

КАРАСЬ С.И.,

д.м.н., доцент, НИИ кардиологии, ФГБНУ Томский НИМЦ, Томск, Россия, e-mail: karkar13@mail.ru

АРЖАНИК М.Б.,к.пед.н., ФГБОУ ВО Сибирский государственный медицинский университет, Томск, Россия,
e-mail: arzh_m@mail.ru

ИНЖЕНЕРИЯ ЗНАНИЙ В РАЗРАБОТКЕ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ УДАЛЕННОГО ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

DOI: 10.25881/18110193_2023_1_16

Аннотация.

Актуальность. Целью медицинского образования является формирование врачебных компетенций. Значимым образовательным инструментом для формирования этих навыков принятия решений стала технология виртуальных пациентов, как стандартизированной, цифровой, безопасной для реальных пациентов модели. Дистанционный доступ позволяет расширить географию использования, дает возможность обучаться при невозможности или ограничениях очного формата образования.

Цель. Публичное представление динамики разработки и практических результатов использования методов инженерии знаний в ходе создания программного комплекса для формирования и оценки компетенций принятия врачебных решений.

Материал и методы. Материалами исследования служили экспертные знания опытных клиницистов, имеющих значительный научно-педагогический опыт. В работе с экспертами использованы индивидуальные и групповые коммуникативные методы инженерии знаний: анкетирование, мозговой штурм, структурированное интервью, критический обзор, метод Делфи для анонимного заочного согласования оценок.

Результаты. Каждый завершённый случай рассматривался как совокупность текстовой и мультимедийной информации, описывающей лечебно-диагностический процесс (ЛДП). Эта информация была дискретизована и представлена последовательностью информационных узлов в линейной траектории — моделью ЛДП «как было». В дальнейшем был определен перечень информационных узлов, в которых могло бы произойти изменение траектории ЛДП после непринятых решений, и синтезированы отсутствующие в реальности дополнительные траектории. Вместо линейной модели для каждого случая был создан разветвленный граф — модель «как могло быть», включающая определенный набор траекторий ЛДП. Сформулированы критерии и шкала оценки эффективности решений обучающихся, разработана рейтинговая система оценивания, подготовлены доказательные справочные материалы для каждого кейса. На основе полученных результатов сформулировано техническое задание для группы программистов, разработан и реализован программный комплекс для формирования и оценки компетенций принятия решений обучающимися.

Выводы. Опыт работы мультидисциплинарной команды показал, что инженерия экспертных знаний в слабо формализованных доменах занимает центральное место в разработке программного комплекса для формирования и оценки компетенций принятия врачебных решений.

Ключевые слова: инженерия знаний, моделирование, виртуальный пациент, дистанционное образование, рейтинговая система, репозиторий

Для цитирования: Карась С.И., Аржаник М.Б. Инженерия знаний в разработке программного комплекса для удаленного формирования компетенций принятия решений. Врач и информационные технологии. 2023; 1: 4: 16-27. doi: 10.25881/18110193_2023_1_16.

KARAS S.I.,

DSc., Associated Professor, Cardiology Research Institute, Tomsk NRMC, Tomsk, Russia, e-mail: ksiksi13@mail.ru

ARZHANIK M.B.,

PhD, Siberian State Medical University, Tomsk, Russia,
e-mail: arzh_m@mail.ru

KNOWLEDGE ENGINEERING IN THE SOFTWARE DEVELOPMENT FOR REMOTE DEVELOPMENT OF DECISION-MAKING COMPETENCIES

DOI: 10.25881/18110193_2023_1_16

Abstract.

Background. Development of medical competences is the aim of medical education. Technology of virtual patients has become the main learning tool for these skills as a safe (for real patient), standard digital model. Remote access allows expanding the use, and learning even in case of face-to-face contact limitations.

Aim. Public presentation of the development dynamics and practical results of knowledge engineering during software creation for the formation and assessment of medical decision-making competencies.

Methods. The materials for this research were expert knowledge of skillful clinicians with significant scientific and teaching experience. Individual and group knowledge engineering methods were used to extract and formalize expert knowledge: survey, brain storm, structured interview, critical review, Delphi method.

Results. Each completed case was considered as a set of textual and multimedia information describing the diagnostic and treatment process (DTP). This information was discretized and represented by a sequence of information nodes in linear trajectory — a model of DTP «as it was.» Subsequently, list of information nodes was determined where DTP trajectory could be changed after another decisions, and additional trajectories that are absent in reality were synthesized. Instead of linear model, the branched graph was created for each case — “how could it be” model that included a certain set of DTP trajectories. Criteria and a scale for evaluating the effectiveness of students’ decisions were formulated, a rating system of evaluation was developed, evidence-based reference materials were prepared for each case. The task specification for programmers was formulated on the basis of obtained results. Software package was developed and implemented for the development and assessment of decision-making competencies of trainees.

Conclusion. The experience of our multidisciplinary team has shown that the engineering of expert knowledge in weakly formalized domains is central to the development software for the development and evaluation of medical decision-making competencies.

Keywords: knowledge engineering, modeling, virtual patient, distance learning, rating system, repository

For citation: Karas S.I., Arzhanik M.B. Knowledge engineering in the software development for remote development of decision-making competencies. Medical doctor and information technology. 2023; 1: 4: 16-27. doi: 10.25881/18110193_2023_1_16.

ВВЕДЕНИЕ

Компетенция врача — это способность решать определенный класс профессиональных задач, способность применять в этих целях знания, умения, навыки, а также личностные качества. Различные профессиональные врачебные компетенции можно обозначить в рамках одной емкой и важнейшей в клинической практике компетенции принятия диагностических и лечебных решений. От того, правильно ли будут назначены диагностические процедуры, терапевтические или хирургические интервенции, прямо зависит эффективность лечения и качество жизни пациента. В силу этого, медицинское образование может быть рассмотрено как процесс формирования компетенции принятия врачебных решений, а повышение квалификации — процесс ее совершенствования.

Компетентностный подход в медицинском образовании принят в Российской Федерации [1, 2]. В медицинском ВУЗе отработка врачебных компетенций в ходе проблемного обучения используется очень давно в виде клинических разборов случаев, решения ситуационных задач, совместной курации пациентов преподавателями и студентами. Такое обучение всегда было практико-ориентированной составной частью медицинского образования (как высшего, так и последипломного) [3]. Проблемное обучение способствует пониманию клинической дисциплины и специальности в целом, погружает студентов в профессиональную деятельность. При повышении квалификации врача также нет альтернативы этой педагогической технологии. Формирование основных клинико-диагностических компетенций происходит именно в ходе решения проблем пациентов. В этих же условиях должна осуществляться проверка уровня их сформированности.

Естественной целью медицинского образования является формирование врачебных компетенций. Например, для специальности «Лечебное дело» в актуальном Федеральном государственном образовательном стандарте обозначена общепрофессиональная компетенция «способен назначать лечение и осуществлять контроль его эффективности и безопасности» [1]. Весьма значимым образовательным инструментом для формирования этих навыков принятия решений стала технология виртуальных пациентов, как стандартизированной,

цифровой, безопасной для реальных пациентов модели, используемой для различных аспектов преподавания [4–7]. Наиболее перспективными, на наш взгляд, являются разветвленные виртуальные кейсы [8]. Дистанционный доступ позволяет расширить географию использования, дает возможность обучаться при невозможности или ограничениях очного формата образования.

В Российской Федерации виртуальные пациенты реализованы на портале непрерывного медицинского и фармацевтического образования Минздрава России, где размещены интерактивные клинические ситуации и тренажер оказания неотложной помощи с удаленным доступом [9]. Другой вариант интерактивных ситуационных задач предлагается методическим центром аккредитации специалистов Сеченовского университета [10].

В Томске есть свой опыт создания мультимедийных моделей лечебно-диагностического процесса (виртуальных кардиологических пациентов) [8]. Данный проект показал необходимость работы мультидисциплинарной команды. Наличие весьма разных компетенций в коллективе (врачи-кардиологи, врачи-диагносты, медицинские аналитики, программисты, архитекторы программных приложений), тем более при частично online-взаимодействиях участников, необходимо для успешного выполнения проекта. Безусловно, важно взаимопонимание аналитиков и программистов, но данное сообщение посвящено взаимодействию аналитиков с экспертами в принятии врачебных решений — квалифицированными врачами-кардиологами.

Целью данной работы является исследование роли технологии инженерии знаний в ходе создания программного комплекса для формирования и оценки компетенций принятия врачебных решений в области кардиологии.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Материалами исследования служили экспертные знания опытных клиницистов, имеющих значительный научно-педагогический опыт. В работе с экспертами использованы индивидуальные и групповые коммуникативные методы инженерии знаний: анкетирование, мозговой штурм, структурированное интервью, критический обзор, метод Делфи для анонимного заочного согласования оценок.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Каждый виртуальный пациент является информационной моделью лечебно-диагностического процесса (ЛДП), завершено в условиях кардиологического стационара. В качестве этой модели рассматривается совокупность текстовой и мультимедийной информации, описывающей ЛДП. Основным результатом взаимодействия аналитиков с экспертами являлись извлечение и формализация всей необходимой для моделирования информации. Мы формализовали этапы взаимодействия аналитиков и экспертов, как один из итогов завершеного проекта, и поэтапно описали полученные результаты.

1. Основной функционал программного комплекса

На этапе составления технического задания проекта обязательна формулировка требований к основному функционалу программного комплекса. В этом и в последующих разделах мы будем приводить результаты совместной работы аналитиков и врачей, не оговаривая это каждый раз.

Ожиданиям врачей-клиницистов будут соответствовать следующие основные функции программного комплекса:

- возможность удаленного использования программного комплекса как обучающимися, так и преподавателями;
- наличие разных режимов работы, направленных для достижения основных целей образовательного процесса — формирования компетенции («обучение») и проверки уровня ее сформированности («экзамен»);
- обеспечение четырех аспектов работы с компетенциями принятия врачебных решений в парадигме проблемного обучения: создание кейсов, предъявление кейсов обучающимся, автоматическая оценка принятия обучающимися решений, анализ принятых решений преподавателями.

Как итог этого этапа, для инициации проектной работы совместно с ИТ-специалистами создано техническое задание на Web-ориентированный продукт с двумя пользовательскими режимами работы, состоящий из трех программных модулей.

2. Создание модели ЛДП

После неоднократных групповых сеансов извлечения экспертных знаний линейный граф был выбран в качестве модели реального ЛДП (Рис. 1). Невзирая на непрерывность течения

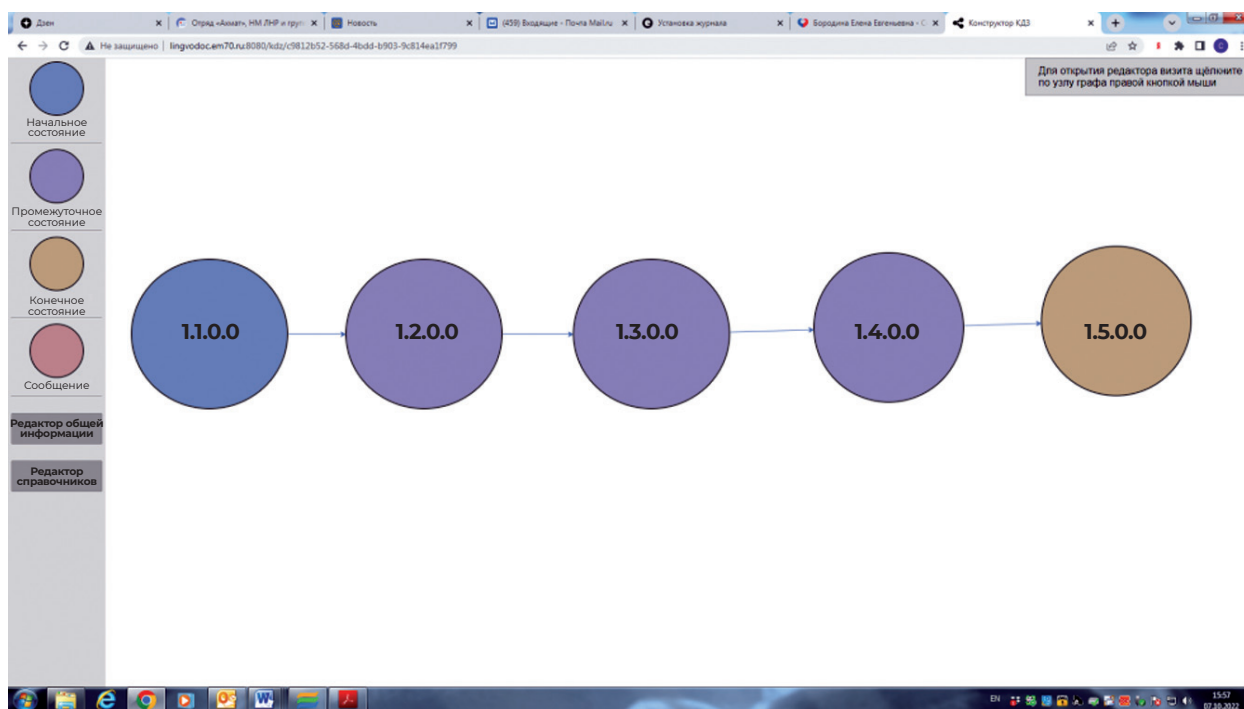


Рисунок 1 — Граф лечебно-диагностического процесса.

времени, появление новой, а тем более существенной для ЛДП, информации дискретно и в виртуальной модели может быть представлено дискретными узлами ориентированного графа.

В отличие от реального ЛДП, для виртуальных пациентов мы можем создать отсутствующие в реальности «ветви» графа, которые могли быть реализованы в случае принятия врачами других решений в определенных узлах. Сценарий диагностики и лечения пациента мог бы сложиться по-другому после иных (неверных, недостаточно эффективных или более эффективных) решений врача. В виртуальной модели имеется возможность дополнения клинической реальности созданными экспертами «сослагательными» траекториями в предположении «а что было бы, если...». Используя панель инструментов, с образовательными целями для некоторых кейсов вместо линейной модели был создан разветвленный граф — модель «как могло быть», включающая определенный набор траекторий ЛДП (Рис. 2).

Среди этих траекторий естественно наличие основной (реально существовавшей). Кроме того, в узле 1.1.0.0 после принципиально неверных диагностических решений обучающийся может попасть в отклонения от основной траектории, в рамках которых имеется возможность изменения точки зрения и принятия верного решения. Если обучающийся настаивает на неправильном диагнозе, происходит принудительное возвращение его/ее на правильный путь графа. Модель на рис. 2 включает также шесть дополнительных траекторий, начинающихся после не принятых в реальности (но возможных!) решений в узлах 1.2.0.0, 1.3.0.0, 4.3.0.0 и завершающихся иными конечными состояниями. После выбора какого-либо из дополнительных путей обучающийся вынужден использовать его до достижения конечного состояния виртуального пациента. Таким образом, разветвленный граф стал основной моделью ЛДП виртуальных пациентов.

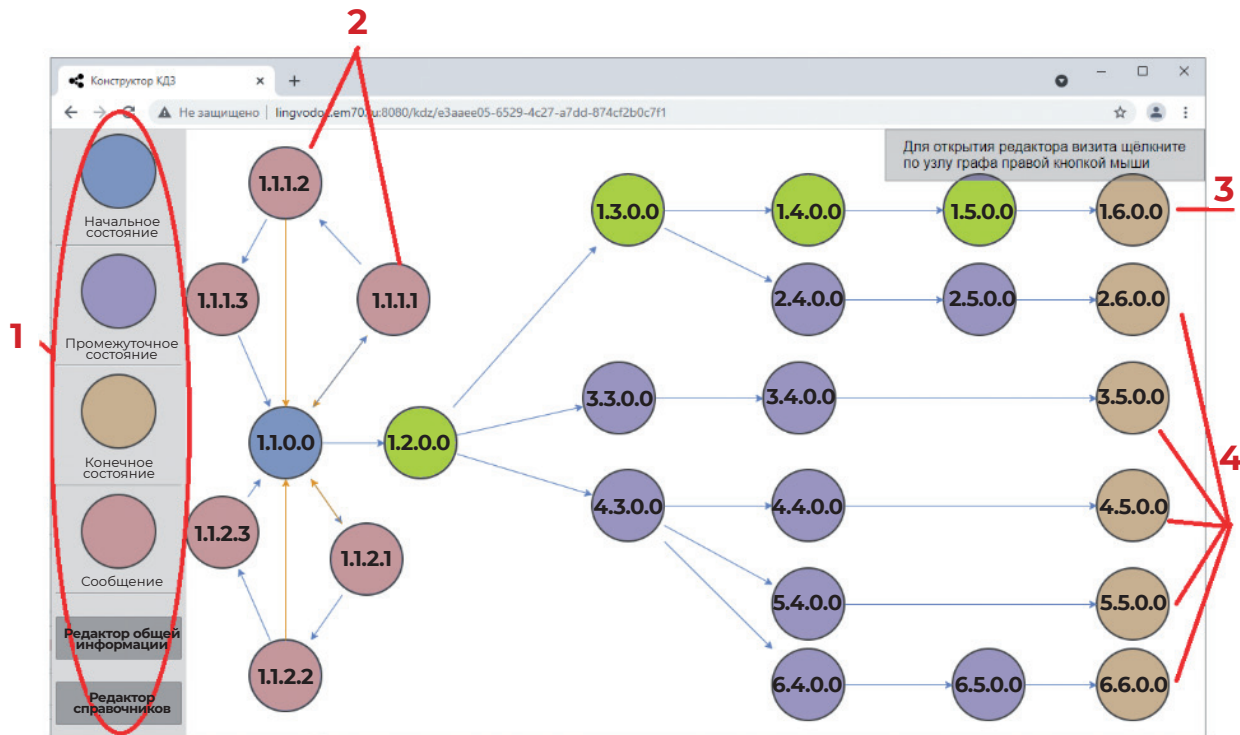


Рисунок 2 — Разветвленный граф лечебно-диагностического процесса.
1 — Панель инструментов. 2 — Отклонения. 3 — Основная траектория.
4 — Дополнительные траектории.

3. Обработка клинико-диагностической информации

Узлы модели ЛДП в последующих сеансах инженерии знаний мы обозначали как «клинико-диагностические модули» (КДМ). До заполнения КДМ соответствующим контентом клинико-диагностическая информация должна быть структурирована и обработана.

Создание каждого виртуального случая после определения «базовой» архивной истории болезни начиналось с оцифровки деперсонализированных текстовых данных, поиске результатов исследования данного больного в базах соответствующих диагностических подразделений. Следующим этапом выполнялся поиск релевантных по клинико-демографическим характеристикам результатов диагностических исследований других пациентов, используемых после деперсонализации для создаваемого виртуального случая. Основное внимание при этом уделялось принятию решений в ходе ЛДП, как информационному материалу для формирования основополагающей компетенции врача.

Вся информация, содержащаяся в истории болезни, важна для ЛДП, но для разработки виртуального пациента мы использовали только ту, которая непосредственно влияет на принятие врачебных решений. Например, если результаты исследований или консультации специалистов не влияют на дальнейшие решения по диагностике и выбору тактики лечения заболевания, то они могут не включаться в структуру КДМ. Напротив, если результаты эффективных исследований по каким-то причинам у пациента отсутствуют, они могут быть восстановлены из базы данных лечебного учреждения из ЛДП клинически схожих случаев. Таким образом, в результате совместной работы врачей и аналитиков для каждого виртуального пациента формируется необходимый набор текстовой и мультимедийной информации.

Важен вопрос об информационных границах КДМ, т.е. об объеме включаемого в дискретный КДМ контента. Было принято решение, что переход к следующему КДМ происходит после появления новой клинико-диагностической информации, либо в связи с изменением состояния пациента.

Для разветвленных моделей потребовалась дополнительная информация, отсутствовавшая

в завершеном госпитальном случае — прототипе, т.е. создание врачами «дополненной клинической реальности». Информация о ней проходила тщательную экспертную проверку на предмет клинического соответствия случаю. При оценке реалистичности дополнительных траекторий имеют значение основное заболевание и его формы, сопутствующая патология, антропометрические и 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 — результат творчества врачей.

Структура КДМ была согласована с врачами. Информация была разделена на блоки, которые включали жалобы, анамнез, объективные исследования, предварительный диагноз, план обследования и лечения, результаты диагностических исследований, назначения, окончательный диагноз, эпикриз. В результате этой работы были созданы шаблоны для подготовки и ввода текстовой информации из архивных историй болезни (пример на Рис. 3).

Порядок подготовки данных клинического случая виртуального пациента для ввода в Систему

1. Создать папку с именем <Код нозологии><номер медицинской карты пациента> - <первые буквы ФИО пациента>
2. Заполнить Шаблон для подготовки данных клинического случая виртуального пациента структурированными данными пациента
3. Имя файла состоит из <Код нозологии><номер медицинской карты пациента> - <первые буквы ФИО пациента>
4. Файлы заключений и результатов исследований сохранить в папке

Внимание: Шаблон содержит 6 посещений. Страница для заполнения выписки – в конце документа. После заполнения страницы документа с «лишними» посещениями желательно удалить.

Шаблон для подготовки данных

поступил в отделение, в плановом / экстренном порядке
 нозология:
 клинический случай:
 медицинская карта стационарного больного:
 Название папки с файлами пациента:
 Период лечения:
 Количество посещений:
Форма «О пациенте»:

Название поля	Данные	Примечание или описание данных для ввода в поле
Фамилия Имя Отчество		
Пол		М/Ж
Возраст (полных лет)		
Вес, кг		
ИМТ		
С рав		
Свр. б		
Свр. т		
Тест 6-ти минутной ходьбы		
Вредные привычки	Курение	Характеристики: да/нет, с какого возраста, как часто, объем
	Алкоголь	
	Наркотики	
	Токсикомания	
Анамнез заболеваний		
Анамнез жизни		
Фармакологический анамнез		

Рисунок 3 — Шаблон для подготовки текстовых данных виртуального пациента.

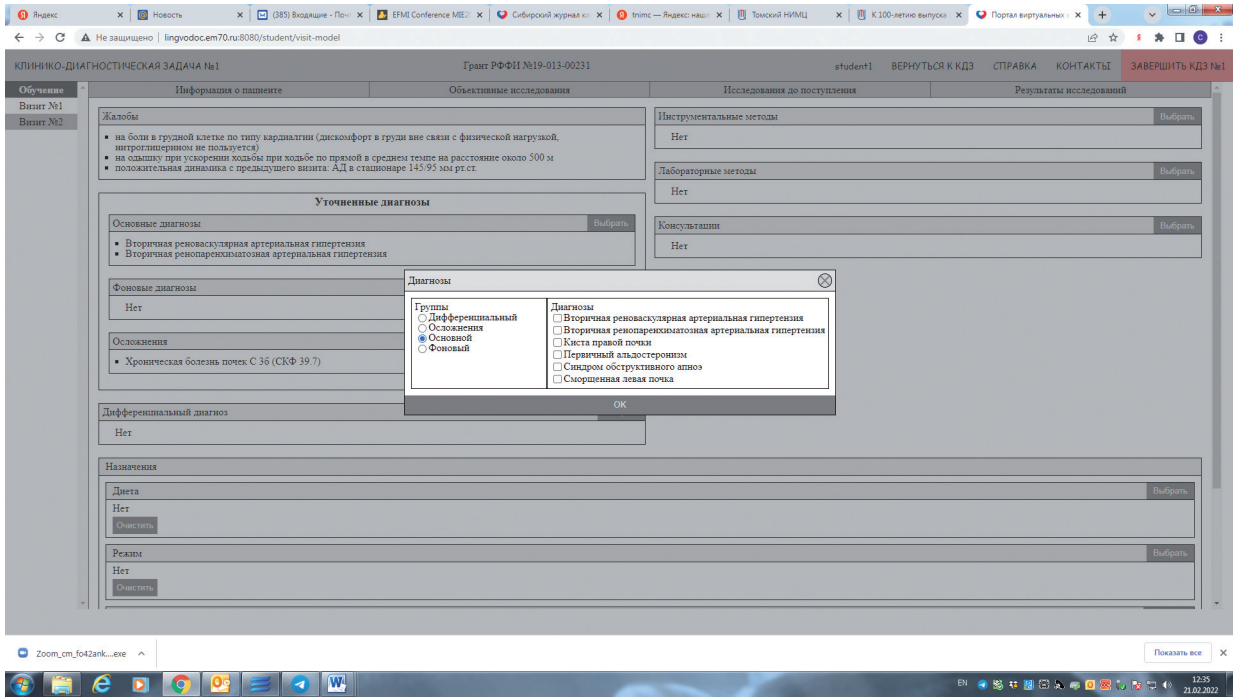


Рисунок 5 — Предъявление интерактивного блока постановки диагноза.

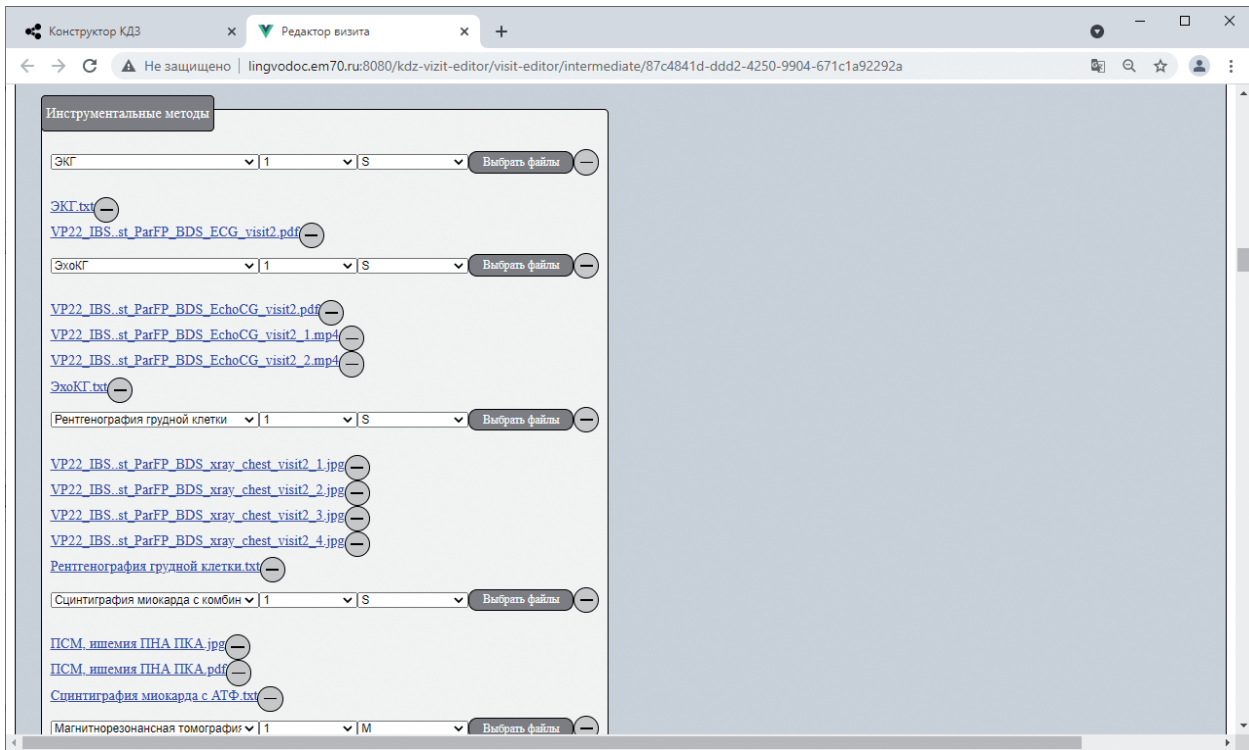


Рисунок 6 — Пример создания интерактивного блока информации.

вариантов решений (триггерные блоки информации). После принятия решений в этих блоках может произойти изменение траектории ЛДП, что приводит к необходимости создания отсутствующих в реальности дополнительных ветвей графа. В настоящее время реализована возможность изменения траектории после неверной постановки диагноза или неправильного выбора стратегии лечения. Аналогичные возможности имеются для других интерактивных блоков (назначение инструментальных и лабораторных исследований, выбор конкретных способов лечения, типа операции) и будут реализованы в последующем.

4. Экспертные оценки клинично-диагностической информации

Содержание этого раздела в том или ином виде присутствует во всем контенте статьи, так как экспертные оценки — один из основных результатов инженерии знаний. И формализация основного функционала программного комплекса, и моделирование ЛДП, и обработка клинично-диагностической информации невозможны без

учета экспертной точки зрения. Хотелось бы дополнительно обратить внимание на роль экспертов в подготовке обучающих материалов и в разработке модуля рейтингового оценивания решений обучающихся.

Реализация любых функций программного комплекса включает возможность использования обучающих материалов. На данном этапе развития проекта врачами создан документ, доступный в режиме обучения и включающий клинический разбор конкретного случая от доказательных теоретических предпосылок до практических рекомендаций пациенту (Рис. 7).

Компетенции принятия обучающимися решений в стандартизованных клинических ситуациях количественно оцениваются с помощью балльно-рейтинговой системы. Персональный рейтинг интегрально характеризует эффективность всех решений в рамках конкретного кейса. До начала работы у всех обучающихся он равен единице (100%); безошибочная работа с кейсом не меняет исходный рейтинг, а недостаточная эффективность решений снижает его.

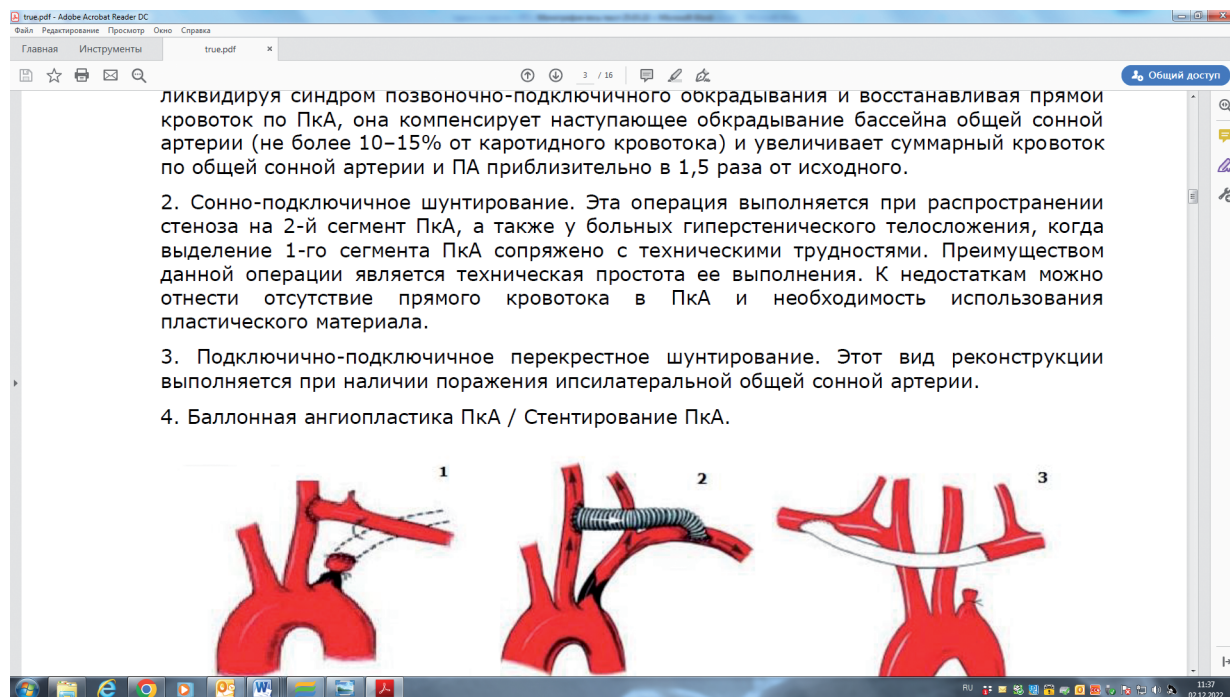


Рисунок 7 — Клинический разбор случая.

Степень соответствия каждого варианта решения экспертному мнению выявлялась во время сеансов инженерии знаний и отражена в связанном с вариантом решения рейтинговом коэффициенте. Итоговый персональный рейтинг рассчитывается как произведение всех коэффициентов, связанных с принятыми обучающимися решениями. Траектория «движения» по графу определяет совокупность рейтинговых коэффициентов, что означает учет всех решений обучающихся в персональной рейтинговой оценке. При этом есть возможность расчета оценки по отдельным компетенциям, связанным с диагностикой, назначением лечения, инструментальными и лабораторными методами исследования.

Субъективность экспертной точки зрения на степень правильности решения в каждом случае, конечно, возможна, но ее значимость снижается благодаря количеству решений — не менее десяти в рамках каждого кейса. В сложных клинических ситуациях коэффициенты определялись консенсусом экспертов, что также повышает их объективность.

ОБСУЖДЕНИЕ

Благодаря активному использованию инженерии знаний врачей-кардиологов, мультидисциплинарной командой создан Web-ориентированный программный комплекс для дистанционной разработки и использования виртуальных случаев ЛДП. Возможность удаленной работы способствует созданию новых «виртуальных пациентов» и возникновению репозитория виртуальных компьютерных симуляций. Этот ресурс может стать методической основой для дистанционного обучения клиническим дисциплинам и повышения клинико-диагностической квалификации врачей. Зарубежные страны имеют достаточный опыт организации и использования подобных регистров [11, 12]. Наша разработка может рассматриваться как инновационная импортзамещающая технология цифрового методического обеспечения, обеспечивающая

дистанционную подготовку обучающихся по клиническим дисциплинам, в данном случае — кардиологии.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Опыт создания программного комплекса для формирования и оценки компетенции принятия врачебных решений в области кардиологии показал, что инженерия экспертных знаний необходима на всех этапах разработки и занимает центральное место в этом процессе.

Благодарности. Авторы благодарят руководство и сотрудников клинических и диагностических подразделений НИИ кардиологии, Томский НИМЦ и кафедры кардиологии ФГБОУ ВО СибГМУ Минздрава России д.м.н. Е.В.Гракову, к.м.н. М.В. Балахонову, д.м.н. О.Я. Васильцеву, д.м.н. В.Ю. Усова, д.м.н. К.В. Завадовского, д.м.н. А.А. Соколова, к.м.н. В.Х. Ваизова, к.м.н. В.М. Гуляева, к.м.н. А.Е. Баева, д.м.н. Ж.В. Веснину за сотрудничество в процессе инженерии профессиональных знаний и предоставление текстовых и мультимедийных источников информации.

Авторы благодарят ИТ-специалистов С.Б. Кочеткова, Э.Э.Кара-Сал, С.О. Колганова, К.А. Дорофеева, В.В. Дацюка, Е.С. Касинскую, Г.К. Ноздрина за участие в проекте и эффективную реализацию его аналитического и программного аспектов.

Исследование представлено в виде доклада на секции «Инженерия знаний в медицине: практические результаты/примеры» научно-практической конференции по искусственному интеллекту в медицине, Международный конгресс «Информационные технологии в медицине-2022».

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование: Проект частично поддержан Российским фондом фундаментальных исследований (грант 19-013-00231).

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования — специалитет по специальности 31.05.01 Лечебное дело. [Federal State Educational Standard for Higher Education on Specialty 31.05.01 General Medicine. (In Russ)]. Доступно по https://ssmu.ru/upload/filesarchive/minobrfiles/31.05.01_Lechebnoe_delo_2020.pdf.

2. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования — специалитет по специальности 30.05.03 Медицинская кибернетика. [Federal State Educational Standard for Higher Education on Specialty 30.05.03 Medical Cybernetics. (In Russ)]. Доступно по https://ssmu.ru/upload/filesarchive/minobrfiles/30.05.03_Medicinskaja_kibernetika_2020.pdf
3. Петрова В.Н. Возможности применения технологии проблемно-ориентированного обучения (PBL) в практике высшего образования. Сибирский психологический журнал. — 2017. — №65. — С.112-124. [Petrova VN. Potential of problem based learning technology in high school practice. Siberian Psychological Journal. 2017; 65: 112-124. (In Russ.)] doi: 10.17223/17267080/65/9.
4. Bateman J, Allen M, Kidd J, Davies D. Virtual patient design: exploring what works and why. A grounded theory study. Medical Education. 2013; 47(6): 595-606. doi:10.1111/medu.12151.
5. Consorti F, Mancuso R, Nocioni M, et al. 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.
6. Hege I, Kononowicz AA, Berman NB, Kiesewetter J. Advancing clinical reasoning in virtual patients — development and application of a conceptual framework. J. Med. Educ. 2018; 35(1): Doc12. doi:10.3205/zma001159.
7. Карась С.И., Корнева И.О., Аржаник М.Б. и др. Роль и перспективы использования информационно-коммуникационных технологий в формировании врачебных компетенций // Врачи и информационные технологии. — 2018. — №4. — С.46-58. [Karas SI, Korneva IO, Arzhanik MB, et al. The role and prospects of ICT using in medical competencies formation. Medical doctor and information technologies. 2018; 4: 46-58. (In Russ.)]

8. Карась С.И., Колганов С.О., Кочетков С.Б. и др. Разработка компьютерного методического обеспечения повышения квалификации врачей с удаленным доступом // Сибирский журнал клинической и экспериментальной медицины. — 2020. — №35(4). — С.150-160. [Karas SI, Kolganov SO, Kochetkov SB, et al. Development of computer-based methodology for remote advanced training of medical doctors. The Siberian Journal of Clinical and Experimental Medicine. 2020; 35(4): 150-160. (In Russ).] doi: 10.29001/2073-8552-2020-35-4-150-160.
9. Портал непрерывного медицинского и фармацевтического образования Минздрава России. [The portal for continuing medical and pharmaceutical education of the Ministry of health. (In Russ)]. Доступно по: <https://edu.rosminzdrav.ru/specialistam/proekty/2/na-nashem-portale-realizovany-novye-interaktivnye-obrazovatelnye-moduli-virtualnyi-pacient-s-ispolzovaniem-sovremennykh-simuljacionnykh-obrazovatelnykh-tehnologii/#c971>.
10. Портал методического центра аккредитации специалистов Первого Московского медицинского университета. [The portal of methodical center for specialists accreditation of First Moscow Medical University. (In Russ)]. Доступно по: <https://selftest.mededtech.ru>.
11. Electronic Virtual Patients. Доступно по: <https://virtualpatients.eu>.
12. The Regenstrief EHR Clinical Learning Platform. Доступно по: <https://www.regenstrief.org/implementation/clinical-learning>.