

Компьютеризированные и дистанционные обучающие системы (на примере медицинской диагностики)

Целью настоящей статьи является анализ текущего состояния и возможности развития компьютерных систем разного типа в образовании (на примере медицины). Особый упор сделан на использование кейс-методов, сочетающих лингвистический и мультимедийный компоненты и на интеллектуальные технологии для реализации индивидуально настраиваемого и контролируемого на разных этапах учебного процесса. Рассмотрены методы инженерии знаний при построении интеллектуальных систем формируют навыки индивидуальной и совместной работы. Отдельный аспект — это методы и средства дистанционного обучения с использованием телемедицинских и интернет-технологий в обучении и непрерывном повышении квалификации.

В качестве средства когнитивного визуального представления знаний используются онтологии. Они находят применение в представлении медицинских знаний, характеризующих патологические процессы. В качестве первичного анализа логических взаимосвязей признаков используются интеллект-карты и концепт-карты. Ролевые игры способствуют освоению извлечения знаний для экспертных систем. Это позволяет всем членам группы имитировать роли когнитолога и эксперта. А преподаватель корректирует, при необходимости, этот процесс и указывает в заключении на допущенные ошибки и неиспользованные возможности оптимизации диалога студента-когнитолога со студентом-экспертом. На основе кейс-метода предлагается реализовать примеры и вопросы из клинической практики, включающие видеофрагменты. Это позволяет контролировать правильность действий студентов при проведении осмотров и манипуляций. Экспертная система и дистанционные способы работы применяются для анализа микроскопических препаратов под контролем преподавателя. Построение интеллектуальной обучающей системы, включающей кейсы является основой для

приобретения навыков дифференциальной диагностики в процессе обследования виртуального пациента. Телемедицинские технологии с применением различных видеокамер предполагают дистанционное преподавание не только теоретических, но и клинических предметов с обследованием больных, включая тестирование обучающихся и видеоэкзамены.

В результате исследований автором предложены схемы компьютеризированной и интеллектуализированной технологии обучения медицинским предметам различного типа (морфологические, клинические, кибернетические). Это способствует повышению знаний с учетом индивидуальных способностей студентов по персональным программам, формирует умения извлекать и анализировать получаемую информацию. Видеоконференции позволяют повышать квалификацию дистанционно по месту работы в процессе контакта с лекторами и преподавателями. Специально разработанные подходы предполагают дистанционное обследование и диагностику под контролем преподавателя. А также демонстрацию больных с различной патологией во время телелекций.

Рассмотренные подходы открывают возможности для индивидуального овладения знаниями на основе современных методов электронного образования и интеллектуальных технологий. Персонализация подхода к обучению позволяет направленно повторять недостаточно усвоенные разделы материала. Дистанционные методы обучения позволят на принципиально новом уровне ставить и решать задачи непрерывного повышения квалификации медицинских работников. В принципе использование многих из перечисленных подходов возможно и в других сферах образования.

Ключевые слова: интеллектуальные обучающие системы, кейс-метод, онтологии, групповое извлечение знаний, ролевая игра «когнитолог — эксперт», дистанционное обучение

Boris A. Kobrinsky

Federal Research Center «Computer Science and Control» of the RAS, Moscow, Russia
Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia

Computerized and distance learning systems (the case of medical diagnostics)

The purpose of this paper is to analyze the current state and the possibility of developing computer systems of various types in education (the case of medicine). Particular emphasis is on the use of case studies that combine linguistic and multimedia components and on intellectual technologies to implement the learning process, individually controlled at different stages. The considered methods of knowledge engineering in the construction of intelligent systems form the skills of individual and teamwork. A separate aspect is the methods and means of distance learning with the use of telemedical and internet technologies in teaching and continuous professional development. Ontologies are used as a means of cognitive visual representation of knowledge. They find application in the presentation of medical knowledge that characterize pathological processes. Intellectual maps and concept maps are used as the primary analysis of logical relationships of characteristics. Role games contribute to the development of knowledge extraction for expert systems. This allows all members of the group to simulate the roles of a knowledge engineer and an expert. In addition, the teacher corrects, if necessary, this process

and indicates in conclusion on the mistakes made and the unused possibilities for optimizing the dialogue between the student-cognitive scientist and the student-expert. Based on case-method it is proposed to implement examples and questions from clinical practice, including video fragments. This allows you to monitor the correctness of the actions of students during inspections and manipulations. The expert system and remote methods of work are used for the analysis of microscopic drugs under the supervision of the teacher. Building an intellectual learning system that includes cases is the basis for acquiring the skills of differential diagnosis in the process of examining a virtual patient. Telemedical technologies, using different video cameras, suggest remote teaching of not only theoretical, but also clinical subjects with examination of patients, including testing of students and video examinations.

As a result of the research, the author proposed schemes of computerized and intellectualized technology for teaching medical subjects of various types (morphological, clinical, and cybernetic). This contributes to the increase of knowledge, taking into account the individual abilities of

students on personal programs, forms skills to extract and analyze the information received. Videoconferencing allows you to improve your skills remotely at the place of work in the process of contact with lecturers and teachers. Specially developed approaches presuppose remote examination and diagnostics under the supervision of the teacher. In addition, demonstration of patients with various pathologies during telelectures. These approaches offer opportunities for individual mastering of knowledge based on modern methods of electronic education and intellectual technologies. Personalization of the approach to learning

allows you to repeat the insufficiently mastered sections of the material. Distance learning methods will allow setting and solving tasks of continuous improvement of professional skill of medical workers on a fundamentally new level. In principle, the use of many of these approaches is possible in other areas of education.

Keywords: intellectual training systems, case-method, ontologies, group knowledge extraction, role-playing game "knowledge engineer – expert", distance learning

Введение

Эра компьютеризации и онлайн-дистанционного взаимодействия принципиально меняет систему образования. В медицинских приложениях возможность обучения на виртуальных моделях позволяет увидеть и повторно проанализировать мельчайшие особенности в теоретических и клинических предметах.

Проблемно-основанное обучение, используемое в медицинских учебных заведениях, традиционно ориентировано на совместную, групповую деятельность и развитие критического мышления. Но этот подход имеет и свои недостатки, особенно при необходимости наблюдения больных. В то же время, обучение на основе конкретных случаев использует вопросно-ответный метод и предоставляет больше возможностей при работе в малых группах. Эксперимент, проводившийся в трех медицинских школах — Калифорнийского, Лос-Анджелесского и Davis (Калифорния) университетов — показал предпочтительность обучения на конкретных примерах. Этот подход поддержали 89% студентов и 84% преподавателей, хотя проведенное исследование не позволило выявить метод, в наибольшей мере способствующий лучшему качеству подготовки будущих врачей [1].

Одновременно для врачей, повышающих свою квалификацию, открылись новые перспективы обновления знаний без отрыва от основной работы. Они получили возможность не только слушать лекции выдающихся ученых, но и вести с ними диалог, задавать вопросы по интересующим их проблемам и сложным в лечебно-диагно-

стическом плане случаям. Телеобучение (телеобразование) подразумевает внедрение телемедицинских методов в непрерывную (преемственную) систему подготовки медицинских кадров. Реализация принципа теленаставничества, предполагает длительный контакт врача с его тьютором. Особенности этого направления являются внедрение телемедицинских систем тестирующего контроля, а также методов направляемой деятельности обучаемого во время проведения им медицинских манипуляций [2, 3].

Технология «Живые знания» основана на детальном изучении и математическом моделировании структур представления медицинских знаний и процессов принятия клинических решений врачом. Этот подход позволяет создавать специальным образом структурированные базы знаний, на основании которых удастся эффективно решать задачи моделирования клинических ситуаций. Смоделированные ситуации используются в процессе верификации не только для обучения и поддержки решений, но и при создании самих баз знаний [4].

В создании обучающих систем используются различные методы. Их разнообразие определяется не только предпочтениями разработчиков, но и стоящими в каждом конкретном случае задачами. В связи с этим представляется целесообразным рассмотреть различные подходы к созданию кейсов и интеллектуальных систем, в том числе с использованием телемедицинских технологий, ориентированных на обучение студентов и повышение квалификации врачей-слушателей медицинских университетов.

1. Case-метод в обучении

Основной принцип метода кейсов или конкретных ситуаций (англ. case-method, case-study) заключается в инициировании самостоятельного изучения ситуации студентами, формирования их собственного видения проблем и их решения [5]. В работе [6] автор, на основании опыта, приводит 3 концепции обучения с применением кейс-методов — case bedside teaching (обучение теории в классе и на практике — у кровати пациента), case didactic teaching (кейсы сведены к минимуму, на первом плане — лекции по темам, которые были в кейсах) и case iterative teaching (глубокое изучение сложных клинических случаев «шаг за шагом»). Авторы работы [7] делают вывод, что студенты получают удовольствие при обучении с помощью кейсов и это улучшает качество обучения, а преподаватели получают удовольствие от того, что case-метод вдохновляет и мотивирует студентов к обучению.

При разработке обучающих систем на основе кейс-метода целесообразно предоставить пользователю определенную свободу выбора плана обследования виртуального пациента. При этом важно оценить его действия в процессе интерактивного диагностического процесса, обследования или выбора тактики лечения пациента, для чего были использованы мультимедийные технологии [8, 9]. Принцип построения интеллектуальной обучающей системы, включающей кейсы, предполагает приобретение навыков дифференциальной диагностики в процессе обследования виртуального пациента. Перенесение акцента с клинической практики на

обучение с использованием интеллектуальной обучающей кейс-системы выдвигает требование отслеживания истинности предположений обучающегося в плане совместимости (частичной или полной) или несовместимости между его гипотезами (заклЮчениями) на основе анализа кейса и сведениями по этому вопросу, содержащимися в базе знаний предметной области. Система может быть реализована как расширяющаяся за счет включения новых кейсов и пополнения соответствующими знаниями.

В медицинской обучающей системе МЕТЕОР раскрывается суть использования базы знаний в медицинской обучающей системе [10]. Эта система представляет собой интеграцию кейса, построения гипотезы и системы подсказок. Основной акцент делается на систему подсказок, которая, по словам авторов, основана на расчетах семантической близости между понятиями. Когда студент обращается к кейсу, он выбирает самостоятельно или из перечня нужные ответы на вопросы системы, и, в зависимости от того, насколько точно он определил то или иное понятие, получает ответ системы, что-то вроде «ты далеко» или «ты ближе, но еще нужно подумать». По словам авторов, данная система решает проблему «частичного ответа», когда у студента появляется возможность ответить «частично правильно» или «частично неправильно». Авторы описывают так называемый «эталонный путь» решения кейса, который составляется экспертом и записывается в систему. Для составления этой цепочки авторами статьи была создана специальная система СОМЕТ (collaborative medical case authoring environment). Она создает площадку для экспертов, участвующих в групповом формировании базы знаний для обучающей системы.

Медицинская обучающая система «Виртуальная поликлиника» под названием Docs'n'drugs [11] представлена в форме Web-решения. Ее

структура включает базу медицинских знаний, базу кейсов и собственно модель обучения. В ней предусмотрена возможность адаптации к уровню сложности обучения: если студент предпринимает несколько неверных решений подряд, система изменяет тактику учебного процесса, подстраивая уровень вопросов, содержания и т.п.

Кейсы на сайте New England Journal of Medicine представляют собой иллюстрированные интерактивные материалы, которые в определенном порядке демонстрируются пользователю, например, боли в животе [12]. Среди этих материалов могут быть как данные виртуального пациента из кейса (результаты анализов, анамнез и др.), так и обобщенные данные, не имеющие отношения к этому пациенту (например, соотношение некоторых ферментов для различных патологий). Пользователь проходит кейс поэтапно. Прежде всего, он получает теоретическую информацию в виде рисунков, графиков, схем, анимации, видео, а через определенное количество шагов имеет возможность выбрать то или иное действие, назначить обследование, выдвинуть гипотетический диагноз и т.д. Система дает оценку действиям обучающегося, отображая верные и неверные ответы. Окончательная оценка представляется в процентном соотношении и отображается после прохождения всех этапов.

На портале Центра информации по генетическим и редким заболеваниям Национального института здоровья США [13], представлены обучающие ресурсы как для среднего, так и для высшего профессионального образования. Отдельно необходимо отметить интерактивный методический материал «Rare Diseases and Scientific Inquiry», представленный в форме Web-сайта. В нем присутствует анимация, видео, интерактивные кейсы по лечению пациента с редким заболеванием. Данный материал заслуживает внимания, как с методической стороны, так и в

отношении технологического разнообразия (использование Flash, HTML, JavaScript позволяет достичь высокой степени интерактивности при использовании материала).

2. Интеллектуальные обучающие системы

Интеллектуальные обучающие системы в ряде направлений имеют значительные преимущества перед существующими методами обучения в медицине. Они обеспечивают имитируемую среду, в которой студенты могут практиковаться без последствий для реальных пациентов. В этой моделируемой среде, обучающая система предлагает постоянную обратную связь и помощь, направленную на эффективное овладение материалом. Постоянно контролируя и поддерживая представление о том, как студент прогрессирует, система может адаптироваться для обеспечения индивидуализации обучения. В медицинской обучающей системе ReportTutor (SlideTutor) [14, 15] описана идея системы для обучения постановке диагноза. Система совмещает в себе функции «виртуального микроскопа» (средство увеличения и уменьшения масштаба просматриваемой фотографии) и «интерфейса естественного языка». В центре поставлена функция «общения» студента и программы на естественном языке. Типовой кейс в системе выглядит подобно фотографии, которую студент может увеличивать при просмотре. На основе наблюдаемого изображения студент должен разработать гипотезы для распознавания представленного изображения, а система, в свою очередь — подтвердить или опровергнуть их правильность, и, при необходимости, выдать студенту подсказку. В программе используется domain ontology и Protégé goals. Архитектура интеллектуальной обучающей системы для обучения решению визуальной классификации на основе когнитивной теории включает аспекты познавательного об-

учения и решения проблем с использованием компонентной модели (component object model). Основываясь на онтологии домена, онтологии задачи, данных конкретного случая и используя абстрактные методы решения задачи экспертная система создает динамический граф решений. Взаимодействие студента с графом решений фильтруется через учебный слой, который создается вторым набором абстрактных задач, методов и «педагогических» онтологий в ответ на текущее состояние модели студента. Используя SlideTutor, была создана учебная система для микроскопической диагностики воспалительных заболеваний кожи.

Онтологии являются одной из популярных форм представления знаний в естественных науках [16], в частности, среди медицинских обучающих систем. Само построение онтологий, иначе визуальный онтологический инжиниринг, является мощным когнитивным инструментом, позволяющим сделать видимыми структуры как индивидуального, так и корпоративного знания. Этот подход включает: (1) системность, т.е. целостный взгляд на предметную область; (2) единообразии, т.е. материал, представленный в единой форме, что гораздо лучше воспринимается и воспроизводится; (3) научность, так как построение онтологий позволяет восстановить недостающие логические связи во всей их полноте [17]. Последнее позволяет формировать принципы научного мышления при необходимости принятия решений, что крайне важно в медицине при анализе имеющихся признаков неизвестного или только предполагаемого заболевания (при выборе методов обследования, гипотезе о диагнозе, тактике лечения, прогнозе течения заболевания). Еще в [18], был описан опыт создания обучающей системы постановки диагноза для студентов-медиков на основе базы знаний, содержащей данные реально существующих пациентов. Пользовательский интерфейс системы

был реализован в вопросно-ответной форме: программа выводила на экран исходные данные, а пользователь выбирал нужное действие.

Демонстрация знаний по широкому кругу проблем в форме онтологий требует значительных усилий со стороны преподавательского состава. Решением является алгоритм разработки онтологий на основе промежуточных моделей – интеллект-карт и концептуальных карт. Для автоматизированной оптимизации интеллект-карт предлагается использовать метрики, в том числе, субъективные, метрики исследования топологии графа [19].

Визуальное представление знаний в форме интеллектуальных и концептуальных карт находит все более широкое применение в учебном процессе. Оно позволяет студентам научиться лучше представлять изучаемые проблемы в систематизированном (структурированном) виде, а преподавателям легко и быстро оценивать способности студента в конкретной области и четко указывать на имеющиеся недостатки (отсутствие необходимых связей, ложные связи и др.).

3. Ролевые игры

Важнейший вопрос в обучении построению интеллектуальных систем – это обучение студентов извлечению знаний у экспертов. В теоретическом плане это связано с освоением применения вопросов различного типа, позволяющих максимально полно не только извлечь вербализуемые знания, но и «зацепить», по возможности, интуитивные представления, добиться ясного и полного обоснования рассматриваемых понятий. Для этого используются общепринятые виды вопросов: общие и закрытые, прямые и косвенные, наводящие, зондирующие (на которые нужно обращать особое внимание, направляя рассуждения специалиста в нужную сторону), контрольные (для проверки достоверности и объективности полученной ранее информации) и другие [20].

Однако даже практические занятия с отдельными примерами различных типов вопросов не формируют достаточный опыт извлечения знаний. Его можно достигнуть только в процессе имитации взаимодействия когнитолога с экспертом (в ролях которых выступают студенты или слушатели факультетов повышения квалификации). Такой подход, именуемый ролевой игрой, заставляет искать вопросы и ответы, учиться тому, что метафорически называют «потрошением» эксперта.

До некоторой степени ролевые игры восходят к «играм врачей» [21]. Однако в ролевой игре можно задействовать больше двух человек, привлекая остальных членов учебной группы для формирования дополнительных вопросов со стороны «когнитолога» или предлагая им давать свои ответы со стороны «эксперта».

Преподаватель вмешивается в процесс «игры» только в тех случаях, если действия участников абсолютно неверны и ведут по ложному пути. Вмешательство осуществляется в виде конкретных замечаний или напоминаний когнитологу о принципах работы с экспертом. Необходимо также напоминать и эксперту об определенных аспектах предметной области и ее возможной нечеткости. То есть возможны рекомендации обеим сторонам ролевой игры.

Наряду с советами по ходу ролевой игры, преподаватель осуществляет разбор ошибок по ее окончании и предлагает варианты ее возможного проведения для более эффективного извлечения необходимых знаний в соответствии с поставленной исходно целью.

Метод управляемой дискуссии [22], разработанный первоначально в процессе построения экспертной системы, может быть также использован и использовался автором в процессе ролевых игр. Этот подход включает своего рода принцип дополнительности знаний, заключающийся в коррекции (модификации) и пополнении фактов и гипотез

отдельных студентов-экспертов, совместно участвующих в группе при ролевой игре «когнитолог – эксперт». В то же время, в работе с группой экспертов преподаватель должен обращать внимание на расхождение во мнениях студентов. При этом следует обращать внимание на психологически сложный момент передачи функции эксперта, являющегося ведущим в конкретной задаче, от одного члена группы другому. Это бывает необходимо при смене акцентов в направлении диагностического поиска. При групповой работе важно оценить единство и расхождение мнений студентов-экспертов в отношении главных признаков и разнообразие оценок по отношению к сопутствующей симптоматике. И в то же время ориентировать их на контрольные высказывания другого экспертного мнения.

Ролевые игры в обучении по разделу инженерии знаний в течение ряда лет осуществляются на медико-биологическом факультете Российского национального исследовательского медицинского университета им. Н.И. Пирогова.

4. Методология дистанционного обучения с использованием телемедицинских и интернет-технологий

Компьютерные технологии с развитием телекоммуникационной среды позволили интегрировать в процессе дистанционного обучения case-технологии, интернет-медицину, включая электронную почту, и телемедицинские конференции.

В Московском медико-стоматологическом университете был определен следующий перечень методов и средств телемедицины в системе подготовки медицинских кадров [23]:

Разработка, накопление и внедрение обучающих и контролирующих программ.

Организация телеконференций, в рамках которых проводятся лекции, консультации и демонстрируются оригиналь-

ные методики обследования больных.

Создание компьютерного банка морфологических и патоморфологических препаратов.

Доступ к серверу с базой данных по медицинской тематике, электронными версиями журналов.

Теленаставничество как поддержка действий при освоении новых методов непосредственно на рабочем месте врача (при участии сотрудников Департамента хирургии Медицинской школы Йельского университета).

Организация постоянного дистанционного контакта с высококвалифицированными специалистами.

Развитием этого явилось формирование занятий по принципу основной урок (лекция) и приложение. В приложение включается хрестоматия по данной теме, видео и аудиоматериал. Куратор анализирует ответы вместе с курсантом, в удобной для последнего форме (по телефону, с помощью технологии видеоконференции, с помощью электронной почты, с помощью форумов Интернета, в режиме реального времени в сети Интернет). К данному обсуждению может присоединиться (по желанию) любой курсант, проходящий в это время цикл. В конце цикла в очном режиме или с помощью технологии видеоконференций курсант сдает итоговый экзамен. В процессе изучения всех тем, входящих в программу, предусматривается самостоятельная работа курсантов, которая включает: а) изучение полученного «электронного» урока; б) работу с информационными материалами в сети Интернет; в) ответы на полученные тестовые задания; г) решение клинических ситуационных задач [24].

Следует отметить, что телеобучение в форме чтения лекций и проведения семинаров или практических занятий имеет в медицине свои особенности. Они определяются необходимостью контакта с реальным или виртуальным больным. Перспектива полу-

чения тактильных ощущений на расстоянии связана с разработкой нового направления – механорецепторной тактильной диагностики и тактильной трансляции [25].

Контроль усвоения информации возможен непосредственно после завершения телелекции или отсроченный (перед началом следующей лекции этого цикла). Это может быть «поголовный» опрос всех слушателей или выборочный, с разбором допущенных ошибок. Контроль усвоения информации непосредственно после лекции характеризуется более низкой эффективностью вследствие, как правило, механического повторения слушателями новой информации и недостаточного ее осмысления. При отсроченном варианте контроля слушателям могут быть предложены тесты. Индивидуальность общения с удаленными слушателями достигается предварительным получением фото каждого из членов учебной группы.

В медицине, с учетом специфики, на практических занятиях (преимущественно клинических – пульмонология, болезни почек, психоневрология и др.) целесообразно использовать в качестве контроля усвоения краткие по содержанию ситуационные задачи дифференциально-диагностического или медикаментозно-тактического направления 1-го уровня, т.е. с 2–3 возможными вариантами ответов (из них один правильный). Актуальность тестовых вопросов 2-го, более сложного, уровня, предварительно может быть «заострена» в лекции.

Возможные последовательности предъявляемых тестовых заданий в виде дерева поиска представлены в работе А.Е. Янковской [26]. Корневой вершине дерева поиска сопоставляется безусловная составляющая смешанного теста. Предъявление группового характеристического признака, как и характеристического признака из второго подмножества (условной составляющей теста), зависит от того, какой предыдущий признак

был предъявлен на соответствующем уровне дерева поиска. Каждая ветвь дерева представляет собой допустимую последовательность действий по выбору раздела (дидактической единицы), приводящую к листу. Каждому листу дерева сопоставляется результат прохождения теста.

В состав цикла занятий при дистанционном обучении необходимо включать определенное число записей клинических разборов больных (редко встречающаяся патология, наиболее сложные случаи практического характера и др.). Такие клинические разборы сочетаются (по принципу обратной связи) с непосредственно обращенными к аудитории вопросами из области диагностики, клиники, лечения данной патологии, что позволяет вовлекать студентов (слушателей) в процесс принятия решений. Это способствует существенному повышению эффективности дистанционного обучения, где внимание слушателей более сложно концентрировать на ключевых вопросах. В качестве иллюстративного материала могут и должны включаться видеофрагменты записей функциональных, инструментальных и морфологических исследований.

Таким образом, современное электронное оборудование и специализированные видеокамеры позволяют на любом расстоянии обеспечить студентам/слушателям возможность аудио/видеонаблюдения клинических вариантов заболеваний, которые им необходимо увидеть. Преподаватель, которого все видят в углу экрана монитора, сопровождает наблюдаемую картину необходимыми пояснениями. При наличии соответствующей аппаратуры и у преподающей, и у обучающейся стороны можно применять вопросно-ответную систему в процессе занятия при одновременном слежении за этим процессом всей группы обучающихся.

Какая же специальная аппаратура может помочь в передаче сугубо клинических

проявлений болезни? В кардиологии и пульмонологии незаменим электронный стетоскоп. Наиболее эффективны могут быть клинические лекции в том случае, если лектор может продемонстрировать изображения патологически измененных органов с помощью специализированных видеокамер, например, для офтальмологии, оториноларингологии, гинекологии, дерматологии и др. К сожалению, подобные специализированные видеокамеры, ввиду их высокой стоимости, нашли пока применение практически только за рубежом.

В то же время, используя обычную (не телемедицинскую) видеокамеру, подключенную к компьютеру, можно обеспечить обзор пациента с любой точки. Это позволит лектору (преподавателю) показать слушателям имеющиеся у больного внешние признаки заболевания на любой части тела. Аналогично видеокамера может быть применена при зачетах и экзаменах, когда преподаватели могут наблюдать указываемые студентами/слушателями изменения у больного. Еще одним аспектом для демонстрации и проверке знаний при ряде болезней могут быть цифровые фотоизображения (с применением программных средств коррекции передаваемых изображений) или виртуальный пациент.

Российскую разработку для дистанционного обучения работе с микроскопическими препаратами можно продемонстрировать на примере гистологии [27]. При непрерывном визуальном наблюдении обучающихся за всеми процессами анализа препаратов в реальном времени, дуплексного звукового обмена между всеми участниками семинара, имеется также возможность для обучающихся производить оперативную запись наиболее важных этапов диагностического процесса, проводить последующий индивидуальный цифровой монтаж произведенных записей для сохранения и повторения ранее пройденного. В про-

цессе семинара преподаватель может попросить одного или нескольких обучающихся указать на исследуемом изображении участки с конкретными признаками. Он может сохранить изображение с пометками каждого обучающегося в своей базе данных. При наличии у преподавателя микроскопа с компьютерным управлением, он может попросить любого из обучающихся самостоятельно провести анализ гистологического препарата. Обучающийся дистанционно проводит исследование, а преподаватель и остальные члены группы видят и слышат комментарии к ходу исследования. Важной особенностью такого процесса является коррекция действий со стороны преподавателя в режиме on-line.

При необходимости наблюдения за движениями пациентов (в неврологии, травматологии/ортопедии) или мимикой больных (в психиатрии) могут использоваться видеофрагменты или прямой контакт во время диагностической видеоконференции. Постепенно будет накапливаться и использоваться «виртуальная библиотека» типичных и атипичных случаев болезней, включающая наборы статичных и видеоизображений, по которым студенты/слушатели должны проходить обучение.

Мастер-класс в телемедицине предполагает демонстрацию действий или клинический разбор сложных случаев высококвалифицированным специалистом в режиме видеоконференции, сопровождаемую комментарием. Это могут быть операции или другие сложные манипуляции в различных областях медицины.

Зачеты и экзамены могут проводиться в режиме видеоконференции с приглашением больных с определенными заболеваниями и/или использование «виртуальной библиотеки» случаев, которые демонстрируются преподавателем. Экзаменуемый должен быть в поле зрения преподавателя, что будет исключать пользование неразрешенными материалами и подсказки.

Дистанционный видеоэкзамен (если он будет разрешен) не исключает предварительное использование вопросников (в том числе с альтернативными ответами) и получение тематических рефератов, индивидуальных для каждого из студентов/слушателей. По мнению А.В. Логинова и соавт. [28] видеоэкзамен должен обязательно предваряться тестированием обучающихся. Различные способы тестирования позволяют еще до видеоэкзамена определить общий коэффициент уровня знаний по курсу данной дисциплины. Использование сетевых технологий позволяет осуществлять такое тестирование в двух вариантах: отложенное (FTP-сервер, электронная почта) и прямое (Web-сервер, режим видеоконференции).

Современный этап телеобучения отличается от предшествующих возможностью

использования многоточечной видеоконференцсвязи со студийным качеством звука и видео для полноценного интерактивного общения лектора и аудитории, включая дискуссии, что особенно важно при демонстрации современных методов диагностики, требующих в ряде случаев объемного изображения [29].

Заключение

Интеллектуальные обучающие системы являются важным дополнением и «помощником» в обучении. Метод кейсов, все шире применяемый в учебном процессе, позволяет развивать практические навыки, используя мультимедийные технологии. Виртуальные системы (виртуальные пациенты) дают возможность изучения в тех случаях, где не всегда можно детально ознакомиться с предметной областью на приме-

рах (в медицине это в первую очередь клинические дисциплины). Анализ различных ситуаций эффективно осуществлять в режиме дискуссии, что способствует более глубокому извлечению и лучшему усвоению знаний. Эффективным способом для этого являются ролевые игры, где обучающиеся имитируют специалистов – когнитолога и эксперта. Интеллектуальная обучающая среда создает основу для активного человеко-машинного процесса овладения знаниями. Современные средства телекоммуникаций, в сочетании с компьютерными системами, открыли новое направление в дистанционном обучении и повышении квалификации, максимально приближенное в ряде случаев к традиционному образованию и даже мастер-классам. Рассмотренные подходы применимы в различных сферах образования.

Литература

1. Srinivasan M., Wilkes M., Stevenson F., Nguyen Th., Slavin S. Comparing Problem-Based Learning with Case-Based Learning: Effects of a Major Curricular Shift at Two Institutions. *Academic Medicine*. 2007. №82. P. 74–82. DOI: 10.1097/01.ACM.0000249963.93776.aa URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17198294>
2. Григорьев А.И., Орлов О.И., Логинов В.А., Дроздов Д.В., Исаев А.В., Ревякин Ю.Г., Суханов А.А. Клиническая телемедицина. М.: Фирма «Слово», 2001. 144 с.
3. Кобринский Б.А. Телемедицина в системе практического здравоохранения. 2-е изд. М. Берлин: Direct-Media, 2016. 238 с.
4. Грачев С.В., Крейнс М.Г. Информационные технологии для поддержки клинических решений в телемедицине. В сб.: *Symposium on Telemedicine/Симпозиум по телемедицине*. Москва, 3–4 апр. 2003. № 6.
5. Власова Н.В. Современные образовательные технологии в контексте новых федеральных государственных образовательных стандартов. В сб.: *Теория и практика образования в современном мире: материалы международной научной конференции* (г. Санкт-Петербург, февраль 2012 г.). СПб.: Реноме. 2012. С. 278–280.
6. Irby D.M. Three Exemplary Models of Case-based Teaching. *Academic Medicine*. 69 (1994):947-953. URL: <http://www.bumc.bu.edu/facdev-medicine/files/2010/06/3-models-of-case-based-learning-irby.pdf>
7. Thistlethwaite J.E., Davies D., Ekeocha S., Kidd J.M., MacDougall C., Matthews P., Purkis J., Clay D.. The effectiveness of case-based learning in

References

1. Srinivasan M., Wilkes M., Stevenson F., Nguyen Th., Slavin P. Comparing Problem-Based Learning with Case-Based Learning: Effects of a Major Curricular Shift at Two Institutions. *Academic Medicine*. 2007. No. 82. P. 74–82. DOI: 10.1097/01.ACM.0000249963.93776.aa URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17198294>
2. Grigor'ev A.I., Orlov O.I., Loginov V.A., Drozdov D.V., Isaev A.V., Revyakin Yu.G., Sukhanov A.A. *Klinicheskaya telemeditsina*. Moscow: Firma «Slovo», 2001. 144 p. (In Russ.)
3. Kobrinskiy B.A. *Telemeditsina v sisteme prakticheskogo zdravookhraneniya*. 2nd ed. M. Berlin: Direct-Media, 2016. 238 p. (In Russ.)
4. Grachev S.V., Kreynes M.G. *Informatsionnye tekhnologii dlya podderzhki klinicheskikh resheniy v telemeditsine*. In: *Symposium on Telemedicine/Simposium po telemeditsine*. Moscow, 3–4 Apr. 2003. No. 6. (In Russ.)
5. Vlasova N.V. *Sovremennye obrazovatel'nye tekhnologii v kontekste novykh federal'nykh gosudarstvennykh obrazovatel'nykh standartov*. In: *Teoriya i praktika obrazovaniya v sovremennom mire: materialy mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii* (Saint-Petersburg, February 2012). Saint Petersburg: Renome. 2012. P. 278–280. (In Russ.)
6. Irby D.M. Three Exemplary Models of Case-based Teaching. *Academic Medicine*. 69 (1994):947-953. URL: <http://www.bumc.bu.edu/facdev-medicine/files/2010/06/3-models-of-case-based-learning-irby.pdf>
7. Thistlethwaite J.E., Davies D., Ekeocha S., Kidd J.M., MacDougall C., Matthews P., Purkis J., Clay D.. The effectiveness of case-based learning in

health professional education. A BEME systematic review: BEME Guide. 2012. No. 23 Med Teach. 34(6):e421-44. doi: 10.3109/0142159X.2012.680939. URL: https://www.google.ru/?gfe_rd=cr&ei=LmfhVvWSNNGK6AT2zL6gBQ&gws_rd=ssl#newwindow

8. Путинцев А.Н., Алексеев Т.В., Шмелева Н.Н. Современные технологии для информационной поддержки врачей и повышения квалификации // Врач и информационные технологии. 2015. № 2. С. 36–44.

9. Кобринский Б.А., Путинцев А.Н. О принципах построения интеллектуальных медицинских обучающих систем на основе case-метода // Искусственный интеллект и принятие решений. 2016. № 2. С. 30–37.

10. Kazi H., Haddawy P., Suebnukarn S. Employing UMLS for generating hints in a tutoring system for medical problem-based learning. Journal of biomedical informatics. 2012. №45 С. 557–565. doi.org/10.1016/j.jbi.2012.02.010 URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1532046412000408>

11. Martens A., Bernauer J., Illmann T., Seitz A. Docs ‘n drugs – the virtual polyclinic. An intelligent tutoring system for web-based and case-oriented training in medicine. In: Proceedings of the AMIA Symposium. 2001. С. 433–437. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2243325/>

12. Casey J., Vaidya A., Frank N., Beckman J.A., Miller A. Dissecting a Case of Abdominal Pain. The New England Journal of Medicine. 2016. 375:e35. DOI: 10.1056/NEJMimc1516704. URL: <http://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMimc1516704>

13. Genetic and Rare Diseases Information Center. URL: <https://rarediseases.info.nih.gov/>

14. Crowley R.S., Tseytlin E., Jukic D. ReportTutor – an intelligent tutoring system that uses a natural language interface. In: AMIA Annual Symposium proceedings. 2005. С. 171–175. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1560511/>

15. Crowley R.S., Medvedeva O. An intelligent tutoring system for visual classification problem solving. Artificial Intelligence in Medicine. 2006. №36 С. 85–117. DOI: 10.1016/j.art-med.2005.01.005 (URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16098717>)

16. Cook M.P. Visual Representations in Science Education: The Influence of Prior Knowledge and Cognitive Load Theory on Instructional Design Principles // Science Education. 2006. №90 С. 1073–1091. URL: <https://eric.ed.gov/?id=EJ759997>

17. Гаврилова Т.А. Логико-лингвистическое управление как введение в управление знаниями. Новости искусственного интеллекта. 2002. № 6 С. 28–33.

18. Chin H.L., Cooper G.F. Case-based tutoring from a medical knowledge base. Computer methods and programs in biomedicine. 1989. №30. С.185–198. doi.org/10.1016/0169-2607(89)90071-0. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0169260789900710>

19. Артемова Г.О., Гусарова Н.Ф., Коцюба И.Ю. Автоматизация поддержки принятия решений при разработке онтологий в сфере образования на основе промежуточных моделей.

health professional education. A BEME systematic review: BEME Guide. 2012. No. 23 Med Teach. 34(6):e421-44. doi: 10.3109/0142159X.2012.680939. URL: https://www.google.ru/?gfe_rd=cr&ei=LmfhVvWSNNGK6AT2zL6gBQ&gws_rd=ssl#newwindow

8. Putintsev A.N., Alekseev T.V., Shmeleva N.N. Sovremennye tekhnologii dlya informatsionnoy podderzhki vrachey i povysheniya kvalifikatsii. Vrach i informatsionnye tekhnologii. 2015. No. 2. P. 36–44. (In Russ.)

9. Kobrinskiy B.A., Putintsev A.N. O printsipakh postroeniya intellektual'nykh meditsinskikh obuchayushchikh sistem na osnove case-metoda. Iskusstvennyy intellekt i prinyatie resheniy. 2016. No. 2. P. 30–37. (In Russ.)

10. Kazi H., Haddawy P., Suebnukarn P. Employing UMLS for generating hints in a tutoring system for medical problem-based learning. Journal of biomedical informatics. 2012. No.45 P. 557–565. doi.org/10.1016/j.jbi.2012.02.010 URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1532046412000408>

11. Martens A., Bernauer J., Illmann T., Seitz A. Docs ‘n drugs – the virtual polyclinic. An intelligent tutoring system for web-based and case-oriented training in medicine. In: Proceedings of the AMIA Symposium. 2001. P. 433–437. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2243325/>

12. Casey J., Vaidya A., Frank N., Beckman J.A., Miller A. Dissecting a Case of Abdominal Pain. The New England Journal of Medicine. 2016. 375:e35. DOI: 10.1056/NEJMimc1516704. URL: <http://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMimc1516704>

13. Genetic and Rare Diseases Information Center. URL: <https://rarediseases.info.nih.gov/>

14. Crowley R.S., Tseytlin E., Jukic D. ReportTutor – an intelligent tutoring system that uses a natural language interface. In: AMIA Annual Symposium proceedings. 2005. P. 171–175. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1560511/>

15. Crowley R.S., Medvedeva O. An intelligent tutoring system for visual classification problem solving. Artificial Intelligence in Medicine. 2006. No.36 P. 85–117. DOI: 10.1016/j.art-med.2005.01.005 (URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16098717>)

16. Cook M.P. Visual Representations in Science Education: The Influence of Prior Knowledge and Cognitive Load Theory on Instructional Design Principles. Science Education. 2006. No.90 P. 1073–1091. URL: <https://eric.ed.gov/?id=EJ759997>

17. Gavrilova T.A. Logiko-lingvisticheskoe upravlenie kak vvedenie v upravlenie znaniyami. Novosti iskusstvennogo intellekta. 2002. No. 6. P. 28–33. (In Russ.)

18. Chin H.L., Cooper G.F. Case-based tutoring from a medical knowledge base. Computer methods and programs in biomedicine. 1989. No.30. P. 185–198. doi.org/10.1016/0169-2607(89)90071-0. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0169260789900710>

19. Artemova G.O., Gusarova N.F., Kotsyuba I.Yu. Avtomatizatsiya podderzhki prinyatiya resheniy pri razrabotke ontologiy v sfere obrazovaniya na osnove promezhutochnykh modeley. Otkrytoe obra-

Открытое образование. 2015. № 5. С. 4–10. DOI:10.21686/1818-4243-2015-5(112-4-10).

20. Гаврилова Т.А., Кудрявцев Д.В., Муромцев Д.И. Инженерия знаний. Модели и методы: Учебник. СПб.: Издательство «Лань». 2016. 324 с.

21. Гельфанд И.М., Розенфельд Б.И., Шифрин М.А. Очерки о совместной работе математиков и врачей. Изд. 2-е, испр. и доп. М.: Едиториал УРСС. 2005. 320 с.

22. Кобринский Б.А. Извлечение экспертных знаний: групповой вариант. Новости искусственного интеллекта. 2004. № 3. С. 58–66.

23. Салманов П.Л. Роль телемедицины в системе подготовки медицинских кадров. В сб.: Международный симпозиум «Телемедицина-98» (Турция, Кемер, 25 апр. – 2 мая 1998 г.): Тезисы докладов. М.: 1998. С. 48–50.

24. Верткин А.Л. Дистанционное обучение врачей и фельдшеров скорой медицинской помощи. В сб.: Научно-практическая конференция «Информационные технологии в медицине – 2002». Сборник тезисов. М.: 2002. С. 27–29.

25. Садовничий В.А., Соколов М.Э., Макаровец Н.А., Буданов В.М., Подольский В.Е. Механорецепторная тактильная диагностика и тактильная трансляция в эндоскопической хирургии. М.: Литтерра. 2013. 224 с.

26. Янковская А.Е., Семенов М.Е. Принятие решений в интеллектуальных обучающе-тестирующих системах, основанное на смешанных диагностических тестах. Искусственный интеллект и принятие решений. 2012. № 1. С. 47–56.

27. Казинов В.А. Дистанционное обучение в медицине. Новые возможности образования. Информационные технологии в здравоохранении. 2001. №6–7. С. 30–31.

28. Логинов В.А., Григорьев А.И., Орлов О.И. Концепция телемедицинского видеоэкзамена. В сб.: Телемедицина и проблемы передачи изображений: Тезисы докладов третьего ежегодного Московского международного симпозиума по телемедицине (Москва, 14–15 декабря 2000 г.). М.: МАКС Пресс. 2000. С. 34–36.

29. Столяр В.Л., Амчславская М.А., Антипов А.И., Кобринский Б.А., Кудряшов Ю.Ю., Федоров В.Ф. Основы телемедицины: учебное пособие. М.: РУДН. 2017. 236 с.

zovanie. 2015. No. 5. P. 4–10. DOI:10.21686/1818-4243-2015-5(112-4-10). (In Russ.)

20. Gavrilova T.A., Kudryavtsev D.V., Muromtsev D.I. Inzheneriya znaniy. Modeli i metody: Uchebnik. Saint Petersburg: Izdatel'stvo «Lan'». 2016. 324 p. (In Russ.)

21. Gel'fand I.M., Rozenfel'd B.I., Shifrin M.A. Ocherki o sovместnoy rabote matematikov i vrachey. 2nd ed. Moscow: Editorial URSS. 2005. 320 p. (In Russ.)

22. Kobrinskiy B.A. Izvlechenie ekspertnykh znaniy: gruppovoy variant. Novosti iskusstvennogo intellekta. 2004. No. 3. P. 58–66. (In Russ.)

23. Salmanov P.L. Rol' telemeditsiny v sisteme podgotovki meditsinskikh kadrov. In: Mezhdunarodnyy simpozium «Telemeditsina-98» (Turcey, Kemer, 25 apr. – 2 may 1998): Tezisy dokladov. Moscow: 1998. P. 48–50. (In Russ.)

24. Vertkin A.L. Distantcionnoe obuchenie vrachey i fel'dsherov skoroy meditsinskoy pomoshchi. In: Nauchno-prakticheskaya konferentsiya «Informatsionnye tekhnologii v meditsine – 2002». Sbornik tezisov. Moscow: 2002. P. 27–29. (In Russ.)

25. Sadovnichiy V.A., Sokolov M.E., Makarovets N.A., Budanov V.M., Podol'skiy V.E. Mekhanoretseptornaya taktily'naya diagnostika i taktily'naya translyatsiya v endoskopicheskoy khirurgii. Moscow: Litterra. 2013. 224 p. (In Russ.)

26. Yankovskaya A.E., Semenov M.E. Prinyatie resheniy v intellektual'nykh obuchayushche-testiruyushchikh sistemakh, osnovannoe na smeshannykh diagnosticheskikh testakh. Iskusstvennyy intellekt i prinyatie resheniy. 2012. No. 1. P. 47–56. (In Russ.)

27. Kazinov V.A. Distantcionnoe obuchenie v meditsine. Novye vozmozhnosti obrazovaniya. Informatsionnye tekhnologii v zdravookhraneni. 2001. No.6–7. P. 30–31. (In Russ.)

28. Loginov V.A., Grigor'ev A.I., Orlov O.I. Kontseptsiya telemeditsinskogo videoekzamena. In: Telemeditsina i problemy peredachi izobrazheniy: Tezisy dokladov tret'ego ezhegodnogo Moskovskogo mezhdunarodnogo simpoziuma po telemeditsine (Moskva, 14–15 December 2000). Moscow: MAKS Press. 2000. P. 34–36. (In Russ.)

29. Stolyar V.L., Amcheslavskaya M.A., Antipov A.I., Kobrinskiy B.A., Kudryashov Yu.Yu., Fedorov V.F. Osnovy telemeditsiny: uchebnoe posobie. Moscow: RUDN. 2017. 236 p. (In Russ.)

Сведения об авторах

Борис Аркадьевич Кобринский

ФИЦ «Информатика и управление» РАН, Москва, Россия

РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России, Москва, Россия

Эл. почта: kba_05@mail.ru

Information about the authors

Boris A. Kobrinskiy

Federal Research Center «Computer Science and Control» of the RAS, Moscow, Russia

Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia

E-mail: kba_05@mail.ru