



## Didactic Potential of Modern Information Technologies in Training a Chemistry Graduate

*E. V. Beresneva<sup>a\*</sup>, M. A. Zaitsev<sup>a</sup>, R. V. Selezenev<sup>a</sup>,  
L. V. Darovskikh<sup>a</sup>, M. M. Solomonovich<sup>b</sup>*

<sup>a</sup> *Vyatka State University, Kirov, Russia,*

<sup>\*</sup> *evberesneva@mail.ru*

<sup>b</sup> *McEwan University, Edmonton, Canada*

**Introduction:** the article deals with maintaining the quality of teaching during curtailment of academic hours in curriculum. A university teacher should motivate students to use modern information technology training. The authors of the article describe the optimal didactic capabilities of modern information technologies to be used to improve the preparedness of a chemistry graduate. The aim of the article is to highlight the problem of finding the optimal didactic capabilities of modern information technologies used for improving the system of training specialists in the field of chemistry and to discuss the results of current studies in this direction.

**Materials and Methods:** the authors summarised the relevant literature and results of the research and teaching experience. The main theoretical methods of research are modeling and designing the process of incorporating modern information technologies into the teaching of chemistry in the university. Theoretical methods are supplemented by empirical methods, such as observation, survey, testing, experimental work and methodological analysis.

**Results:** the article reveals the main components of the system of teaching chemistry at higher educational establishments using information technology, identifies necessary electronic didactic materials for their implementation, training and monitoring programmes, presents their approbation in real conditions of pedagogical activity and the results obtained. The article presents the results of a pedagogical experiment, which proves the effectiveness of using these approaches in the training of chemists.

**Discussion and Conclusions:** the electronic educational materials, manuals and recommendations developed by the authors can be used in teaching a future chemistry graduate in a number of chemical disciplines and can serve as a basis for the development of information, communication and instrumental provision in other chemical subjects. The main directions for further research are as follows: to create and to test electronic textbooks and teaching aids, to develop variants of using Internet technologies in teaching chemistry.

*Keywords:* information technologies, computer technologies, training of a chemistry graduate, courseware, biochemistry and bioregulation of organisms

*For citation:* Beresneva E.V., Zaitsev M.A., Selezenev R.V., Darovskikh L.V., Solomonovich M.M. Didactic Potential of Modern Information Technologies in Training a Chemistry Graduate. *Integratsiya obrazovaniya = Integration of Education*. 2018; 22(1):177-192. DOI: 10.15507/1991-9468.090.022.201801.177-192

### Введение

Научно-технический прогресс, использование информационных и коммуникационных технологий (ИКТ) в различных сферах деятельности человека предъявляют новые требования к подготовке будущих специалистов в условиях информатизации образования.

В век информационных технологий наряду с бумажными носителями информации все большее место в учебном процессе начинают занимать магнитооптические, электронные и лазерные средства обучения, которые в ближайшем бу-

душем должны занять достойное место в вузе. Появилась новая информационная технология обучения (НИТО), которая, по определению В. А. Извозчикова<sup>1</sup>, является новой методологией и технологией учебно-воспитательного процесса с использованием новейших электронных средств обучения.

На современном этапе развития образования перед российской высшей школой стоит задача улучшения качества подготовки специалистов, которая с введением новых Федеральных государственных образовательных стандартов (как для ба-

<sup>1</sup> Извозчиков В. А. Инфоносферная эдукология: Новые информационные технологии обучения. СПб.: Изд-во РГПУ, 1991. 146 с.

калавриата<sup>2</sup>, так и для магистратуры<sup>3</sup>) связывается с перспективой реализации технологического подхода к обучению, научно обоснованных новых педагогических и информационных технологий.

В связи с этим цель исследования заключается в обучении будущих химиков умению грамотно работать с различного рода информацией, максимально использовать возможности современных информационных технологий для профессионального совершенствования в области химии.

Реализации технологического подхода в подготовке будущего специалиста-химика препятствуют следующие противоречия:

– между быстро растущим уровнем развития российского информационного общества и способностями системы высшего образования отвечать возрастающим требованиям;

– между обозначенным в стандарте нового поколения требованием применять современные технологии в обучении и недостаточной разработанностью в теории и методике обучения химии организационно-педагогического обеспечения данного процесса;

– между необходимостью совершенствования профессиональной подготовки специалистов-химиков на основе технологического подхода и слабой готовностью к этому преподавателей вуза;

– между разносторонней исследованностью и разработанностью в науке теоретических основ информационных технологий и недостаточным вниманием к их реализации в сфере профессиональной подготовки специалиста в области химии;

– между широкими дидактическими возможностями средств ИКТ и низким уровнем их использования в практике обучения в вузе.

Из выделенных противоречий вытекают следующие вопросы:

– способна ли существующая система профессиональной подготовки специалиста в области химии обеспечить формирование профессиональных компетенций, которые отвечают новым требованиям;

– какой должна быть подготовка будущего специалиста в области химии в вузе, чтобы он в дальнейшем мог грамотно работать с информацией и эффективно решать задачи, используя инфокоммуникационные технологии в своей деятельности?

Эти вопросы в совокупности определили проблему исследования, которая состоит в совершенствовании системы преподавания химических дисциплин в вузе путем информационно-коммуникационного и инструментального их обеспечения.

Ссылаясь на анализ исходных фактов, противоречия и проблему, мы выделяем следующую основную идею нашего исследования: умение ориентироваться в постоянно нарастающем объеме химической и связанной с ней информации, грамотно использовать ее в различных целях, пользоваться современными средствами коммуникации должны стать существенными компонентами современного содержания химического образования, а компьютер – инструментом управления учебным процессом.

Ориентиром в нашей работе является принцип технологизации, который предусматривает:

– наличие четко сформулированной цели, имеющей форму конкретного ожидаемого результата;

– строгую ориентацию технологической цепочки действий и операций на целевые установки;

– указание границ алгоритмической и творческой деятельности обучаемого с учетом индивидуальных психофизиологических особенностей;

<sup>2</sup> Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 04.03.01 «Химия (уровень бакалавриата)» (2015). Утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 12 марта 2015 г. № 210. URL: <http://fgosvo.ru/uploadfiles/fgosvob/040301.pdf> (дата обращения: 30.03.2017).

<sup>3</sup> Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 04.04.01 «Химия (уровень магистратуры)» (2015). Утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 23 сентября 2015 г. № 1042. URL: <http://fgosvo.ru/uploadfiles/fgosvom/040401.pdf> (дата обращения: 30.03.2017).



– применение в учебном процессе новейших средств и способов получения и переработки информации и связанных с ними информационно-коммуникационных технологий;

– мотивационное обеспечение деятельности преподавателя и обучаемого, основанное на реализации их личностных функций в этом процессе (свободный выбор, креативность, жизненный и профессиональный смысл);

– оптимальную реализацию человеческих и технических возможностей;

– использование методов объективной диагностики на всех этапах обучения;

– достижение планируемых результатов всеми обучающимися<sup>4</sup>.

### Обзор литературы

Пути повышения эффективности процесса обучения в вузах при помощи ИКТ достаточно подробно отражены в исследованиях Б. С. Гершунского, И. Г. Захаровой, В. А. Извозчикова, А. М. Короткова, В. А. Красильниковой, Т. Н. Лебедевой, С. В. Панюковой и др. В работах Б. С. Гершунского, Е. С. Полат, К. С. Уильямсона, В. М. Уильямсон, С. Р. Хинзе показаны возможности технологии мультимедиа, разработаны дидактические и технологические принципы формирования и функционирования системы дистанционного обучения<sup>5</sup> [1; 2].

Перспективным направлением в обучении является использование интернет-технологий, различным аспектам которого посвящены многие публикации.

В последнее время большое внимание педагогов привлекают массовые открытые онлайн-курсы (МООС) в качестве новой формы онлайн-образования, поскольку позволяют обучаться практически любому человеку вне зависимости от времени и места его нахождения. Так, М. Лич, С. М. Хади, А. А. Тавфик в своих исследованиях рассматривают МООС для различных категорий учащихся и приво-

дят их отличия от традиционных учебных курсов, а также преимущества и классификацию [3; 4].

Однако, на наш взгляд, на сегодняшний день влияние онлайн-обучения на качество образования изучено мало. Мы также пробуем работать со студентами в онлайн-режиме, но на данный момент нами получено недостаточное количество результатов, чтобы упоминать это направление в статье.

Ряд работ посвящен использованию в сфере образования новой глобальной тенденции – Bring Your Own Device (BYOD) (с англ. «принеси свое устройство») – феномену распространения личных мобильных устройств в бизнес-среде. Например, М. Сундгрэн в своей статье приводит обзор публикаций, посвященных использованию студентами собственных мобильных устройств. Здесь предпринята попытка инвентаризации технологий, которые были изучены и использованы в условиях высшего образования при поддержке приложений BYOD [5].

Статья Ч. Доббинс и Ф. Дентона приводит результаты исследования, касающегося использования мобильных технологий во время больших сеансов лекций в тандеме с программным обеспечением Textwall, с помощью которого можно принимать и представлять сообщения со студенческих мобильных устройств, в том числе ответы на вопросы лектора [6]. Полученные результаты показали положительную реакцию студентов на использование мобильных технологий в рамках лекций, что способствовало их обучению.

Мы согласны с авторами данных статей, что использование мобильных технологий и подходов типа BYOD является перспективным для применения в высшем образовании.

Наибольший интерес для нас представляет компьютеризация химического образования, приемы создания пакета программных средств (ППС) и становление

<sup>4</sup> Starichenko B. E. Conceptual basics of computer didactics : monograph. Yelm, WA, USA : Science book Publishing House, 2013. 184 p.; Береснева Е. В. Подготовка учителя к технологизации обучения химии : моногр. Киров : Изд-во ВятГГУ, 2011. 210 с.

<sup>5</sup> Захарова И. Г. Информационные технологии в образовании : учебн. для студентов учреждений высш. проф. образования. М. : Академия, 2013. 208 с. URL: [http://www.academia-moscow.ru/ftp\\_share/\\_books/fragments/fragment\\_22649.pdf](http://www.academia-moscow.ru/ftp_share/_books/fragments/fragment_22649.pdf) (дата обращения: 30.03.2017).

новых информационных технологий обучения химии. В настоящее время многие специалисты в области химии и методики ее преподавания уделяют этому большое внимание. Их трудами созданы теоретические основы компьютеризации профессиональной подготовки, раскрыты тенденции развития информационных технологий в дидактике химии и их влияние на качество обучения, определена технология и классификация упражнений и компьютерных программ, выделены основные направления в области дистанционного компьютерного обучения, разработаны технологии взаимодействия компьютерного и экспериментального обучения и др.<sup>6</sup> [7–10]. Например, С. П. Денисия и А. Суреш приводят интересную идею использования компьютера с учетом индивидуальных особенностей студентов. Они предлагают делить студентов на три категории по скорости усвоения знаний и адаптировать подаваемый через компьютер материал для каждой из них [11]. Однако, с нашей точки зрения, такая идея перспективна только для применения в преподавании учебных курсов по выбору студентов, так как использование такого дифференцированного подхода к обучению на обязательных дисциплинах может привести к неполному усвоению материала медленно работающими студентами.

Г. Ж. Сдикова и Г. Нурлыбайкызы в своей статье обсуждают критерии отбора учебных тем по химии для компьютерного обучения. Авторы делают основной упор на применении информационных технологий для формирования химического языка, экспериментальных умений на начальном этапе обучения химии [12]. Это, безусловно, важно, однако компьютерные технологии должны способствовать усвоению знаний и выработке умений на всех последующих этапах изучения химии.

Интересна статья Д. Десуттер и М. Стифф, посвященная проблеме формирования и развития пространственного мышления обучающихся. В ней приведены принципы проектирования учебных сред для развития пространственного мышления [13]. В нашей практике мы сталкиваемся с тем, что пространственное мышление студентов даже старших курсов часто развито недостаточно, что затрудняет освоение ими сложного биохимического материала. Мы считаем, что данная проблема может быть решена путем применения различных компьютерных технологий для наглядного представления сложных молекулярных и надмолекулярных объектов и процессов.

Применение компьютера в обучении химии не ограничивается только аудиторными занятиями. Различными исследователями предлагаются варианты использования интернет-технологий как в аудиторной, так и во внеаудиторной работе студентов. Например, П. Минкевич с соавторами дают обзор электронных баз данных о малых молекулах, ферментативных реакциях и метаболизме [14]. Этот материал с успехом может использоваться для поиска и анализа химической и биохимической информации и в обучении студентов различным разделам химической науки. Г. Пенс приводит опыт использования в обучении химии облачных технологий, позволяющих каждому обучающемуся получать доступ ко всем ресурсам, необходимым для изучения данной дисциплины [15]. С. Макклин и соавторы описывают создание и разработку веб-сайта для представления и обсуждения видеофильмов, которые готовят студенты на основе проводимых ими лабораторных экспериментов [16]. Безусловно, создание и применение подобных ресурсов для современных студентов, постоянно обращающихся к сети Интернет, является необходимым условием повышения их мотивации к самостоятельной работе

<sup>6</sup> Аспицкая А. Ф., Курсберг Л. В. Использование информационно-коммуникационных технологий при обучении химии : метод. пособие. М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. 359 с. URL: <http://files.pilotlz.ru/pdf/cC2604-4-ch.pdf> (дата обращения: 30.03.2017); Гмох Р. Теория и практика компьютеризации профессионально-методической подготовки учителя химии в педвузах Польши : автореф. дис. ... д-ра пед. наук. СПб., 1997. 41 с. URL: <http://www.dissercat.com/content/teoriya-i-praktika-kompyuterizatsii-professionalno-metodicheskoi-podgotovki-uchitelya-khimii> (дата обращения: 30.03.2017).





по изучаемой дисциплине и, в конечном счете, качества обучения.

Несмотря на то что имеется немало публикаций, посвященных использованию современных информационных технологий в обучении, проблема системной интеграции ИКТ в образовательную среду высших учебных заведений химического профиля остается до конца нерешенной.

Анализ литературы и образовательной практики позволил прийти к выводу, что в условиях быстрого нарастания объема информации и увеличения сложности учебного материала компьютер может стать инструментом управления учебным процессом. С помощью него можно быстро обеспечить учебный процесс информацией, справочными материалами, средствами контроля и коммуникации. НИТО открывают широкий простор для развития высшей школы, а именно для подготовки специалистов с высоким уровнем профессионализма и компетентности, удовлетворяющих возросшим современным требованиям.

Новые информационные технологии не вытесняют традиционную систему обучения и инновационные педагогические технологии, а дополняют и усиливают друг друга<sup>7</sup>. Именно эта интеграция и требует дальнейших исследований для повышения качества подготовки специалиста в области химии.

#### **Материалы и методы**

В процессе исследования были использованы следующие методы: теоретические (анализ педагогической, психологической, методической и химической литературы, нормативной и программно-методической документации, интернет-ресурсов; обобщение; прогнозирование, проектирование и моделирование), диагностические (анкетирование, тестирование), эмпирические (педагогическое наблюдение), экспериментальные (педагогический эксперимент), методы математической статистики и графического изображения результатов. Опытнo-экспериментальной базой исследования стал

институт химии и экологии ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет».

Исследование проблемы проводилось в три этапа:

– на первом этапе осуществлялся теоретический анализ существующих методологических подходов в психологической, педагогической, методической и химической научной литературе, диссертационных работах по теме исследования, выделены проблема, идея, цель и методы исследования, составлен план экспериментального исследования;

– на втором этапе разрабатывалась информационная система обучения химии, выявлялся и обосновывался комплекс компонентов этой системы для эффективной подготовки специалиста в области химии;

– на третьем этапе проводилась опытно-экспериментальная работа, анализировались, проверялись и уточнялись выводы, полученные в ходе педагогического эксперимента, обобщались и приводились в систему полученные результаты.

#### **Результаты исследования**

Информационные технологии открывают для человека новые возможности, формируют новый способ мышления и действий, закладывают основы новой этики и культуры понимания окружающего мира. Основу информационных технологий обучения химии составляет компьютерное обучение, для успешной реализации которого (помимо компьютера как основного технического средства) необходимы специальные дидактические средства и продуманные приемы работы с ними. Эта работа ведется нами в следующих направлениях:

– создание электронных учебных материалов (ЭУМ), которые можно использовать как средства наглядности, подачи и получения информации, контроля знаний и умений, творческой деятельности и др.;

– создание обучающих и контролирующих программ, которые впоследствии могут дополняться и совершенствоваться самими студентами.

<sup>7</sup> Теория и практика дистанционного обучения : учеб. пособие для студентов вузов / под ред. Е. С. Полат. М. : Академия, 2004. 416 с.

Использование системы информационно-коммуникационных и инструментальных средств позволило существенно преобразовать традиционную схему организации процесса подготовки специалиста-химика, обеспечив разработку и реализацию на практике вариативной структуры образовательного процесса высшего учебного заведения с компонентами, позволяющими автоматизировать многие процессы (рис. 1).

В данной статье раскроем первое направление нашей работы по внедрению информационных технологий в обучение химии.

При реализации этого направления нами были созданы и активно применяются в работе со студентами электронные учебные материалы по дисциплинам «Неорганическая химия», «Биохимия и основы биорегуляции организмов», «Кристаллохимия», «Методика преподавания

Традиционные формы и методы / Traditional forms and methods	Формы и методы с использованием информационных технологий / Forms and methods using information technology
<b>Лекции / Lectures</b>	
Академические лекции / Academic lectures	Мультимедиа лекции / Multimedia lectures Видеолекции / Video lectures Лекции в гипертекстовом виде / Lectures in a hypertextual form
<b>Практические и семинарские занятия / Practicals and workshops</b>	
Диалог с преподавателем / Dialogue with the lecturer Решение группой общей проблемы / Solution by the group of a common problem Деловые игры / Business games	Диалог с компьютерной программой / Dialogue with computer programme Компьютерное моделирование / Computer modelling Работа со специализированным программным обеспечением / Work with specialised software
<b>Лабораторные занятия / Laboratory classes</b>	
Демонстрационный эксперимент / Demonstration experiment Лабораторные работы / Laboratory works Практикумы / Practicums	Видеоэксперимент / Video experiment Виртуальный эксперимент / Virtual experiment Моделирование механизмов реакций на интерактивной доске / Modeling the reaction mechanisms on the interactive whiteboard Компьютерные рисунки приборов и аппаратов / Computer drawings of instruments and apparatuses
<b>Самостоятельная работа / Independent work</b>	
Работа с научной и учебной литературой / Work with scientific and educational literature Написание конспектов, рефератов / Writing abstracts, synopsis, reports Самостоятельное решение задач / Self-solving problems Выполнение курсовых и выпускных квалификационных работ / Performance of term papers and graduation theses	Работа с электронным учебником / Work with the electronic textbook Составление электронных баз данных, отчетов, презентаций и др. / Creation of electronic databases, reports, presentations, etc. Использование интернет-ресурсов: виртуальных библиотек, баз данных, справочников и энциклопедий и т. п. / Use of Internet resources: virtual libraries, databases, handbooks and encyclopedias, etc.
<b>Контроль / Assessment</b>	
Коллоквиумы / Colloquiums Контроль знаний методом опроса / Knowledge control by survey method Контрольные работы / Test papers Зачеты и экзамены по билетам / Pass/fail examinations and regular examinations	Форумы, переписка по e-mail / Forums, correspondence by e-mail Тестирование в режиме online и offline / Testing in on-line and off-line mode Использование средств компьютерных программ (Microsoft Excel и др.) / Using of software (Microsoft Excel, etc.)

Р и с. 1. Основные дидактические компоненты традиционной и информационной систем обучения химии

F i g. 1. Basic didactic components of traditional and information systems for teaching chemistry



химии», «Технологии обучения химии»<sup>8</sup>. Они включают модули информации, практикума и контроля<sup>9</sup>.

*Информационные ЭУМ (ЭУМ И-типа)* применяются для демонстрации анимации, видеофрагментов и интерактивных моделей с помощью проектора или на экранах компьютеров. Химическую информацию мы представляем на трех уровнях.

1. Макроуровень – демонстрация и моделирование явлений, происходящих в природе, жизни и химической лаборатории. Нами разработаны презентации по моделированию химических производств, демонстрации химических явлений в природе и химической лаборатории, описанию биографий ученых и др., которые выполнены в программе Microsoft Power Point. Презентации при необходимости включают в себя анимацию, аудио- и видеофрагменты, элементы интерактивности, что позволяет преподавателю увеличить объем передаваемой информации, перевести часть информационной нагрузки в визуальную область и структурировать оригинальный материал (схемы биохимических процессов, таблицы и т. п.). Такая подача информации помогает студентам получать материал в систематизированном, классифицированном виде и легче запоминать его через визуализацию<sup>10</sup>.

Мы предлагаем студентам составлять и собственные презентации по результатам учебно-исследовательской работы, которые они могут демонстрировать на итоговых занятиях по дисциплине, обычно проводимых в форме учебной конференции. При этом оцениваются как основное содержание и качество выполнения презентации, так и отражение в ней междисциплинарных связей и связи изученного материала с практикой.

2. Микроуровень – моделирование поведения атомов и молекул в химических явлениях. Здесь используются мультимедийные фрагменты, которые показывают динамику различных химических процессов (трудных для понимания студентами). Например, механизм электролитической диссоциации, механизмы химических реакций разных типов, механизмы образования химических связей, гибридизация электронных облаков и т. д.

3. Символьный уровень – описание и моделирование химических явлений при помощи химических формул и уравнений реакций. На этом уровне химическая информация представлена нами в виде формул и уравнений разных типов – эмпирических, молекулярных, структурных, ионных, графических, электронных и других.

При обучении нами используются и специализированные программные продукты, например, пакет ChemBioOffice

<sup>8</sup> Селезнев Р. В., Береснева Е. В. Вариант электронного учебника по неорганической химии для студентов бакалавриата // Актуальные проблемы психологии и педагогики : сб. статей по итогам Междунар. науч.-практ. конф. Уфа : Аэтерна, 2015. С. 99–101.; Зайцев М. А., Патрушева Л. К., Казаринова О. В. Учебно-методический комплекс учебной дисциплины как основа для опубликования учебного (учебно-методического) пособия и создания электронного учебного (учебно-методического) пособия // Электронная информационно-образовательная среда вуза: проблемы формирования, контекстного наполнения и функционирования : сб. материалов IV Всеросс. метод. конф. Киров. 2015. С. 73–76.; Зайцев М. А., Расторгуева А. С. Современные информационные технологии в преподавании кристаллохимии // Экология родного края: проблемы и пути решения : сб. материалов Всеросс. науч.-практ. конф. с междунар. участием. 2016. С. 266–268.; Шумайлова Н. В., Береснева Е. В. Возможности использования интерактивной доски в обучении химии // Новая наука: проблемы и перспективы. Международное научное периодическое издание по итогам Международной научно-практической конференции. В 3 ч. Ч. 1. Стерлитамак : РИЦАМИ, 2016. С. 15–17.; Кайсина М. Н., Береснева Е. В. Использование электронных информационно-образовательных ресурсов в процессе профессиональной подготовки студентов-химиков // Электронная информационно-образовательная среда вуза: проблемы формирования, контекстного наполнения и функционирования : электрон. сб. ст. по итогам IV Всеросс. метод. конф. Киров : ВятГГУ, 2015.

<sup>9</sup> Измestъев Е. С., Береснева Е. В. Использование электронных учебных материалов в процессе обучения химии // Методологические и методические проблемы подготовки учителя химии на современном этапе : сб. ст. по итогам Междунар. науч.-практ. конф. Липецк : Липецкий госпедуниверситет ; Липецкий ИРО, 2008. С. 140–142.

<sup>10</sup> Береснева Е. В., Зайцев М. А. Подготовка педагога к технологизации обучения химии // Педагогическое образование в системе гуманитарного знания: Приложение № 1 к журналу Вестник Вятского государственного гуманитарного университета. Сборник статей Всероссийского научного конгресса. Киров : Изд-во ВятГГУ, 2014. С. 86–91.

2010, позволяющий составлять двумерные изображения молекулярных структур любой сложности, в том числе структурные формулы биомолекул, записывать уравнения и схемы химических реакций и биохимических процессов, локализации основных ферментативных систем, именовать молекулы<sup>11</sup> и др. (программа ChemBioDrawUltra 12.0); проводить трехмерное моделирование и визуализацию химических соединений разной сложности, моделировать основные структурные и функциональные компоненты живых систем и др. (программа ChemBio3D Ultra 12.0), что существенно облегчает изучение студентами учебного материала.

Данные ЭУМ дают большие возможности при изучении абстрактного материала, поскольку студенты могут просмотреть графическое отображение абстракции. Применение ЭУМ И-типа позволяет преподавателю при необходимости повторить сложный материал в течение занятия несколько раз, тогда как в традиционной системе обучения это трудноосуществимо или чаще всего просто невозможно.

*Практические ЭУМ* (ЭУМ П-типа) предназначены для проведения лабораторных и самостоятельных работ, организации творческой работы на занятии, игр и практикумов по решению задач.

Лабораторные работы проводятся в виртуальной лаборатории, которая включает необходимое химическое оборудование (пробирки, колбы, штативы и др.) и химические реактивы. Состав химического оборудования и химических реактивов, предоставленных студентам, определяется в соответствии с проводимой работой.

Использование виртуальных экспериментов для химического образования осуществляется в следующих случаях:

– перед непосредственной работой первокурсников в лаборатории для ознакомления их с техникой выполнения экспериментов, химической посудой и оборудованием. Это позволяет студентам лучше подготовиться к проведению этих или подобных опытов в реальной химической лаборатории;

– при проведении таких опытов, выполнение которых в реальной лаборатории может быть опасно для неподготовленных экспериментаторов;

– при отсутствии или дороговизне реактивов для реального эксперимента;

– для творческого моделирования будущих реальных процессов. Компьютерные модели побуждают студентов экспериментировать и получать удовлетворение от собственных открытий;

– с целью освоения умений вести записи наблюдений, составлять отчеты и интерпретировать данные в лабораторном журнале.

При решении расчетных задач (на определение скоростей химических реакций, в том числе ферментативных, активности ферментов, энергетических эффектов различных химических и биохимических процессов и др.) и для обработки результатов учебно-исследовательской работы по дисциплине студенты используют средства программы Microsoft Excel. Это способствует формированию у них навыков, применяемых в реальной практической деятельности специалистов-химиков. С использованием данной программы нами совместно со студентами составлено пособие – база данных об основных химических соединениях, участвующих в построении и функционировании живых систем, которое облегчает поиск необходимой справочной информации.

Привлечь студентов к активной работе и сделать обучение увлекательным и динамичным помогает интерактивная доска. Рисунки приборов, аппаратов и посуды, выполненные студентами на интерактивной доске, схем лабораторных установок (например, установки для перегонки) помогают запомнить химическое оборудование и технику проведения данной химической реакции. Моделирование схемы химического или биохимического процесса (например, цикла ди- и трикарбоновых кислот), механизма реакции в динамике позволяет понять ее сущность и последовательность стадий ее протекания.

*Контрольные (аттестационные) ЭУМ* (ЭУМ К-типа) используются для проведе-

<sup>11</sup> Соловьев М. Е., Соловьев М. М. Компьютерная химия. М. : СОЛОН-Пресс, 2005. 536 с.





ния контрольных, проверочных работ и тестов на занятии. В ЭУМ К-типа представлены средства для контроля полученных обучающимися знаний и умений.

Применение различных дидактических моделей на основе ЭУМ позволяет реализовать дифференцированный подход к студентам за счет создания условий для их самостоятельной работы. Самостоятельная работа обучающихся на занятиях по химии проводится больше при использовании практических и контрольных ЭУМ: решении задач, проведении лабораторных опытов и практических занятий, организации творческой работы и др. Студенты в зависимости от подготовки могут выбрать индивидуальный темп обучения. Деятельность преуспевающих студентов строится преподавателем полностью в виде самостоятельного освоения ЭУМ с последующим электронным контролем полученных знаний. В то же время оставшаяся часть обучающихся занимается вместе с педагогом как индивидуально, так и группами по модели интегрированного занятия с использованием ЭУМ как источника новой информации и в качестве виртуального тренажера по проведению химического эксперимента<sup>12</sup>.

Применение методически грамотно построенных ЭУМ помогает заменить средства бумажной наглядности, освобождает педагога от написания объемных схем на доске, позволяет проследить материал занятия в динамике. Огромным преимуществом применения ЭУМ по сравнению с традиционными средствами наглядности является удобство их хранения, распространения с возможностью копирования и редактирования. Красочно оформленный на экране учебный материал способствует повышению интереса и мотивации студентов к обучению.

По способу использования информационных технологий в обучении химии мы реализуем три модели занятий, когда компьютер используется:

– в демонстрационном режиме (один компьютер на столе педагога + проектор);  
– в индивидуальном режиме (занятие в компьютерном классе без выхода в Интернет);

– в индивидуальном дистанционном режиме (занятие в компьютерном классе с выходом в Интернет).

Для получения актуальной информации необходимо развивать у студентов навыки ее поиска в постоянно обновляемом ресурсе – сети Интернет. Для этого студентам предлагаются составленные нами каталоги общедоступных сайтов, включающие крупнейшие базы данных: кристаллографические и кристаллохимические (например, WWW-МИНКРИСТ; Crystallography Open Database, Mineralogy Database – [webmineral.com](http://webmineral.com)), базы данных биологически активных соединений (PDB.org), метаболических путей (KEGG), базы данных свойств химических элементов (ELEMENTS), неорганических веществ (Chemspider) и т. п., а также научных статей (pubmed.org). Это позволяет студентам быть в курсе современных достижений химической науки и использовать их при самостоятельном выполнении учебно-исследовательских работ.

Продемонстрируем результаты применения информационно-коммуникационных технологий при обучении студентов на примере учебной дисциплины «Биохимия и основы биорегуляции организмов». Изучение данного курса требует знаний в области различных дисциплин, в первую очередь неорганической, органической, физической, коллоидной химии, общей биологии, физиологии человека и животных, истории науки, а также, что особенно важно, широкого кругозора студента. Высокая системность, комплексность и междисциплинарность предмета создают сложность в восприятии биохимического материала студентами, несмотря на то что многие понятия биохимии затрагиваются в отдельных разделах соответствующих учебных дисциплин.

<sup>12</sup> Даровских Л. В. Развитие инициативности студентов в процессе групповой работы как основа формирования общекультурных компетенций // Современная наука: теоретический и практический взгляд. Сборник статей Международной научно-практической конференции. Уфа, 2015. С. 150–155. URL: <http://elibrary.ru/item.asp?id=24820699> (дата обращения: 30.03.2017).

Наблюдения показали, что у студентов в недостаточной степени формируются целостное представление об объектах, изучаемых биологической химией (студенты испытывают сложности в понимании и запоминании особенностей строения и структур химических веществ, участвующих в построении и функционировании живых систем, сущности химических процессов, происходящих в живых организмах), умения устанавливать межпредметные связи между биологической химией и смежными дисциплинами (биологией, неорганической, органической и физической химией); студенты оказываются не в состоянии за короткий срок (1 год обучения) запомнить огромное количество сложного фактологического материала, что, в конечном счете, вызывает снижение у них интереса к изучению биологической химии, не способствует развитию мышления и отражается на изучении других специальных дисциплин.

Анализ результатов экзаменов по учебной дисциплине «Биохимия и основы биорегуляции организмов» за 2008–2013 гг. показал, что качество знаний студентов по этой дисциплине в разные годы колебалось от 41,7 до 58,3 %, но в большинстве своем было невысоким. В некоторых случаях и успеваемость составляла менее 100 %.

Данные анкетирования свидетельствуют, что студенты испытывают трудности при изучении такой сложной дисциплины, как биологическая химия. По их мнению, это объясняется большой информативностью материала; недостаточностью в открытом доступе и в научной библиотеке университета специальных источников литературы, наиболее полно отражающих все аспекты данного предмета; наличием большого количества качественных современных учебников по биохимии и видеокурсов на английском языке, что затрудняет понимание; отсутствием навыка выделения значимой информации, что увеличивает время на ос-

воение материала; отсутствием мотивации к изучению данного предмета<sup>13</sup>. В связи с этим большинство студентов испытывали существенные трудности при организации системной самостоятельной работы по данной дисциплине.

Для решения указанных проблем нами в преподавании использовались современные информационные (компьютерные) технологии. Основной целью был ответ на вопрос: оказывает ли применение компьютерных технологий влияние на формирование у студентов целостного представления об объектах, изучаемых биологической химией, на повышение у студентов интереса к изучению этой науки и, как следствие, качества знаний и умений? Ответ на этот вопрос может быть утвердительным, о чем свидетельствуют некоторые наблюдения за характером учебного процесса, отношением к нему студентов и результаты контроля знаний и умений. Студенты с первых дней обучения обнаруживают более высокую активность: на лекциях преподавателем и самими студентами задается много вопросов, в обсуждение которых они активно включаются; на практических и лабораторных занятиях обучающиеся показывают лучшую подготовленность, поэтому легче разворачиваются дискуссионные обсуждения учебного материала; посещаемость всех видов занятий высокая. Студенты чаще отмечают, что использование современных компьютерных технологий способствует пониманию и усвоению материала, вызывает интерес к изучаемой дисциплине.

Для проверки и оценки качества знаний студентов, завершивших изучение учебной дисциплины «Биохимия и основы биорегуляции организмов», было проведено тестирование. Студентам предлагалось два варианта тестов с 60 вопросами по 17 наиболее значимым разделам изучаемой учебной дисциплины. Каждая тема содержала 2–4 задания с вопросами открытого и закрытого типа, задания на установле-

<sup>13</sup> Зайцев М. А., Колупаев А. В. Современные информационные технологии в организации самостоятельной работы студентов при изучении химических основ биологических процессов // Формирование и оценка общекультурных и профессиональных компетенций в высшем профессиональном образовании: теория и методика : электрон. сб. ст. по итогам II Всеросс. метод. конф. Киров : ВятГГУ, 2013.



ние соответствия, задачи. Для вопросов закрытого типа предлагалось 4–5 вариантов ответа, из которых необходимо было выбрать один правильный. Тест содержал 80 % заданий I уровня сложности (репродуктивный уровень – знать основные понятия и закономерности биологической химии; функции, строение, свойства химических веществ, входящих в состав живых организмов и участвующих в их жизнедеятельности; основные метаболические пути) и 20 % заданий II уровня сложности (конструктивный уровень – уметь решать биохимические задачи; писать уравнения реакций, иллюстрирующие химические свойства основных веществ организма и их превращения в обменных процессах; объяснять механизмы действия ферментов, витаминов, гормонов и других биологически активных веществ). На выполнение теста отводилось 160 мин., за каждое правильно выполненное задание давался 1 балл. В результате проведения теста полученные баллы переводились в 5-балльную оценку по оценочной шкале В. П. Беспалько<sup>14</sup>.

В результате число студентов с высоким уровнем усвоения возросло с 11,1 до 12,1 %, а количество студентов, получивших за выполнение теста отличные и хорошие оценки, – с 44,4 до 72,7 %.

Одним из методов оценки эффективности применения информационных технологий в обучении выступил анализ письменных ответов студентов при подготовке к экзамену. В последние годы у студентов в большей степени обнаруживается стремление составить логически стройный план ответа, привести необходимые формулы и уравнения реакций, схемы биохимических процессов. Это свидетельствует о том, что использование компьютерных технологий для визуализации изучаемых веществ и процессов способствует лучшему их пониманию и запоминанию. Качество ответов на экзаменах выросло с 58,3 до 66,7 %.

В конце изучения курса для оценки эффективности предложенных нами приемов использования компьютерных

технологий в плане отношения к ним студентов было проведено анкетирование, которое включало следующие вопросы:

1. Сложен ли был для вас изучаемый материал (по сравнению с другими учебными дисциплинами)?
2. Как вам показалось, насколько был для вас велик по объему изучаемый материал?
3. Понятно ли излагался преподавателем изучаемый материал?
4. Помогали ли в усвоении материала компьютерные технологии?
5. Насколько интересен был для вас изучаемый материал?
6. Какая часть материала усваивалась вами непосредственно на занятии? (в %)
7. Интересны ли были формы проведения занятий и методы работы?

Ответить на вопросы следовало по 5-балльной шкале, где 5 означает высшую степень сложности, объема, интереса, понятности и т. д., 1 – низшую степень, 2, 3, 4 – промежуточные степени.

Результаты анкетирования показали, что студентам, изучавшим биохимию с использованием компьютерных технологий, полученный материал показался менее сложным, меньшим по объему, более понятным и интересным. Они считают, что компьютерные технологии помогали в усвоении материала, а формы и методы проведения занятий для них были более интересными. Кроме того, большая часть материала усваивалась студентами непосредственно на занятии (67 %), тогда как до 2012/13 учебного года эта цифра составляла только 43 %. Все это свидетельствует о положительном отношении студентов к предложенным нами способам и методам использования компьютерных технологий.

### Обсуждение и заключения

В последнее время новые информационные технологии оказали существенное влияние на совершенствование системы обучения и явились важным направлением перестройки как общего, так и высшего образования.

Основная образовательная ценность информационных технологий в том, что они позволяют создать мультисенсорную

<sup>14</sup> Беспалько В. П. Природосообразная педагогика: лекции по нетрадиционной педагогике. М.: Народное образование, 2008. 512 с.

интерактивную среду обучения с почти неограниченными потенциальными возможностями, оказывающимися в распоряжении и педагога, и обучающегося. В отличие от технических средств обучения информационные технологии позволяют не только насытить обучающегося большим количеством знаний, но и развить интеллектуальные, творческие способности студентов, их умение самостоятельно приобретать новые знания, а также работать с различными источниками информации.

Использование приведенных выше информационных образовательных технологий при обучении химии способствует повышению мотивации к изучению той или иной химической дисциплины, более глубокому усвоению материала, развитию умений и навыков поиска, анализа и структурирования информации и, в конечном

счете, формированию общекультурных и профессиональных компетенций, определенных в современных Федеральных государственных образовательных стандартах высшего образования.

Материалы данной статьи могут быть полезны для преподавателей высших учебных заведений, занимающихся подготовкой специалистов в области химии.

В процессе исследования возникают новые вопросы и проблемы, нуждающиеся в своем решении. В следующей статье мы осветим второе направление нашего исследования и представим вариант электронного учебника по неорганической химии для студентов бакалавриата. Педагогический эксперимент по совершенствованию и внедрению информационной системы обучения химии в процесс подготовки специалиста-химика будет продолжаться и в дальнейшем.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. *Коротков А. М.* Компьютерное образование с позиций системно-деятельностного подхода // Педагогика. 2004. № 2. С. 3–10. URL: [http://portalus.ru/modules/shkola/rus\\_readme.php?subaction=show-full&id=1193229793&archive=1196815145&start\\_from=&ucat=&category=3](http://portalus.ru/modules/shkola/rus_readme.php?subaction=show-full&id=1193229793&archive=1196815145&start_from=&ucat=&category=3) (дата обращения: 30.03.2017).
2. *Williamson K. C., Williamson V. M., Hinze S. R.* Administering spatial and cognitive instruments in-class and on-line: are these equivalent? // *Journal of Science Education and Technology*. 2017. Vol. 26, no. 1. Pp. 12–23. DOI: 10.1007/s10956-016-9645-1
3. *Leach M., Hadi S. M.* Supporting, categorising and visualising diverse learner behaviour on MOOCs with modular design and micro-learning // *Journal of Computing in Higher Education*. 2017. Vol. 29, no. 1. Pp. 147–159. DOI: 10.1007/s12528-016-9129-6
4. The nature and level of learner–learner interaction in a chemistry massive open online course (MOOC) / *A. A. Tawfik [et al.]* // *Journal of Computing in Higher Education*. 2017. Pp. 1–21. DOI: 10.1007/s12528-017-9135-3
5. *Sundgren M.* Blurring time and place in higher education with bring your own device applications: a literature review // *Education and Information Technologies: Official Journal of the IFIP technical committee on Education*. 2016. Pp. 1–39. DOI: 10.1007/s10639-017-9576-3
6. *Dobbins C., Denton P.* MyWallMate: an investigation into the use of mobile technology in enhancing student engagement // *TechTrends*. 2017. Pp. 1–9. DOI: 10.1007/s11528-017-0188-y
7. Из опыта применения мультимедийных технологий в преподавании химических дисциплин *О. Н. Булгакова [и др.]* // *Вестник Кемеровского государственного университета*. 2010. № 2. С. 32–36. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=14867894> (дата обращения: 30.03.2017).
8. *Bilek M.* Methodology of chemistry at schools – from alchemy to computers // *Dydaktyka chemii (i innych przedmiotów przyrodniczych) od czasów alchemii po komputery*. Kraków : Zakład chemii i dydaktyki chemii Uniwersytet pedagogiczny im. Komisji Edukacji Narodowej. 2011. S. 19–28. URL: <http://uatacz.up.krakow.pl/~wwwchemia/pliki/book1.pdf> (дата обращения: 25.07.2017).
9. Teaching chemistry with computers / *H. J. Fan [et al.]* // *International Journal of Information and Education Technology*. 2015. Vol. 5, no. 3. Pp. 184–188. DOI: 10.7763/IJET.2015.V5.499
10. *Bharathy J. B.* Importance of computer assisted teaching & learning methods for chemistry // *Science journal of education*. 2015. Vol. 3, no. 4-1. Pp. 11–16. DOI: 10.11648/j.sjedu.s.2015030401.13





11. Denisia S. P., Suresh A. Technological approaches of CAI in teaching chemistry for higher secondary students // *Language in India*. 2013. Vol. 13, no. 2. Pp. 179–190. URL: <http://www.languageinindia.com/feb2013/sureshkennedy.pdf> (дата обращения: 25.07.2017).
12. Sdikova G. Zh., Nurlybaikyzy G. The role of information technologies in teaching chemistry // *Actual science*. 2016. Vol. 2, no. 12. Pp. 217–218. URL: [http://xn--80aa3afkgvdfе5he.xn--p1ai/Issue-17\\_N.pdf](http://xn--80aa3afkgvdfе5he.xn--p1ai/Issue-17_N.pdf) (дата обращения: 26.07.2017).
13. DeSutter D., Stieff M. Teaching students to think spatially through embodied actions: Design principles for learning environments in science, technology, engineering, and mathematics // *Cognitive Research: Principles and Implications*. 2017. 20 p. DOI: 10.1186/s41235-016-0039-y
14. Internet databases of the properties, enzymatic reactions, and metabolism of small molecules-search options and applications in food science / P. Minkiewicz [et al.] // *International Journal of Molecular Sciences*. 2016. Vol. 17, no. 12. P. 2039. DOI: 10.3390/ijms17122039
15. Pence H. E. Moving chemical education into the cloud(s) // *Journal of Chemical Education*. 2016. Vol. 93, no. 12. Pp. 1969–1971. DOI: 10.1021/acs.jchemed.6b00476
16. Reflections on “YouTestTube.com”: an online video-sharing platform to engage students with chemistry laboratory classes / S. McClean [et al.] // *Journal of Chemical Education*. 2016. Vol. 93, no. 11. Pp. 1863–1870. DOI: 10.1021/acs.jchemed.6b00045

Поступила 07.04.2017; принята к публикации 31.10.2017; опубликована онлайн 30.03.2018.

*Об авторах:*

**Береснева Елена Владимировна**, профессор кафедры фундаментальной химии и методики обучения химии ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет» (610000, Россия, г. Киров, ул. Московская, д. 36), кандидат педагогических наук, **ORCID:** <http://orcid.org/0000-0002-3913-3906>, **Scopus ID:** 57197774176, [evberesneva@mail.ru](mailto:evberesneva@mail.ru)

**Зайцев Михаил Александрович**, доцент кафедры фундаментальной химии и методики обучения химии ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет» (610000, Россия, г. Киров, ул. Московская, д. 36), кандидат педагогических наук, **ORCID:** <http://orcid.org/0000-0001-8726-6714>, [michail-zajcev@yandex.ru](mailto:michail-zajcev@yandex.ru)

**Селезнев Роман Владимирович**, старший преподаватель кафедры химии и технологии переработки полимеров ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет» (610000, Россия, г. Киров, ул. Московская, д. 36), **ORCID:** <http://orcid.org/0000-0002-2141-2907>, [romanseleznev@gmail.com](mailto:romanseleznev@gmail.com)

**Даровских Лариса Вячеславовна**, доцент кафедры фундаментальной химии и методики обучения химии ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет» (610000, Россия, г. Киров, ул. Московская, д. 36), кандидат педагогических наук, **ORCID:** <http://orcid.org/0000-0001-5868-102X>, **Scopus ID:** 57197773407, [larisa.darovskich@mail.ru](mailto:larisa.darovskich@mail.ru)

**Соломонович Марк Моисеевич**, доцент Факультета искусств и науки, Университет МакЭван (10007-10049, ул. 155-я, Северо-Запад, Эдмонтон, АВ Т5Р, Канада), **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-3210-2904>, **Scopus ID:** 8695953900, [solomonovichm@macewan.ca](mailto:solomonovichm@macewan.ca)

*Заявленный вклад авторов:*

Береснева Е. В. – концепция и инициатива исследования; подготовка первоначального варианта текста; осуществление критического анализа и доработка текста; научное руководство.

Зайцев М. А. – отбор, анализ и представление данных по внедрению информационных технологий в процесс обучения; проведение критического анализа и доработка текста.

Селезнев Р. В. – проведение критического анализа и доработка текста.

Даровских Л. В. – участие в обсуждении материалов статьи; решение организационных и технических вопросов.

Соломонович М. М. – участие в обсуждении материалов статьи; решение организационных и технических вопросов.

REFERENCES

1. Korotkov A.M. [Computer education from the position of the system-activity approach]. *Pedagogika = Pedagogy*. 2004; 2:3-10. Available at: [http://portalus.ru/modules/shkola/rus\\_readme.php?subaction=show-full&id=1193229793&archive=1196815145&start\\_from=&ucat=&category=3](http://portalus.ru/modules/shkola/rus_readme.php?subaction=show-full&id=1193229793&archive=1196815145&start_from=&ucat=&category=3) (accessed 30.03.2017). (In Russ.)

2. Williamson K.C., Williamson V.M., Hinze S.R. Administering spatial and cognitive instruments in-class and on-line: Are these equivalent? *Journal of Science Education and Technology*. 2017; 26(1):12-23. DOI: 10.1007/s10956-016-9645-1
3. Leach M., Hadi S.M. Supporting, categorising and visualising diverse learner behaviour on MOOCs with modular design and micro-learning. *Journal of Computing in Higher Education*. 2017; 29(1):147-159. DOI: 10.1007/s12528-016-9129-6
4. Tawfik A.A., Reeves T.D., Stich A.E., Gill A., Hong C., McDade J. et. al. The nature and level of learner-learner interaction in a chemistry massive open online course (MOOC). *Journal of Computing in Higher Education*. 2017; 1-21. DOI: 10.1007/s12528-017-9135-3
5. Sundgren M. Blurring time and place in higher education with bring your own device applications: A literature review. *Education and Information Technologies: Official Journal of the IFIP technical committee on Education*. 2016; 1-39. DOI: 10.1007/s10639-017-9576-3
6. Dobbins C., Denton P. MyWallMate: An Investigation into the use of mobile technology in enhancing student engagement. *TechTrends*. 2017; 1-9. DOI: 10.1007/s11528-017-0188-y
7. Bulgakova O.N., Khalifina P.D., Shraibman G.N., Ivanova N.V. From the experience of multi-media technologies using in the teaching of chemical disciplines. *Vestnik Kemerovskogo gosudarstvennogo universiteta = Bulletin of Kemerovo State University*. 2010; 2:32-36. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=14867894> (accessed 30.03.2017). (In Russ.)
8. Bilek M. Methodology of Chemistry at schools – from alchemy to computers. In: *Dydaktyka chemii (i innych przedmiotów przyrodniczych) od czasów alchemii po komputery*. Kraków: Zakład chemii i dydaktyki chemii Uniwersytet pedagogiczny im. Komisji Edukacji Narodowej; 2011. p. 19-28. Available at: <http://uatacz.up.krakow.pl/~wwwchemia/pliki/book1.pdf> (accessed 25.07.2017).
9. Fan H.J., Heads J., Tran D., Elechi N. Teaching chemistry with computers. *International Journal of Information and Education Technology*. 2015; 5(3):184-188. DOI: 10.7763/IJiet.2015.V5.499
10. Bharathy J.B. Importance of computer assisted teaching and learning methods for chemistry. *Science Journal of Education*. 2015; 3(4-1):11-16. DOI: 10.11648/j.sjedu.s.2015030401.13
11. Denisia S.P., Suresh A. Technological approaches of CAI in teaching chemistry for higher secondary students. *Language in India*. 2013; 13(2):179-190. Available at: <http://www.languageinindia.com/feb2013/suresh-kennedy.pdf> (accessed 25.07.2017).
12. Sdikova G.Z., Nurlybaikyzy G. The role of information technologies in teaching chemistry. *Actual Science*. 2016; 2(12):217-218. Available at: [http://xn--80aa3afkgvdf5he.xn--p1ai/Issue-17\\_N.pdf](http://xn--80aa3afkgvdf5he.xn--p1ai/Issue-17_N.pdf) (accessed 26.07.2017).
13. DeSutter D., Stieff M. Teaching students to think spatially through embodied actions: Design principles for learning environments in science, technology, engineering, and mathematics. *Cognitive Research: Principles and Implications*. 2017. DOI: 10.1186/s41235-016-0039-y
14. Minkiewicz P., Darewicz M., Iwaniak A., Bucholska J., Starowicz P., Czyrko E. Internet databases of the properties, enzymatic reactions, and metabolism of small molecules-search options and applications in food science. *International Journal of Molecular Sciences*. 2016; 17(12):2039. DOI: 10.3390/ijms17122039
15. Pence H.E. Moving chemical education into the cloud(s). *Journal of Chemical Education*. 2016; 93(12):1969-1971. DOI: 10.1021/acs.jchemed.6b00476
16. McClean S., McCartan K.G., Meskin S., Gorges B., Hagan P.W. Reflections on “YouTestTube.com”: An online video-sharing platform to engage students with chemistry laboratory classes. *Journal of Chemical Education*. 2016; 93(11):1863-1870. DOI: 10.1021/acs.jchemed.6b00045

Submitted 07.04.2017; revised 31.10.2017; published online 30.03.2018.

*About the authors:*

**Elena V. Beresneva**, Professor of Chair of Fundamental Chemistry and Chemistry Teaching Methodology, Vyatka State University (36 Moskovskaya St., Kirov 610000, Russia), Ph.D. (Pedagogy), **ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3913-3906>**, **Scopus ID: 57197774176**, [evberesneva@mail.ru](mailto:evberesneva@mail.ru)

**Mikhail A. Zaitsev**, Associate Professor of Chair of Fundamental Chemistry and Chemistry Teaching Methodology, Vyatka State University (36 Moskovskaya St., Kirov 610000, Russia), Ph.D. (Pedagogy), **ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8726-6714>**, [michail-zajcev@yandex.ru](mailto:michail-zajcev@yandex.ru)



**Roman V. Selezenev**, Senior Lecturer of Chair of Chemistry and Technology of Polymer Processing, Vyatka State University (36 Moskovskaya St., Kirov 610000, Russia), **ORCID:** <http://orcid.org/0000-0002-2141-2907>, [romanselezenev@gmail.com](mailto:romanselezenev@gmail.com)

**Larisa V. Darovskikh**, Associate Professor of Chair of Fundamental Chemistry and Chemistry Teaching Methodology, Vyatka State University (36 Moskovskaya St., Kirov 610000, Russia), Ph.D. (Pedagogy), **ORCID:** <http://orcid.org/0000-0001-5868-102X>, **Scopus ID:** 57197773407, [larisa.darovskich@mail.ru](mailto:larisa.darovskich@mail.ru)

**Mark M. Solomonovich**, Associate Professor of Faculty of Art & Science, McEwan University (155 St NW, Edmonton 10007-10049 AB T5P, Canada), **Scopus ID:** 8695953900, [solomonovichm@macewan.ca](mailto:solomonovichm@macewan.ca)

*Contribution of the authors:*

Beresneva E.V. – concept and research initiative; writing the body of the article; critical analysis and finalising the text; scientific management.

Zaitsev M.A. – selection, analysis and presentation of data; critical analysis and finalising the text.

Selezenev R.V. – critical analysis and finalising the text.

Darovskikh L.V. – participation in the discussion; organisational and technical management.

Solomonovich M.M. – participation in the discussion of article materials; solution of organizational and technical issues.

*All author have read and approved the final manuscript.*