

НОВЫЕ МЕТОДИКИ И ТЕХНОЛОГИИ

И.А. Пресс, Н.В. Джевага

Образовательные ресурсы для самообучения и тренинга: тест-тренажёры по химии¹

Аннотация. Авторы рассматривают необходимость создания учебно-методических материалов нового поколения, учитывающих переход образовательной системы от предметно-знаниевой к практико-ориентированной (компетентностной) модели образовательного процесса, подразумевающей усиление самостоятельной работы студентов, интерактивности учебного процесса и индивидуализации обучения. Предметом исследования являются психолого-педагогические аспекты педагогического конструирования образовательных ресурсов для самообучения и тренинга. Авторы поставили цель – сконструировать дидактически обоснованные и методически отработанные тест-тренажёры в формате DVD-видео, удовлетворяющие требованиям федеральных государственных образовательных стандартов последнего поколения. На основании системного подхода к созданию комплексов образовательных ресурсов учебных дисциплин обоснована необходимость создания тренажёров для самостоятельной работы студентов. Поставлены конкретные дидактические задачи на основании анализа понятийного аппарата учебной дисциплины «Химия». Выбор технологических решений обоснован: обучающей функцией технологии тестирования и высоким педагогическим потенциалом учебного видео, обеспечивающего высокую наглядность представления и эмоциональность восприятия учебной информации. Аудио-комментарии преподавателя позволяют студенту анализировать допущенные им ошибки и оперативно контролировать успешность своего продвижения по изучению каждой темы. Представлены результаты педагогического конструирования, разработки и создания тест-тренажёров по темам учебной дисциплины «Химия» для студентов I курса технического университета. Тест-тренажёры позволяют студенту самостоятельно работать над темой учебной программы, видя результаты своей работы, реально оценивая успешность своего продвижения по данной теме и получая указания преподавателя на причины своих ошибок в аудио-режиме. Используя тест-тренажёры, каждый студент получает возможность работать в любое удобное для него время, выбирая оптимальный для себя уровень интенсивности работы. К преимуществам данного вида учебно-методических материалов относится активная работа студента в ходе просмотра (в частности, работа по самостоятельному планированию эксперимента, проведение измерений времени прохождения химической реакции, последующего расчёта величин её скорости, построения графика и т.п.). Тест-тренажёры позволяют педагогу реально управлять самостоятельной работой студента, а студенту оперативно контролировать свои учебные достижения с помощью тестирования. Студент получает возможность самостоятельно осваивать дисциплину, фактически работая в режиме обучающей программы. Проведенные педагогические эксперименты в группах студентов I курса показали высокую эффективность тест-тренажёров в учебном процессе. Представленные тест-тренажёры могут быть рекомендованы для использования в учебном процессе технических университетов.

Ключевые слова: технология тестирования, обучающая среда MOODLE, самообучение, самостоятельная работа студентов, интерактивность, компетентностный подход, образовательные ресурсы, тест-тренажёры, учебное видео, вузовская химия.

¹ Представленные результаты были получены в рамках выполнения государственного задания Минобрнауки России по проекту № 982 «Развитие термодинамической и кинетической теории межфазного ионного обмена применительно к природным и промышленным объектам» от 11.07.2014 г.

Review. The authors of the article emphasize the need for creating teaching and learning aids of the new generation, the aids that would take into account the transfer of the system of education from the subject-knowledge model to the practice-oriented (competence) model of the educational process which involves more independent work of students, interactive educational process and individualization of learning. The subject of the research is the psychological and pedagogical aspects of the pedagogical design of educational resources for self-learning and training. The authors set a goal to design didactically based and technically verified test-simulators presented as DVD-Video that would satisfy the federal educational standards of the latest generation. Based on the system approach to designing educational resources for academic disciplines, the authors have proved the need to create test-simulators for independent work of students. The authors describe particular didactic targets based on the analysis of the conceptual framework of Chemistry as an academic discipline. Didactic justification of the choice of technological solutions is the following: teaching function of testing technologies and pedagogical significance of educational videos providing high visual expression and emotional perception of the educational information. Audio comments from the teacher allow a student to analyze his mistakes and promptly monitor the success of his progress with each topic. The article presents the results of the development and creation of test-simulators on the topics of the discipline "Chemistry" for 1st year students of a Technical University. Test-simulators allow a student to independently work on his curriculum topics, see the results of his work, adequately assess the success of his proceeding with the topic and receive teacher's audio guidelines. Using test-simulators, each student has a possibility to work whenever he can and choose the best level of intensity of work for himself. The advantages of this kind of teaching and learning aids include active work of a student during watching a video (in particular, independent planning of an experiment, measuring the length of chemical reaction, and further calculation of the time of chemical reaction, building a graph, etc.). Test-simulators are presented in DVD-Video and can be placed in the software environment MOODLE which allows them to organize a direct connection with the theoretical training material via hyperlinks. Test-simulators allow the teacher to really manage the independent work of students and allow students to quickly control their educational achievement through testing. The student is able to independently learn the discipline actually operating in a mode of training program. The conducted pedagogical experiments in groups of the 1st year students have shown high efficiency of test-simulators in the learning process. The presented test-simulators can be recommended for use in the educational process of technical universities.

Keywords: higher school chemistry, test-simulators, testing technology, LMS MOODLE, self-learning, independent work of students, interactivity, competence approach, educational resources, educational videos.

Образовательные стандарты третьего поколения требуют принципиально нового подхода к разработке учебных программ и методике преподавания учебных дисциплин [1]. Акцент ставится на необходимости постижения методологии предмета, освоения его логики, понимания взаимосвязи отдельных понятий и явлений. От студента ожидается не механическое запоминание многочисленных формул, схем, уравнений, а умение их вывести, владение методом, понимание логической связи отдельных элементов единой системы. Современные принципы организации учебного процесса в высшей школе требуют смещения акцента с заучивания учебной информации на её активный поиск, на развитие инициативы, творчества и личной ответственности студентов за результаты своей учебной работы. Содержание знания и технологии его передачи от обучающихся к обучаемым коренным образом меняют своё содержание, цели и критерии результативности. Практико-ориентированная (компетентностная) модель образовательного процесса

подразумевает усиление самостоятельной работы студентов, интерактивности и индивидуализацию обучения. При этом предметное знание теряет свою главенствующую роль, степень загруженности информацией учащегося отходит на второй план. В качестве результата образовательного процесса рассматривается формирование у обучаемого комплекса общекультурных и профессиональных компетенций, под которыми понимается способность применять знания, умения и личностные качества для успешной деятельности в определённой профессиональной области.

В условиях компетентностного подхода роль самостоятельной работы студента в процессе освоения им учебного материала существенно возрастает. Опыт показывает, что основу образованности современного человека составляют знания, приобретённые им самостоятельно. Знания должны добываться путём преодоления определённых интеллектуальных барьеров. Роль преподавателя – грамотно создать и расставить эти барьеры, а затем организовать и контроли-

ровать процесс их преодоления обучаемыми. Это подразумевает выработку новых критериев к образовательным ресурсам учебных дисциплин, создание интерактивных форм учебно-методических материалов, направленных на выработку у обучаемых конкретных компетенций.

Системный подход к созданию образовательных ресурсов учебных дисциплин подразумевает интеграцию разнообразных обучающих средств и педагогических воздействий на обучаемого [4] и создание дидактически обоснованного и методически выверенного единого комплекса образовательных ресурсов [7], включающего интерактивные лекции [5], лабораторные практикумы [6], учебно-методическую литературу нового поколения [3]. Тест-тренажёры [2] призваны в значительной степени усилить эффективность и результативность самостоятельной работы студентов.

Нами разработаны тест-тренажёры для студентов технологических специальностей и направлений подготовки по отдельным темам курса химии, а именно: химическая кинетика, химическое равновесие, растворы электролитов, окислительно-восстановительные реакции, основы электрохимии. Работа по их созданию включала разработку педагогических обоснований, поиск рациональных методических решений, технологические воплощения. Все три компонента неразрывно связаны и взаимно дополняют друг друга, образуя единый комплекс оригинального образовательного ресурса.

На первом этапе работы был проведён тщательный анализ понятийного аппарата учебной дисциплины «Химия» в целях постановки дидактических задач каждой темы на основе компетентностного подхода. Так, в теме «Химическая кинетика» требуется выработать у студентов умение анализировать и характеризовать количественно влияние различных внешних факторов (температуры, внешнего давления, концентраций реагирующих веществ) на скорость химической реакции, практические навыки по измерению относительной скорости реакции и интерпретации полученных данных. Умение прогнозировать направление смещения химического равновесия при изменении внешних условий проведения реакции (температуры, внешнего давления, концентраций реагирующих веществ) составляет главную задачу изучения темы «Химическое равновесие». Тема

«Растворы электролитов» предусматривает умения и навыки по составлению кратких ионно-молекулярных уравнений реакций и прогнозированию возможности или невозможности протекания обменных взаимодействий в растворах электролитов. Главной задачей темы «Окислительно-восстановительные реакции» являются выработка умения анализировать окислительно-восстановительные свойства простых и сложных веществ, предсказывать их поведение в реакциях (только окислитель, только восстановитель или наличие окислительно-восстановительной двойственности) и освоение методики составления уравнений (расстановки коэффициентов) реакций методом электронного баланса. Изучение темы «Основы электрохимии» подразумевает умения прогнозировать характер (анодный, катодный) поляризации электродов на основании значений стандартных электродных потенциалов металлов и окислительно-восстановительных потенциалов прочих веществ, составлять электронные уравнения анодных и катодных процессов, происходящих при работе химических источников тока, в ходе электрохимической коррозии металлов и сплавов, при электролизе водных растворов веществ.

Особый акцент был поставлен на традиционно сложных для практического освоения студентами вопросах каждой темы, требующих особого подхода и значительного методического усиления. В частности, к таковым можно отнести зависимость скорости химической реакции от концентраций реагирующих веществ (частные и общие порядки реакций), принцип Ле Шателье, последовательность разрядки ионов и возможность участия молекул воды в электродных реакциях, происходящих при электролизе водных растворов веществ.

В представленной ниже таблице приведены примеры тестовых заданий, направленных на выработку определённых умений и навыков.

Образовательно-технологической основой данных учебно-методических разработок послужила система тестирования, широко распространённая в практике образовательных заведений.

Тестирование является общепринятым педагогическим средством измерения эффективности обучения. Однако обучающая функция технологии тестирования, к сожалению, часто занижается в пользу его контролирующей функции. Опыт

Тема	Задание	Частно-дидактические задачи
Химическая кинетика	Для уменьшения скорости реакции, температурный коэффициент которой равен 4, в 64 раза, необходимо понизить температуру на ... градусов. 1. 20 2. 60 3. 40 4. 50 5. 30	Понимание математического характера зависимости скорости химической реакции от температуры, умение пользоваться формулой Вант-Гоффа, математический навык возведения числа в степень.
	Температурный коэффициент реакции, скорость которой при повышении температуры на 30° увеличилась в 27 раз, равен ... a. 9 b. 5 c. 3 d. 6 e. 8	
	При повышении в 3 раза концентрации уксусного альдегида в системе $\text{CH}_3\text{CHO}(\text{r}) \rightleftharpoons \text{CH}_4(\text{r}) + \text{CO}(\text{r})$ скорость прямой реакции увеличивается в 9 раз. Общий порядок реакции равен ... a. 2 b. 3 c. 6 d. 7 e. 5	Освоение понятий частных порядков и общего порядка химической реакции, умение выводить теоретические результаты по данным эксперимента
	Скорость прямой реакции в системе $2 \text{NO}(\text{r}) + 2 \text{H}_2(\text{r}) \rightleftharpoons \text{N}_2(\text{r}) + 4 \text{H}_2\text{O}(\text{r})$ уменьшается в 4 раза при двукратном уменьшении концентрации монооксида азота, или при четырехкратном уменьшении концентрации водорода. Общий порядок реакции равен ... a. 3 b. 2 c. 6 d. 7 e. 5	
Химическое равновесие	Для реакции $\text{CO}(\text{r}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{r}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{r}) + 2 \text{H}_2(\text{r})$ укажите верное выражение для константы равновесия: ... a. $K = \frac{[\text{CO}][\text{H}_2\text{O}]^2}{[\text{CO}_2][\text{H}_2]^2}$ b. $K = \frac{[\text{CO}_2][\text{H}_2]^2}{[\text{CO}][\text{H}_2\text{O}]^2}$ c. $K = \frac{[\text{CO}][\text{H}_2\text{O}]^2}{[\text{CO}_2]}$ d. $K = \frac{[\text{H}_2]^2}{[\text{H}_2\text{O}]^2}$ e. $K = \frac{[\text{H}_2\text{O}]^2}{[\text{H}_2]^2}$	Навыки по составлению выражений для константы химического равновесия гомогенных и гетерогенных химических реакций.

Тема	Задание	Частно-дидактические задачи
Химическое равновесие	<p>Реакции ... соответствует выражение для константы равновесия</p> $K = \frac{[CO_2][H_2]^2}{[CO][H_2O]^2}$ <p>a. $CO(g) + 2 H_2O(ж) \rightleftharpoons CO_2(g) + 2 H_2(g)$ b. $C(т) + 2 H_2O(g) \rightleftharpoons CO(g) + 2 H_2(g)$ c. $CO(g) + 2 H_2O(ж) \rightleftharpoons CO_2(ж) + 2 H_2(g)$ d. $CO(g) + 2 H_2O(g) \rightleftharpoons CO_2(ж) + 2H_2(g)$</p>	<p>Навыки по составлению выражений для константы химического равновесия гомогенных и гетерогенных химических реакций.</p>
	<p>Для смещения равновесия в системе</p> $MgO(тв) + CO_2(g) \rightleftharpoons MgCO_3(тв),$ $\Delta H^0 < 0$ <p>в сторону продуктов реакции необходимо ...</p> <p>a. ввести катализатор b. ввести ингибитор c. понизить температуру d. повысить температуру e. понизить концентрацию диоксида углерода</p>	<p>Умение прогнозировать направление смещения химического равновесия при изменении внешних условий (принцип Ле Шателье): температуры, давления, концентраций реагирующих веществ.</p>
	<p>В системе</p> $C_{тв} + 2H_2 \rightleftharpoons CH_4 \quad \Delta H^0 = -74,9 \text{ кДж}$ <p>можно сместить равновесие влево ...</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Уменьшением концентрации CH_4 2. Увеличением концентрации CH_4 3. Увеличением концентрации H_2 4. Повышением давления 5. Понижением температуры 	
	<p>В равновесной системе ... можно сместить равновесие вправо путём повышения давления.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. $2SO_2 + O_2 \rightleftharpoons 2SO_3$ 2. $SO_2 + C_{тв} \rightleftharpoons CO_2 + S_{тв}$ 3. $H_2 + Cl_2 \rightleftharpoons 2HCl_r$ 4. $S_{тв} + O_2 \rightleftharpoons SO_2$ 5. $SO_2 + NO_2 \rightleftharpoons SO_3 + NO$ 	<p>Умение анализировать характер изменения количеств газообразных веществ по уравнению химической реакции и делать вывод о влиянии внешнего давления на положение химического равновесия в данной системе обратимых химических реакций.</p>

Тема	Задание	Частно-дидактические задачи
Растворы электролитов	Слабым электролитом является ... 1. K_2CO_3 2. Na_2CO_3 3. H_2S 4. H_2SO_4 5. Na_2SO_4	Понимание основания классификации электролитов (сильные и слабые), умение распознавать классы химических соединений по их химическим формулам, принадлежность электролита к разряду сильных или слабых.
	Сильным электролитом является ... 1. H_2CO_3 2. Na_2S 3. H_2S 4. H_2SO_3 5. H_3PO_4	
	Краткой ионной формой для молекулярного уравнения $2KOH + H_2SO_4 = K_2SO_4 + 2H_2O$ является ... 1. $2KOH + 2H^+ + SO_4^{2-} = K_2SO_4 + 2H_2O$ 2. $H^+ + OH^- = H_2O$ 3. $2KOH + 2H^+ = 2K^+ + 2H_2O$ 4. $KOH + H^+ = K^+ + 2H_2O$ 5. $2K^+ + SO_4^{2-} = K_2SO_4$	Освоение правил и методики составления ионно-молекулярных уравнений реакций.
	Молекулярной формой для краткого ионного уравнения $Cu^{2+} + 2OH^- = Cu(OH)_2$ является ... 1. $CuCl_2 + 2KOH = 2KCl + Cu(OH)_2$ 2. $CuCl_2 + 2NH_4OH = 2NH_4Cl + Cu(OH)_2$ 3. $CuS + 2KOH = K_2S + Cu(OH)_2$ 4. $CuS + 2NaOH = Na_2S + Cu(OH)_2$ 5. $Cu(NO_3)_2 + 2NH_4OH = 2NH_4NO_3 + Cu(OH)_2$	
	Ортофосфорная кислота взаимодействует с ... 1. K_2SO_4 2. NH_4Cl 3. $NaCl$ 4. $BaCl_2$ 5. KCl	Умение прогнозировать возможность или невозможность обменных взаимодействий между электролитами.
Сульфат цинка не взаимодействует с ... 1. $BaCl_2$ 2. $Ca(NO_3)_2$ 3. K_2S 4. KNO_3 5. KOH		

Тема	Задание	Частно-дидактические задачи										
Окислительно-восстановительные реакции	<p>Реакция ... не является окислительно-восстановительной.</p> <ol style="list-style-type: none"> $\text{NH}_4\text{NO}_2 = 2\text{H}_2\text{O} + \text{N}_2$ $2\text{Al} + 2\text{NH}_3 = 2\text{AlN} + 3\text{H}_2$ $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$ $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{NH}_4\text{OH}$ $2\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O} + 3\text{C} = 4\text{NH}_3 + 3\text{CO}_2$ 	<p>Понимание специфики окислительно-восстановительных реакций, умение распознать принадлежность химической к классу окислительно-восстановительных по уравнению реакции (по изменению степеней окисления атомов)</p>										
	<p>Химическое соединение ... за счёт элемента I может быть только окислителем.</p> <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">5</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">H_5IO_6</td> <td style="text-align: center;">HIO_3</td> <td style="text-align: center;">HIO_2</td> <td style="text-align: center;">HIO</td> <td style="text-align: center;">HI</td> </tr> </table>	1	2	3	4	5	H_5IO_6	HIO_3	HIO_2	HIO	HI	<p>Навыки по вычислению степеней окисления атомов, входящих в состав химических соединений и предсказания характера поведения (только окислитель, только восстановитель, окислительно-восстановительная двойственность) этих соединений в окислительно-восстановительных реакциях на основании проявляемой степени окисления (высшей, низшей или промежуточной).</p>
	1	2	3	4	5							
	H_5IO_6	HIO_3	HIO_2	HIO	HI							
	<p>Схема процесса окисления имеет вид: ...</p> <ol style="list-style-type: none"> $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{CrO}_4$ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \rightleftharpoons \text{CrCl}_3$ $\text{Cr}_2\text{O}_3 \rightleftharpoons \text{Cr}$ $\text{Cr} \rightleftharpoons \text{CrO}$ $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \rightleftharpoons \text{Na}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6]$ 	<p>Навыки по вычислению степеней окисления атомов, входящих в состав химических соединений и идентификация процесса окисления по увеличению величины степени окисления атомов.</p>										
<p>Схема процесса восстановления имеет вид: ...</p> <ol style="list-style-type: none"> $\text{Pb} \rightleftharpoons \text{PbO}$ $\text{PbO}_2 \rightleftharpoons \text{Pb}(\text{OH})_2$ $\text{PbO}_2 \rightleftharpoons \text{Pb}(\text{SO}_4)_2$ $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \rightleftharpoons \text{PbO}_2$ $\text{Pb}(\text{NO}_2)_2 \rightleftharpoons \text{PbS}$ 	<p>Навыки по вычислению степеней окисления атомов, входящих в состав химических соединений и идентификация процесса восстановления по уменьшению величины степени окисления атомов.</p>											
<p>Составьте уравнение ОВР, протекающей по схеме</p> $\text{I}_2 + \text{HNO}_3 \rightleftharpoons \text{HIO}_3 + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O},$ <p>и укажите стехиометрический коэффициент H_2O.</p> <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="text-align: center;">1. 6</td> <td style="text-align: center;">2. 5</td> <td style="text-align: center;">3. 4</td> <td style="text-align: center;">4. 2</td> <td style="text-align: center;">5. 1</td> </tr> </table>	1. 6	2. 5	3. 4	4. 2	5. 1	<p>Освоение методики расстановки коэффициентов в уравнении окислительно-восстановительных реакций методом электронного баланса.</p>						
1. 6	2. 5	3. 4	4. 2	5. 1								

Тема	Задание	Частно-дидактические задачи
Основы электрохимии	Процесс $\text{Co}^{2+} + 2e = \text{Co}^0$ протекает в гальваническом элементе, электрохимическая схема которого имеет вид: ... 1. $\text{Mn} \text{HCl} \text{Co}$ 2. $\text{Al} \text{O}_2 (\text{H}_2\text{O}) \text{Co}$ 3. $\text{Mn} \text{MnSO}_4 \text{CoSO}_4 \text{Co}$ 4. $\text{Co} \text{CoSO}_4 \text{CuSO}_4 \text{Cu}$ 5. $\text{Co} \text{CoSO}_4 \text{NiSO}_4 \text{Ni}$	Понимание сущности анодных и катодных процессов и правил составления электрохимических схем гальванических элементов, умение сопоставить и найти соответствие электронного уравнения электродного процесса электрохимической схеме.
	В гальваническом элементе $\text{Zn} \text{H}_2\text{SO}_4 \text{Pb}$ протекают электродные процессы: ... 1 $\text{Pb}^0 - 2e = \text{Pb}^{2+}; \quad 2\text{H}^+ + 2e = \text{H}_2$ 2 $\text{Zn}^0 - 2e = \text{Zn}^{2+}; \quad \text{Pb}^{2+} + 2e = \text{Pb}^0$ 3 $\text{Zn}^0 - 2e = \text{Zn}^{2+}; \quad \text{Zn}^{2+} + 2e = \text{Zn}^0$ 4 $\text{Zn}^0 - 2e = \text{Zn}^{2+}; \quad 2\text{H}^+ + 2e = \text{H}_2$ 5 $\text{Pb}^0 - 4e = \text{Pb}^{4+}; \quad 2\text{H}^+ + 2e = \text{H}_2$	
	При электрохимической коррозии в системе “медь - алюминий” в нейтральной среде на катоде образуется частица: 1 Cu^{2+} 2 Al^{3+} 3 OH^- 4 H_2 5 Cu^0	Понимание механизма электрохимической коррозии металлов и сплавов, навыки по составлению электронных уравнений анодного и катодного процессов, происходящих при электрохимической коррозии металлов и сплавов.
	Металл ... можно получить на угольном катоде при электролизе водного раствора его соли. 1. Zn 2. Al 3. Cs 4. Ra 5. Ba	Умение анализировать способность металлов выделяться на катоде при электролизе водных растворов их соединений по значениям их стандартных электродных потенциалов.
	При электролизе водного раствора какой соли на инертных электродах выделяются только водород и бром? 1 SnBr_2 2 CuBr_2 3 ZnBr_2 4 KBrO 5 KBr	Навыки по практическому использованию правила разрядки ионов на электродах при электролизе водных растворов веществ.

показывает, что тесты чаще всего используются в учебном процессе для подведения итогов изучения дисциплины, но не в самом процессе этого изучения. Нередко до сведения студента доводится лишь число полученных им баллов – % правильных ответов. Студент остаётся в полном неведении относительно допущенных им ошибок и часто при повторном тестировании совершает те же промахи. Вместе с тем обучение посредством

тестирования в активном режиме, т.е. сопровождаемое анализом неверных ответов с подробным разбором ошибок, вызывает однозначное повышение активности учебной работы студента, его мотивации к более успешному результату.

При конструировании тестов и разработке методики их применения были учтены некоторые основополагающие психолого-дидактические аспекты технологии тестирования.

Оценка правильности ответа студента на каждое тестовое задание подразумевает организацию своеобразного виртуального диалога между преподавателем и студентом. Такой диалог должен быть достаточно информативен (студенту должно быть понятно, в чём его ошибка) и эмоционален – преподавателю психологически важно в случае правильного ответа порадоваться успеху обучаемого, в случае неправильного – выразить свое сожаление. Правильный ответ на каждое тестовое задание получает одобрение преподавателя и предложение перейти к эксперименту: «Замечательно, верный выбор! Действительно, ...» или «Хорошо. Всё верно. Вы совершенно справедливо ...» (далее следует описание конкретных достижений студента). Неправильный ответ сформулирован в стиле: «Жаль, но это неверный ответ! Давайте задумаемся над объектом поиска ...» или «К сожалению, Ваш выбор неверен. Поясню, почему ...». Далее следует подробный разбор ошибки и предложение перейти к определённой главе учебного пособия.

Выразительность соответствующего видеоряда, сопровождающего результат, обеспечивается звуковым и цветовым решением: спокойными серо-голубыми тонами для ответа на правильное решение, и почти агрессивная красно-коричневая гамма – для неправильного.

Согласно канонам тестологии, формулировки неправильных ответов не должны быть абсурдными, напротив, они должны быть достаточно правдоподобными и основываться на анализе наиболее часто встречающихся ошибок студентов в ходе изучения данной темы. Это позволяет более эффективно использовать обучающую функцию тестирования наряду с его общей контролирующей направленностью. При составлении тестовых заданий для тест-тренажёров нами были проанализированы многочисленные типичные студенческие ошибки и заблуждения по каждой из тем, при этом информационным источником для подобного анализа послужил обширный педагогический опыт авторов. Результаты проведённого анализа послужили основой для формулировки неправильных ответов на тестовые задания.

Наряду с традиционными выборочными тестами, в тренажёрах используются и тесты на соответствие. Например, в теме «Растворы электролитов» требуется найти соответствие между химическими формулами веществ и их принадлежностью к разряду сильных и слабых электролитов, молекулярными и ионно-молекулярными уравнениями реакции, в теме «Окислительно-восстановительные реакции – соответствие между химическими формулами веществ и их окислительно-восстановительными свойствами. Например:

Молекулярное уравнение		Ионно-молекулярное уравнение	
1	$\text{CuCl}_2 + 2\text{NH}_4\text{OH} = 2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Cu}(\text{OH})_2$	A	$\text{Cu}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Cu}(\text{OH})_2$
2	$\text{CuCl}_2 + 2\text{NaOH} = 2\text{NaCl} + \text{Cu}(\text{OH})_2$	B	$\text{Cu}^{2+} + 2\text{NH}_4\text{OH} = \text{Cu}(\text{OH})_2 + 2\text{NH}_4^+$
3	$\text{CuS} + 2\text{NH}_4\text{OH} = 2(\text{NH}_4)_2\text{S} + \text{Cu}(\text{OH})_2$	C	$\text{Cu}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{BaSO}_4$
4	$\text{CuSO}_4 + \text{Ba}(\text{OH})_2 = \text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{BaSO}_4$	D	$\text{CuS} + 2\text{NH}_4\text{OH} = \text{Cu}(\text{OH})_2 + 2\text{NH}_4^+ + \text{S}^{2-}$

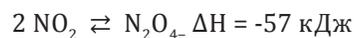
Химические формулы		Характер окислительно-восстановительных свойств (за счёт атома S)	
1	H_2S	A	Только окислитель
2	SO_2	B	Только восстановитель
3	SO_3	C	Окислительно-восстановительная двойственность

Тестовая основа тренажёров дополнена элементами учебного видео- и аудио-вставками, в значительной мере усиливающими диалоговый характер взаимодействия между субъектами образовательного процесса – преподавателем и студентом. Аудио-формат использован для оценки действий студента, правильности или ошибочности его решений, а также закадровых комментариев видеофрагментов и разъяснений сути происходящего на экране. Видео-вставки содержат химические демонстрации тех процессов и явлений, которые изучаются студентом.

Химия – наука экспериментальная. Демонстрационный химический эксперимент с давних пор используется лекторами для повышения наглядности представления учебного материала и эмоциональности его восприятия студентами, возможности показать студентам действие тех или иных законов, правил, взаимосвязей на практике. Химические опыты знакомят студентов с методами научных исследований, позволяют им удостовериться в единстве теории и практики, в ценности опыта как критерия истинности теоретических положений. Видео-формат демонстраций химических опытов позволяет студенту увидеть реальные, а не нарисованные химические процессы и явления. Это выгодно отличает его от многочисленных примеров виртуальных демонстрационных химических экспериментов, выполненных в стиле компьютерной игры, и весьма далеких от реальных химических взаимодействий.

В частности, в теме «Химическая кинетика» опыты иллюстрируют: зависимость скорости химической реакции от природы реагирующих веществ – реакция серной кислоты H_2SO_4 с металлами разной химической активности, присутствия катализаторов (реакция разложения пероксида водорода с разными катализаторами), температуры (реакция Ландольта), концентрации реагирующих веществ (реакция Ландольта). В последнем случае студентам предлагается самостоятельно провести измерения промежутка времени, за которое цвет раствора резко меняется на темно-синий, а затем рассчитать относительную скорость реакции и отобразить результат исследования на графике. Тем самым им предоставляется возможность реально ознакомиться с методом экспериментального кинетического исследования. Это значительно усиливает восприятие теоретического материала темы.

Опыт на тему «Химическое равновесие» демонстрирует влияние температуры на положение химического равновесия в системе



В данной равновесной системе прямая реакция (димеризация) относится к разряду экзотермических (сопровождается выделением тепла), обратный процесс является эндотермическим (сопровождается поглощением тепла). Опознавательным знаком направления смещения равновесия в этой системе служит изменение цвета: диоксид азота имеет желто-бурую окраску, тогда как его димер почти бесцветен (слабо-желтая окраска). Исходная равновесная смесь запаена в стеклянную трубку, концы которой раздуты в форме шаров. Шары опускают в стаканы, один из которых наполнен горячей водой, а второй – мелко наколотым льдом. По изменению цвета газовой смеси можно судить о направлении смещения химического равновесия при изменении температурного режима: в горячей воде окраска смеси углубляется и становится жёлто-бурой (равновесие смещается справа налево), тогда как её охлаждение приводит к обесцвечиванию газовой смеси (равновесие смещается слева направо). Если поменять шары местами, происходит обратное изменение окраски. Опыт позволяет продемонстрировать практическую возможность управления ходом химического процесса путём смещения химического равновесия в заданном направлении. Кроме того подобная химическая демонстрация связана с известной экологической проблемой: выбросы в атмосферу диоксида азота на химических предприятиях (так называемый «лисий хвост») особенно заметны летом, так как в выбросах возрастает концентрация мономерной формы. Оксид азота IV, попадающий в атмосферу, представляет серьёзную угрозу для экологической ситуации, так как является довольно токсичным веществом, а также способен вызывать кислотные дожди.

Тема «Растворы электролитов» содержит задания по подбору реагентов для обменного взаимодействия, которые предполагают знание условий, при которых подобные взаимодействия могут происходить. От студентов ожидается умение делать подобные прогнозы, анализируя гипотетические продукты обменных взаимодействий и

отбирая среди них те, которые относятся к разряду мало- или трудно-растворимых веществ, газов или слабых электролитов. Правильный выбор реагентов позволяет увидеть химический опыт, демонстрирующий протекание этой реакции. Для видео-демонстраций подобраны реакции, сопровождающиеся образованием окрашенных осадков или газообразных продуктов.

Тест-тренажёры представлены в локальной версии (формат DVD-видео), а также могут быть размещены в программной среде MOODLE, что позволяет организовать их непосредственную связь с теоретическим учебным материалом посредством гиперссылок.

В последнем случае тест-тренажёры активно вписываются в единый комплекс электронных образовательных ресурсов дисциплины, включающий опорный конспект, лабораторный практикум, контрольное задание, глоссарий, биографический справочник, тестовые задания по темам лабораторных работ, экзаменационный тест по дисциплине. Студенты могут также воспользоваться видеолекциями по химии, размещенными на видеопортале YouTube. Учебная информация размещена на учебном сайте университета в программной среде MOODLE в модульно-структурированном формате – в виде обособленных информационных модулей для пошагового изучения учебной дисциплины.

Сценарий работы студента с тест-тренажёром подразумевает следующие виды его учебной деятельности.

Первоначально студент получает указания по теоретическим основам каждой темы: в рубрике «Теоретические положения» приводятся перечни понятий, терминов, правил, законов и пр., знание которых необходимо для усвоения данной темы. Дается ссылка на источники соответствующей учебной информации, базовой основой которых является электронный учебник И.А. Пресс «Химия. Интерактивный учебник» (<http://catalog.inforeg.ru/Inet/GetEzineByID/303696>).

В частности, освоение темы «Химическая кинетика» включает знание и понимание понятия скорости химической реакции, особенностей гомогенных и гетерогенных химических взаимодействий, закона действующих масс, влияние внешних факторов на величину скорости химической реакции; тема «Химическое равновесие» подразумевает изучение принципа Ле Шателье и

методики его применения для прогнозирования направления смещения химического равновесия при изменении внешних условий; Теоретическими основами темы «Растворы электролитов» является теория электролитической диссоциации, понятие сильных и слабых электролитов, правила составления ионно-молекулярных уравнений обменных реакций в растворах электролитов, условий осуществления этих взаимодействий; тема «Окислительно-восстановительные реакции» включает основные понятия теории окисления-восстановления и практическое освоение метода электронного баланса. Теоретические положения темы «Основы электрохимии» включают основные понятия и закономерности, проявляющиеся при работе химических источников тока, в процессе электрохимической коррозии металлов, в ходе электродных процессов, протекающих при электролизе.

Далее студенту предлагается тест, позволяющий оценить уровень его подготовленности по данной теме. Положительный результат тестирования позволяет перейти к следующему этапу, на котором обучаемый получает то или иное конкретное практическое задание. Выполнение заданий также производится в формате тестирования.

Так, в теме «Химическая кинетика» задание предусматривает отработку методики планирования кинетического эксперимента.

ЗАДАНИЕ по теме «Химическая кинетика». Планирование эксперимента

«Вам предстоит спланировать эксперименты по изучению зависимости скорости химической реакции от внешних факторов. Итак, мы хотим поставить такой химический эксперимент, в результате которого можно ответить на следующий вопрос: как зависит скорость химической реакции от того или иного фактора (природы реагирующих веществ, температуры, концентрации реагирующих веществ, катализаторов). В зависимости от того, какой фактор является целью исследования, необходимо определиться с выбором варьируемого параметра. Например, если мы хотим установить экспериментальным путём, как зависит скорость реакции в газовой фазе от внешнего давления, нам необходимо варьировать именно этот параметр – давление. Это означает,

что необходимо провести одну и ту же реакцию в газовой фазе несколько раз, каждый раз меняя давление газовой смеси. Измеряя при этом величину скорости, мы можем выявить закономерность, построив, например, график зависимости скорости от изучаемого параметра.

Вы должны подобрать для каждого изучаемого фактора содержание экспериментальной работы, выбрав один правильный вариант из пяти предложенных. В случае правильного выбора Вы увидите сам эксперимент и примете в нём участие. Как же построить эксперимент, чтобы ответить на поставленный вопрос? Выбирайте подходящий вариант!». Правильный выбор позволяет обучаемому увидеть видефрагмент с демонстрацией эксперимента. Неправильный выбор приводит к появлению аудио-комментария, содержащего указания на ошибочность рассуждений и ссылки на учебник.

Задания на тему «Растворы электролитов» предполагают подбор реактивов, необходимых для проведения тех или иных обменных взаимодействий.

ЗАДАНИЕ по теме «Растворы электролитов» (три правильных варианта)

1. Подберите реагенты для участия в реакции с иодидом калия (KI):

KI	Ba(NO₃)₂
	Pb(NO₃)₂
	AgNO₃
	Hg(NO₃)₂
	NaNO₃

Правильными ответами являются ответы 2, 3 и 4, так как взаимодействия этих химических соединений с иодидом калия сопровождаются образованием труднорастворимых иодидов свинца, серебра и ртути, соответственно. Во всех других случаях реакции происходить не могут: предполагаемые продукты обменного взаимодействия являются сильными электролитами, хорошо растворимыми в воде.

2. Подберите реагенты для участия в реакции с хлоридом бария (BaCl₂):

BaCl₂	H₂SO₄
	NaNO₃
	AgNO₃
	Na₂CrO₄
	KOH

Правильными ответами являются ответы 1, 3 и 4, так как взаимодействия этих химических соединений с хлоридом бария сопровождаются образованием труднорастворимых сульфата бария, хлорида серебра, хроматом бария, соответственно. Во всех других случаях реакции происходить не могут: предполагаемые продукты обменного взаимодействия являются сильными электролитами, хорошо растворимыми в воде.

3. Подберите реагенты для участия в реакции с сульфатом никеля (II) (NiSO₄):

NiSO₄	BaCl₂
	Al(NO₃)₃
	NH₄OH
	CuCl₂
	AgNO₃

Правильными ответами являются ответы 1, 3 и 5, так как взаимодействия этих химических соединений с сульфатом никеля (II) сопровождаются образованием труднорастворимых сульфата бария, гидроксида никеля (II), сульфата серебра, соответственно. Во всех других случаях реакции происходить не могут: предполагаемые продукты обменного взаимодействия являются сильными электролитами, хорошо растворимыми в воде.

4. Подберите реагенты для участия в реакции с хлоридом меди (II) (CuCl₂):

CuCl_2	FeSO_4
	$\text{Al}(\text{NO}_3)_3$
	Na_2S
	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$
	NaOH

Правильными ответами являются ответы 3, 4 и 5, так как взаимодействия этих химических соединений с хлоридом меди (II) сопровождаются образованием труднорастворимых сульфида меди (II), хлорида свинца (II), гидроксида меди (II), соответственно. Во всех других случаях реакции происходить не могут: предполагаемые продукты обменного взаимодействия являются сильными электролитами, хорошо растворимыми в воде.

5. Подберите реагенты для участия в реакции с хлоридом кобальта (II) (CoCl_2):

CoCl_2	$\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$
	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$
	NaOH
	NaNO_3
	$\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$

Правильными ответами являются ответы 2, 3 и 5, так как взаимодействия этих химических соединений с хлоридом кобальта (II) сопровождаются образованием труднорастворимых хлорида свинца (II), гидроксида кобальта (II), хлорида ртути (II), соответственно. Во всех других случаях реакции происходить не могут: предполагаемые продукты обменного взаимодействия являются сильными электролитами, хорошо растворимыми в воде.

Задания по теме «Окислительно-восстановительные реакции» включают планирование экспериментов по изучению окислительной активности перманганата калия в разных средах, окислительно-восстановительной двойственности различных веществ, реакции различных металлов с разбавленной серной кислотой. Студенту предлагается выбрать реакции, которые нужно для этого провести, подобрать реагенты, выбрав из их перечня

типичные восстановители, типичные окислители или вещества, проявляющие окислительно-восстановительную двойственность, указать факторы, которые следует варьировать для получения ответа на поставленный вопрос.

Задание представлено в виде таблицы, в правой колонке которой содержится описание эксперимента, а в левой колонке – закономерности, которую следует установить.

Например, в случае изучения окислительно-восстановительной двойственности различных веществ (нитрита натрия NaNO_2 или пероксида водорода H_2O_2) таблица имеет вид:

Для исследования окислительно-восстановительной двойственности данного химического соединения необходимо ...	Провести две реакции с разными типичными восстановителями.
	Провести две реакции с разными типичными окислителями.
	Провести две реакции: одну с типичным восстановителем, другую с типичным окислителем.
	Провести две реакции с веществами, проявляющими окислительно-восстановительную двойственность.

Далее студенту предлагается подобрать необходимые реагенты. Например, выбрать реагент, который будет играть роль восстановителя в планируемых реакциях:

1	KNO_3
2	K_2SO_4
3	$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$
4	KI
5	K_2CrO_4

Выбор производится на основании расчёта степеней окисления атомов и поиска соединения, в котором атом имеет минимальное для данного химического элемента значение. Источником необходимой информации является таблица химических элементов Д.И. Менделеева: минимальная степень окисления атома неметалла представляет собой разность № группы – 8. В данном случае на роль типичного восстановителя, проявляющего

исключительно восстановительные свойства, подходит иодид калия, в котором атом иода – элемента главной подгруппы VII группы – имеет наименьшую (низшую) степень окисления -1.

Затем – реагент, которому предназначается роль окислителя.

1	KBr
2	K ₂ Se
3	K ₂ Cr ₂ O ₇
4	KI
5	K ₂ S

Выбор производится на основании расчёта степеней окисления атомов и поиска соединения, в котором атом имеет максимальное для данного химического элемента значение. Источником необходимой информации является таблица химических элементов Д.И. Менделеева: максимальная степень окисления атома неметалла численно совпадает с № группы. В данном случае на роль типичного окислителя, проявляющего исключительно окислительные свойства, подходит бихромат калия, в котором атом хрома – элемента побочной подгруппы VI группы – имеет наибольшую (высшую) степень окисления +6.

В случае правильного выбора реагентов студент видит на экране демонстрацию спланированных им реакций. Закадровый комментарий преподавателя акцентирует его внимание на главных аспектах термина «окислительно-восстановительная двойственность».

По аналогичному сценарию изучаются: влияние характера среды на окислительную активность перманганата калия (реакция Na₂SO₃ + KMnO₄ в разных средах), особенности внутримолекулярных окислительно-восстановительных реакций на примере разложения бихромата аммония, окислительные свойства минеральных кислот на примерах реакции металлов (Mg, Zn, Cu) с разбавленной серной кислотой и реакции меди Cu с азотной кислотой HNO₃, направление протекания окислительно-восстановительных реакций на примере реакции вытеснения одного металла другим из его соли - взаимодействие алюминия с

нитратом серебра (Al + AgNO₃), высокая окислительная активность перманганата калия (KMnO₄) на примере его реакций с глицерином (C₃H₈O₃) и сахаром.

Тема «Основы электрохимии» имеет особое прикладное значение для общехимической подготовки специалистов различной профессиональной направленности. Её освоение важно для выработки профессиональных компетенций специалистов в любой области, в которой предполагается использование химических источников тока (гальванических элементов и аккумуляторов), грамотная эксплуатация металлических конструкций и агрегатов, оборудования для хранения и транспортировки природного сырья, в том числе нефти и газа. В классических вузовских курсах химии тема традиционно разбивается на подтемы: «Химические источники тока», «Электрохимическая коррозия металлов и сплавов», «Электролиз». Студенту важно показать общность процессов и закономерностей их протекания во всех электрохимических системах. Главной дидактической задачей в данном случае является понимание характера протекания электродных реакций – анодного и катодного процессов. Задания по теме предполагают подбор металлов на роль анода или катода, прогнозирование результатов электрохимической коррозии металлов (анодное окисление металлов, участие электролита в катодном процессе), возможность / невозможность катодного осаждения металлов при электролизе водных растворов их солей.

В химическом тренажёре тема представлена демонстрациями работы цинк-медного гальванического элемента, процесса контактной коррозии цинка и меди в кислой и нейтральной средах, реакции электролиза водных растворов хлорида меди CuCl₂, иодида калия KI, сульфата кадмия CdSO₄ и нитрата натрия NaNO₃.

Заключение

Подводя итоги, можно заключить, что тест-тренажёры позволяют студенту работать над темой своей учебной программы, видя результаты своей работы, реально оценивая успешность своего продвижения по данной теме и получая указания преподавателя на причины своих ошибок в аудио-формате.

Используя тест-тренажёры, каждый студент получает возможность работать в любое удобное для него время, выбирая оптимальный для себя уровень интенсивности работы. К преимуществам данного вида учебно-методических материалов относится активная работа студента в ходе просмотра видео-ряда (в частности, работа по самостоятельному планированию эксперимента, проведение измерений времени прохождения химической реакции, последующего расчёта величин её скорости, построения графика и т.п.).

Тест-тренажёры позволяют педагогу реально управлять самостоятельной работой студента, а студенту оперативно контролировать свои учебные достижения с помощью тестирования. Студент получает возможность самостоятельно осваивать дисциплину, фактически работая в режиме обучающей программы.

Проведённые педагогические эксперименты в группах студентов 1 курса показали их высокую эффективность в учебном процессе.

Список литературы:

1. Антонова С.Г. Государственные образовательные стандарты высшего профессионального образования – основа содержания учебных изданий. М.: Университетская книга, 2000. С. 19-27.
2. Жукова Н.В. Возможности использования электронных тест-тренажёров при обучении физической химии // Фундаментальные исследования. 2013. № 10–12. С. 2778-2781. (URL: http://www.rae.ru/fs/?article_id=10002139&op=show_article&ion=content).
3. Пресс И.А. О педагогическом дизайне и педагогическом проектировании вузовского учебника нового поколения: теория и практика // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 4. С. 1280.
4. Пресс И.А., Рябова М.Н. Опыт организации интегрированной формы обучения студентов в вузе // Вестник Санкт-Петербургского Университета. 2012. Сер. 12. Вып. 2. С. 168–176.
5. Press I. High school lecture during an era of changes: traditions and innovations // European Applied Sciences. 2012. Vol. 1. № 2. P. 186-188.
6. Press I. Organization of laboratory chemistry course in the system of distance learning // European Science and Technology: materials of the III international research and practice conference, Munich, October 30th–31st, 2012. Munich: Vela Verlag Waldkraiburg, 2012. Vol. II. P. 405-407.
7. Press I. Systematic approach to the creation of training and methodological support of educational process in a technical university: theory and practice // World Applied Sciences Journal. 2013. Vol. 27. № 7. P. 835-839. (DOI: 10.5829/idosi.wasj.2013.27.07.246).
8. Савина О.Н., Пьянова М.В. Инновационные инструменты повышения эффективности современного образовательного процесса как способ реализации компетентностного подхода в образовании // Налоги и налогообложение. 2013. № 4. С. 269-275. (DOI: 10.7256/1812-8688.2013.4.7948).

References (transliteration):

1. Antonova S.G. Gosudarstvennye obrazovatel'nye standarty vysshego professional'nogo obrazovaniya – osnova sodержaniya uchebnykh izdaniy. M.: Universitetskaya kniga, 2000. S. 19-27.
2. Zhukova N.V. Vozmozhnosti ispol'zovaniya elektronnykh test-trenazherov pri obuchenii fizicheskoi khimii // Fundamental'nye issledovaniya. 2013. № 10–12. S. 2778-2781. (URL: http://www.rae.ru/fs/?article_id=10002139&op=show_article&ion=content).
3. Press I.A. O pedagogicheskom dizaine i pedagogicheskom proektirovanii vuzovskogo uchebnika novogo pokoleniya: teoriya i praktika // Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya". 2015. № 4. S. 1280.
4. Press I.A., Ryabova M.N. Opyt organizatsii integrirovannoi formy obucheniya studentov v vuze // Vestnik Sankt-Peterburgskogo Universiteta. 2012. Ser. 12. Vyp. 2. S. 168–176.
5. Press I. High school lecture during an era of changes: traditions and innovations // European Applied Sciences. 2012. Vol. 1. № 2. P. 186-188.

6. Press I. Organization of laboratory chemistry course in the system of distance learning // European Science and Technology: materials of the III international research and practice conference, Munich, October 30th–31st, 2012. Munich: Vela Verlag Waldkraiburg, 2012. Vol. II. P. 405-407.
7. Press I. Systematic approach to the creation of training and methodological support of educational process in a technical university: theory and practice // World Applied Sciences Journal. 2013. Vol. 27. № 7. P. 835-839. (DOI: 10.5829/idosi.wasj.2013.27.07.246).
8. Savina O.N., P'yanova M.V. Innovatsionnye instrumenty povysheniya effektivnosti sovremennogo obrazovatel'nogo protsessa kak sposob realizatsii kompetentnostnogo podkhoda v obrazovanii // Nalogi i nalogooblozhenie. 2013. № 4. S. 269-275. (DOI: 10.7256/1812-8688.2013.4.7948).