Олегович, директор ООО «Элекард-Мед».

E-mail: kso@em70.ru.

Кочетков Сергей Борисович, начальник отдела разработки программных средств, ООО «Элекард-Мед». ORCID 0000-0003-4959-8667.

E-mail: ksb@em70.ru.

Гракова Елена Викторовна, д-р мед. наук, ведущий научный сотрудник, отделение патологии миокарда, Научно-исследовательский институт кардиологии, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук. ORCID 0000-0003-4019-3735.

E-mail: Vgelen1970@gmail.com.

Балахонova Мария Вячеславовна, канд. мед. наук, доцент кафедры кардиологии, Сибирский государственный медицинский университет Министерства здравоохранения Российской Федерации.

E-mail: maria_balahonova@mail.ru.

Дацюк Валерий Валентинович, программист, ООО «Элекард-Мед».

E-mail: dvv@em70.ru.

Ноздрин Георгий Константинович, программист, ООО «Элекард-Мед».

E-mail: georgiynozdrin@gmail.com.

Сергеев Михаил Владимирович, программист, ООО «Элекард-Мед».

Касинская Екатерина Сергеевна, аналитик, ООО «Элекард-Мед».

E-mail: kes@em70.ru.

Кара-Сал Эрес Эртинеевич, магистрант 1-го года, Национальный исследовательский Томский политехнический университет. ORCID 0000-0003-3184-4268.

E-mail: eres_karasal@mail.ru.

Аржаник Марина Борисовна, канд. пед. наук, доцент кафедры медицинской и биологической кибернетики, Сибирский государственный медицинский университет Министерства здравоохранения Российской Федерации. ORCID 0000-0003-4844-9803.

E-mail: arzh_m@mail.ru.

Габелко Екатерина Александровна, студентка 6-го курса медико-биологического факультета, Сибирский государственный медицинский университет Министерства здравоохранения Российской Федерации.

E-mail: katya_gabelko@mail.ru.

Титова Арина Радиевна, студентка 6-го курса медико-биологического факультета, Сибирский государственный медицинский университет Министерства здравоохранения Российской Федерации.

E-mail: arisha.tiv@gmail.com.

 **Карась Сергей Иосифович**, e-mail: ksi@cardio-tomsk.ru.

Maria V. Balakhonova, Cand. Sci. (Med.), Associate Professor, Department of Cardiology, Siberian State Medical University. E-mail: maria_balahonova@mail.ru.

Valery V. Datsyuk, Programmer, JSC "ElecCard-Med".

E-mail: dvv@em70.ru.

Georgiy K. Nozdrin, Programmer, JSC "ElecCard-Med".

E-mail: georgiynozdrin@gmail.com.

Mikhail V. Sergeev, Programmer, JSC "ElecCard-Med".

Ekaterina S. Kasinskaya, Analyst, JSC "ElecCard-Med".

E-mail: kes@em70.ru.

Eres E. Kara-Sal, 1st Year Graduate Student, National Research Tomsk Polytechnic University. ORCID 0000-0003-3184-4268.

E-mail: eres_karasal@mail.ru.

Marina B. Arzhanik, Cand. Sci. (Pedagogy), Associate Professor, Department of Medical and Biological Cybernetics, Siberian State Medical University. ORCID 0000-0003-4844-9803.

E-mail: arzh_m@mail.ru.

Ekaterina A. Gabelko, 6th Year Student, Department of Biomedicine, Siberian State Medical University.

E-mail: katya_gabelko@mail.ru.

Arina R. Titova, 6th Year Student, Department of Biomedicine, Siberian State Medical University.

E-mail: arisha.tiv@gmail.com.

 **Sergey I. Karas**, e-mail: ksi@cardio-tomsk.ru.

Received November 06, 2020

Поступила 06.11.2020



Сибирский журнал клинической и экспериментальной медицины
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЕ РЕЦЕНЗИРУЕМОЕ ИЗДАНИЕ

4'2020
Том 35