

УДК 004:544:378–057.21

Г. П. ДУДЧИК, А. К. БОЛВАКО,
Е. О. БОГДАН, И. А. ВЕЛИКАНОВА

МЕТОДИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА НА КАФЕДРЕ ФИЗИЧЕСКОЙ, КОЛЛОИДНОЙ И АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ БГТУ ПРИ ПЕРЕХОДЕ К ЧЕТЫРЕХЛЕТНИМ СРОКАМ ОБУЧЕНИЯ

Белорусский государственный технологический университет, Минск, Беларусь

Рассмотрены вопросы, связанные с преподаванием естественнонаучных дисциплин в высшей школе на современном этапе ее развития, при переходе к четырехлетним срокам обучения: изменение методики изложения учебного материала, организация и контроль самостоятельной работы студентов в системе дистанционного обучения, реализация индивидуального подхода в обучении, разработка новых учебных пособий для изучения химии в технологических учреждениях высшего образования. При обсуждении этих вопросов использованы результаты внедрения информационных технологий на кафедре физической, коллоидной и аналитической химии Белорусского государственного технологического университета.

Methodological aspects of the science disciplines teaching in modern higher educational institutions within the four years study terms are discussed: the revision of teaching methodology, organization and control of students' independent work on the basis of distance learning form, fulfillment of individual teaching approach, development of electronic textbooks and teaching aids for chemistry training in technological higher educational institutions. When discussing these problems, the results of the implementation of information technologies at the Department of Physical, Colloidal and Analytical Chemistry of the Belarusian State Technological University were considered.

Ключевые слова: информационные образовательные технологии; дистанционное обучение; компьютерное тестирование; методика преподавания химии.

Keywords: information educational technologies; form of distance learning; computer testing; methods of chemistry teaching.

На кафедре физической, коллоидной и аналитической химии БГТУ (до 2018 г. – кафедра физической и коллоидной химии) на протяжении более семи лет ведется работа по внедрению в образовательный процесс дистанционных методов обучения студентов химико-технологических и инженерно-технических специальностей. По дисциплинам «Физическая химия», «Физическая и коллоидная химия» и дисциплинам химико-аналитического профиля в системе дистанционного обучения (СДО) БГТУ размещены элементы электронных

курсов: конспекты лекций, примеры решения типовых задач, контролирующие тестовые задания по основным разделам курсов, другие учебно-методические материалы. Разработаны новые лабораторные работы с применением компьютерной техники. Изданы три электронных учебно-методических пособия для контроля в дистанционном режиме самостоятельной работы студентов при изучении ими основных разделов физической химии [1].

Продолжается наполнение электронных курсов в системе ДО теоретическим материалом и примерами решения задач. Дорабатывается база тестовых заданий по дисциплинам и проводится оптимизация условий организации дистанционного тестирования студентов различных специальностей с учетом уровня их индивидуальной подготовки и форм обучения – дневной и заочной. Опробована возможность проведения студенческой олимпиады по дисциплине «Физическая химия» в системе ДО БГТУ [2]. Анализ результатов применения компьютерных методов в организации учебного процесса и контроля самостоятельной работы студентов показал эффективность использования их в учебном процессе кафедры.

Однако до сих пор некоторые методологические проблемы, связанные с разработкой электронных контролирующих и обучающих образовательных продуктов, остаются нерешенными и заслуживают обсуждения. К ним относятся вопросы организации и контроля самостоятельной работы студентов при изучении ими фундаментальных химических и других естественнонаучных дисциплин в контексте достижений современных образовательных технологий, в том числе технологий обучения на расстоянии, с применением СДО.

Цель нашей статьи – обсуждение опыта организации и контроля самостоятельной работы студентов на кафедре ФКиАХ путем компьютерного тестирования в системе ДО БГТУ. При этом мы попытались сопоставить точки зрения преподавателей других кафедр БГТУ на очевидные достоинства и некоторые недостатки электронного тестирования, обратив особое внимание на методические аспекты данной формы контроля знаний. В этом ключе приведена информация о разработке электронного пособия с набором тестовых заданий по одному из разделов физической химии, которое является не просто контролирующим, а обучающе-контролирующим и в определенной степени должно способствовать поддержанию принципа индивидуализации обучения. Пособия такого типа на кафедре ФКиАХ ранее не издавались. При создании этого пособия руководствовались тем, что «Компьютер – это продукт не педагогической, а инженерной мысли, поэтому решение обсуждаемых проблем лежит не в технике, а в методике».

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

Представленный далее материал основан на анализе академических достижений студентов, изучающих фундаментальные химические дисциплины на кафедре ФКиАХ, анализе научно-методических публикаций по соответству-

ющему направлению, опросах студентов и преподавателей химических, физических и химико-технологических дисциплин ряда кафедр БГТУ.

В обзорно-аналитической статье [3], опубликованной в 2018 г. в журнале «Высшее техническое образование», высказаны различные точки зрения на возможности электронных методов обучения, основанные на анализе отношения к ним со стороны преподавателей естественнонаучных, технических и технологических дисциплин БГТУ. Библиографические ссылки в статье [3] содержат более двадцати наименований и отражают содержание соответствующих публикаций в научном журнале «Труды БГТУ. Учебно-методическая работа» за более чем десятилетний период – с 2005 по 2016 г. В этой статье, а также в нашей работе [4] обсуждаются проблемы тестирования в системе ДО и накопленный опыт создания и применения мультимедийных контролируемых и обучающих пособий.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Многие преподаватели вузов отмечают такие достоинства электронного тестирования, как объективный и качественный способы контроля знаний, навыков и умений, основанные на создании равных для всех условий контроля; широта охвата большого количества студентов и высокая скорость процедуры опроса; возможность организации централизованного сбора и обработки результатов тестирования; возможность осуществления оперативной модификации тестовых материалов, критериев оценивания, числа и уровня сложности тестов с учетом специальностей обучения и различий в уровне подготовки студентов. Еще к одному из преимуществ компьютерного тестирования относят возможность представления учебного материала в простой и понятной форме, что способствует облегчению процесса усвоения информации [3].

Однако надежды энтузиастов на то, что электронные технологии способны быстро и коренным образом изменить сложившуюся ранее систему образования, не оправдались, и в последние годы сформировался другой взгляд на возможности современных информационных подходов в образовании. В обстоятельной и хорошо аргументированной статье преподавателей кафедры физики БГТУ [5] отмечается, что чрезмерная компьютерная модернизация лабораторных установок физического практикума оказалась нежизнеспособной и методически необоснованной. Даже с учетом несомненных преимуществ включения в процесс обучения компьютера как средства передачи информации следует признать, что при этом не решаются другие важнейшие задачи подготовки инженеров и технологов – развитие аналитических и практических навыков. Здесь возможности компьютера ограничены.

В статье [4] высказывается та же критическая точка зрения, отмечается, что при подготовке электронных учебных пособий по физике не следует увлекаться применением всех технических возможностей компьютера, поскольку это может помешать формированию у студента целостной картины физических

явлений. Автор статьи [6] отмечает особенно низкую эффективность применения дистанционного компьютерного тестирования знаний по дисциплине «Высшая математика» на младших курсах и видит причину существенного падения уровня среднего и высшего математического образования в стране во всеобщем увлечении тестированием.

С различными взглядами на данную проблему и опытом внедрения электронного тестирования на кафедрах БГТУ можно также подробнее ознакомиться по публикациям [7–12].

В большей или меньшей степени критические оценки компьютерных методов обучения нередки. Тем не менее очевидно, что процессы дальнейшего развития, совершенствования и внедрения в образовательный процесс информационно-коммуникационных технологий, несомненно, будут приобретать все большую актуальность, учитывая ряд их преимуществ по сравнению с традиционными подходами. Однако плодотворность этих процессов, или, другими словами, соответствующие качественные показатели обучения, будут напрямую зависеть от разработки и внедрения новых инновационных методик обучения, под которыми подразумевается не техническая, т. е. компьютерная, компонента процесса, а его педагогическая составляющая. Важнейшим элементом было и должно оставаться неизменным непосредственное взаимодействие преподавателя и учебной аудитории, индивидуальный подход к обучаемому с учетом его личностных особенностей, поддержание обратной связи преподаватель – студент с целью получения информации о степени усвоения учебного материала и обеспечения возможности проведения своевременных корректирующих действий.

Современный этап подготовки высокопрофессиональных специалистов, способных обеспечить успешное инновационное развитие экономики Беларуси, предполагает взаимодействие обучающихся с учебным материалом принципиально нового, более высокого уровня. В этих условиях роль преподавателя и необходимость его непосредственного контакта с учебной аудиторией возрастают. К сожалению, следует признать, что интенсивное внедрение в учебный процесс технических средств обучения неизбежно приводит к ослаблению педагогической составляющей образовательного процесса, поскольку компьютер является всего лишь средством хранения и передачи информации.

На современном этапе развития системы образования, когда огромное количество молодых людей вовлечены в процесс обучения, когда во всем мире наблюдается тенденция, получившая название «массовость образования», отчетливо обозначилась именно проблема, связанная с дефицитом общения преподавателя и студента. Вступительные экзамены в вуз, проводимые в форме тестирования, текущий тестовый контроль знаний студентов в семестре, в том числе и в системе дистанционного обучения, – объективные следствия массовости образования. Это социальное явление – объективный результат достижения мировым сообществом современного уровня развития, оно может сопровождаться и осложняться другими проблемами, порождаемыми взаимо-

действием природной среды и человека, что и наблюдается сегодня в форме инфекционной пандемии новой формы вируса.

Таким образом, перед современным обществом встала проблема поиска новых путей организации всех сторон политической, экономической и социальной деятельности, в том числе и далеко не в последнюю очередь в сфере образования, поскольку уровень образования и просвещения во все времена определял уровень развития и устойчивости общественного устройства. Очевидно, что в учреждениях образования любого уровня учебно-воспитательный процесс при большом количестве обучающихся и в условиях, которые обеспечивали бы безопасность жизнедеятельности всех участников этого процесса, может быть организован только на принципах обучения на расстоянии.

Кроме того, сокращение сроков подготовки инженеров-химиков-технологов, вызванное необходимостью в кратчайшие сроки пополнить производство молодыми специалистами, способными соответствовать быстро изменяющимся требованиям рынка труда, поставило перед высшей школой страны еще одну сложную задачу. Проблема заключается в том, чтобы не потерять достигнутый уровень фундаментального химического образования при переходе на учебные планы нового поколения, предусматривающие объединение ряда близких по направлению химических дисциплин, сокращение объема лекционных занятий по сравнению с другими видами занятий и усиление практической ориентированности образовательного процесса.

На кафедре ФКиАХ студенты специальности 1-48 01 02 «Химическая технология органических веществ, материалов и изделий» в течение ряда лет изучали две дисциплины, обеспечивавшие фундаментальную химическую подготовку специалистов соответствующего профиля: «Физическая химия» и «Поверхностные явления и дисперсные системы». В предыдущих учебных планах для изучения этих дисциплин было отведено суммарно 314 аудиторных часов. Из них на лекционные занятия – 162 часа, на практические – 50 часов и на лабораторные – 102 часа. Эти дисциплины изучали в течение трех семестров.

Согласно новым учебным планам, предусматривающим четырехлетнее обучение на первой ступени высшего образования, студенты этой специальности изучают одну дисциплину: «Физическая и коллоидная химия». При этом число аудиторных часов сокращено более чем на 20 % и составляет 244 часа, в том числе лекций – 102 часа, практических занятий – 40 часов, лабораторных – 102 часа. На изучение объединенной дисциплины отводится два семестра. Проблема в том, что в небольшом по объему курсе оказались такие большие по объему разделы химических наук, без усвоения которых невозможно представить процесс подготовки высокопрофессиональных кадров для современной химико-технологической отрасли экономики республики. Это химическая термодинамика и химическое равновесие, фазовое равновесие, электрохимия, химическая кинетика и катализ, коллоидная химия, поверхностные явления в дисперсных системах.

Очевидно, что для сохранения нужного уровня фундаментальной химической подготовки специалистов требуется существенное изменение методов организации учебного процесса. Необходимы изменения в методике изложения учебного материала на лекционных занятиях и пересмотр перечня изучаемых тем и вопросов. Нужен обоснованный отбор обязательного для усвоения материала и того материала, объем которого можно свести к минимуму без ущерба для качества подготовки специалиста и формирования его химического мышления. В основе этих неизбежных трансформаций должен быть принцип сохранения на лекциях наиболее значимых вопросов, на основании которых можно рассматривать затем отдельные практически важные закономерности как частные следствия базовых положений.

В прошедшем учебном году проведен отбор теоретического материала, необходимого для изучения на лекциях в качестве базового. Положено начало принципиальным изменениям в методиках проведения лабораторных и практических занятий, которые должны обеспечить существенное усиление практической ориентированности учебных дисциплин кафедры при сохранении их фундаментальности. Ряд теоретических вопросов рассматривается в настоящее время в форме решения задач как приложения теории на практических занятиях. В частности, была проведена корректировка методики изложения тем «Диаграммы состояния гетерогенных систем» и «Электроды и гальванические элементы». Изучение этих вопросов на лабораторных занятиях позволяет более детально и наглядно объяснить основы равновесной электрохимии и принципы действия гальванических элементов, способы построения диаграмм состояния и работу с ними. Появляется возможность более тесного, непосредственного контакта студента с преподавателем, создаются условия для своевременных корректирующих действий преподавателя с учетом учебных достижений студента.

Поскольку трансформация методов преподавания химических дисциплин требует серьезного методического обеспечения, запланированные для разработки новые учебно-методические пособия будут основаны на принципах, обеспечивающих индивидуальный подход к студенту, формирование у него активного, мотивированного отношения к учебе, развитие умения и желания самостоятельно находить пути приложения теории химии к решению практических задач.

Разумеется, сокращение сроков обучения и переход к новым учебным планам требуют создания новой, максимально гибкой системы взаимодействия компьютерной и педагогической составляющей учебного процесса. Особое значение при этом принимает организация контроля самостоятельной работы студентов в системе ДО.

Этот контроль, проводимый с помощью электронного тестирования, позволяет решать задачу полного охвата учащихся. Однако, как уже отмечалось, он приводит к отчуждению обеих сторон образовательного процесса — преподавателя и студента. При этом существенно снижается возможность развития у

обучаемого мышления и речи — двух неразъемных сторон нашего разума. Если говорить о студентах-первокурсниках, приступающих к изучению химии, то не секрет, что многие из них слабо владеют химическим языком, не могут отчетливо дать определение химическим понятиям, сформулировать химические закономерности. Таким образом, при организации самостоятельной работы студентов и ее контроле в форме тестирования необходимо обеспечивать условия для поддержания индивидуального подхода к обучаемому. Безусловно, это очень непростая задача, и решать ее приходится в каждом конкретном случае с учетом конкретных условий проведения учебно-воспитательного процесса.

Продолжая модернизацию наших тестовых заданий для контроля самостоятельной работы студентов по физической химии [1], мы попытались изменить традиционный формат тестов, положив в основу принципы доступности и учета уровня подготовки студента. Была поставлена задача обеспечить взаимосвязь работающего самостоятельно студента с преподавателем как носителем учебной информации. Предлагаемые индивидуальные задания (раздел «Химическое равновесие») составлены из двух взаимодополняющих частей. Они содержат обычную традиционную составляющую — контрольные тестовые вопросы с предлагаемым набором ответов, из которых необходимо выбрать один правильный. Вторая обучающая компонента — тестовые вопросы по той же теме с набором ответов, каждый из которых сопровождается подробными комментариями и анализом возможных ошибок. Кроме того, такой комплекс дополнен необходимым теоретическим материалом и примерами решения типовых задач по соответствующему разделу. Порядок выполнения тестовых заданий предполагает, что вначале студент должен ознакомиться с теоретическим материалом и типовыми задачами, затем проработать обучающие тестовые вопросы с анализом ошибок и неточностей в ответах и только после этого, на заключительном этапе своей самостоятельной работы, приступить к выполнению контрольных тестов.

Разрабатывая такое пособие, мы придерживались далеко не новой идеи о том, что лучше всего учиться на ошибках, поняв их причину и найдя способы их устранения. В данном случае студенту предлагаются комплекты «чужих» ошибок, проработка которых должна облегчить освоение учебной дисциплины. При этом по своему содержанию неверные ответы не должны выходить за рамки наиболее типичных ошибок, которые допускают студенты при изучении учебного материала, не быть откровенно неправильными и бессмысленными, но заключать в себе суждения, дающие пищу для размышления — почему это неверно?

Номер варианта контрольных, или контролирующих, тестов студент получает по закону случайных чисел, после регистрации в СДО. Именно эти результаты преподаватель засчитывает. Программа работы с тестами предусматривает фиксирование времени на получение ответа, возможность дополнительного времени на доработку теста и другие методические приемы, обеспечивающие эффективную и благоприятную атмосферу при тестировании.

Преподаватель не контролирует работу студента над той частью пособия, которая является обучающей, т. е. содержит тестовые задания по контролируемому разделу знаний с готовыми ответами и комментариями возможных ошибок. Точно так же не контролируется факт работы студента с теоретическим материалом, представленным в достаточно обширном перечне пособий на бумажном и электронном носителях, и выполнение практических задач, приведенных в обучающей части пособия. Очевидно, что отражением всех видов самостоятельной работы станут итоговые результаты тестирования. К тому же у преподавателя имеется возможность проверить на экзамене знакомство студента с этой частью пособия, которой он может воспользоваться по своему усмотрению в зависимости от ситуации.

В качестве примера приводим обучающую составляющую одного из тестовых заданий.

Условие обучающего теста. При $T = 504$ К исследуется газофазовая реакция дегидрирования метилового спирта с образованием сложного эфира метилформиата:



Константа равновесия реакции $K_p = 0,140$ (атм).

Необходимо заранее установить, возможна ли реакция дегидрирования метанола в следующих двух опытах:

Опыт 1. Исходная идеальная смесь трех газов находилась в стандартном состоянии, т. е. парциальные давления всех трех веществ одинаковы и равны 1 атм, общее давление исходной смеси равно 3 атм.

Опыт 2. Общее давление исходной реакционной смеси равно 0,9 атм, в ней содержится 82 мол. % CH_3OH , 8 мол. % HCOOCH_3 и 10 мол. % H_2 .

Дана также следующая информация. В первом опыте условия протекания реакции стандартные, поэтому уравнение изотермы для данной реакции выражается в форме

$$\Delta G_{504}^{\circ} = -RT \ln K_p; \Delta G_{504}^{\circ} = 8,23 \text{ кДж.} \quad (1)$$

Для опыта 2 значение ΔG_{504} можно рассчитать по уравнению

$$\Delta G_{504} = RT \ln \left(\frac{P_{\text{H}_2}^2 \cdot P_{\text{HCOOCH}_3}}{P_{\text{CH}_3\text{OH}}^2} \right)_{\text{нач. усл.}} - RT \ln K_p. \quad (2)$$

Парциальные давления веществ в исходной смеси определены предварительно на основании следствия из закона Дальтона:

$$P_{\text{CH}_3\text{OH}} = 0,9 \cdot 0,82 = 0,738 \text{ атм}; P_{\text{H}_2} = 0,9 \cdot 0,1 = 0,09 \text{ атм};$$

$$P_{\text{HCOOCH}_3} = 0,9 \cdot 0,08 = 0,072 \text{ атм.}$$

$$\text{Тогда } \Delta G_{504} = (8,314 \text{ Дж/К}) \cdot (504 \text{ К}) \cdot [\ln(0,09^2 \cdot 0,072 / 0,738^2) - \ln 0,14] = -21,693 \text{ кДж.}$$

Уравнение изотермы (2) можно записать также в равноценной ему форме уравнения

$$\Delta G_{504} = \Delta G_{504}^{\circ} + RT \ln \left(\frac{P_{\text{H}_2}^2 \cdot P_{\text{HCOOCH}_3}}{P_{\text{CH}_3\text{OH}}^2} \right)_{\text{нач. усл.}} \quad (3)$$

и провести расчет ΔG_{504} по этому уравнению:

$$\begin{aligned} \Delta G_{504} &= 8238,5 \text{ Дж} + (8,314 \text{ Дж/К}) \cdot (504 \text{ К}) \cdot \ln(0,09^2 \cdot 0,072 / 0,738^2) = \\ &= -21,69 \text{ кДж}. \end{aligned}$$

Как и следовало ожидать, результаты расчетов по двум равноценным уравнениям изотермы совпадают.

Имея данную информацию об условиях проведения двух опытов, нужно выбрать правильный ответ из четырех предложенных:

а) Так как $\Delta G_{504}^{\circ} > 0$, идеальная газовая смесь указанных газообразных веществ, каждое из которых при $T = 504 \text{ К}$ находится в стандартном состоянии, имеет тенденцию взаимодействовать с образованием метилового спирта, а не эфира. Равновесие реакции сдвинуто влево.

Для второго опыта $\Delta G_{504} < 0$, поэтому при данном исходном составе смеси и $T = 504 \text{ К}$ термодинамически возможно самопроизвольное протекание реакции дегидрирования метилового спирта с образованием метилформиата.

б) Так как основная термодинамическая характеристика равновесного состояния химической реакции $\Delta G_{504}^{\circ} > 0$, то данная реакция термодинамически невозможна при любых условиях ее проведения.

в) В первом опыте образование метилформиата невозможно, так как очень мала константа химического равновесия $K_p = 0,140$ (атм), что подтверждается положительной величиной $\Delta G_{504}^{\circ} = 8,23 \text{ кДж}$. Во втором опыте, когда начальные парциальные давления реагентов изменились в сторону увеличения содержания в смеси спирта и уменьшения количества продуктов реакции, значение константы равновесия наверняка увеличится за счет увеличения числителя (произведение парциальных давлений продуктов реакции) и уменьшения знаменателя (парциальное давление исходного реагента) в выражении для K_p реакции.

Следовательно, во втором случае наблюдается тенденция к дегидрированию спирта. Этот вывод подтверждается также отрицательным значением ΔG_{504} реакции, равным $-21,69 \text{ кДж}$.

г) Первый опыт не приведет к образованию сложного эфира, так как величина $\Delta G_{504}^{\circ} > 0$. Второй опыт отличается от первого тем, что мы оказываем на равновесную реакционную смесь газов внешнее воздействие в виде уменьшения равновесного содержания продуктов реакции — водорода и метилформиата — по сравнению с их содержанием в первом опыте.

По принципу Ле Шателье реакционная система будет противодействовать уменьшению парциальных давлений продуктов путем смещения равновесия

в сторону образования сложного эфира. Следовательно, реакция получения метилформиата во втором опыте возможна.

Развернутые комментарии к ответам (для студентов):

а) Правильный ответ. В этом ответе дано четкое объяснение термодинамической возможности протекания процесса в ту или иную сторону на основе понимания физического смысла характеристик химической реакции ΔG_{504} и ΔG_{504}° . Как правило, ошибки в ответе на поставленные в этом тесте вопросы объясняются незнанием принципиального отличия ΔG_{504} от ΔG_{504}° .

б) Ответ неверный. На самом деле положительное значение величины *стандартного* изменения энергии Гиббса ΔG_{504}° означает, что образование продуктов реакции невозможно только в том случае, когда все компоненты исходной реакционной смеси находятся в стандартном состоянии. Если изменить начальные условия так, чтобы состояния участников реакционной смеси были другими, например как в опыте 2, то реакция дегидрирования метилового спирта становится возможной. Действительно, соответствующий расчет для опыта 2 дает нам отрицательную величину ΔG_{504} , равную $-21,69$ кДж.

Дополнительный комментарий о характере допущенной ошибки (не доводится до сведения студента): обычное незнание материала, плохая ориентация в вопросах, имеющих отношение к данной теме, непонимание физического смысла ΔG_{504}° .

в) Ответ неверный. В этом ответе содержатся крайне ошибочные представления о константе химического равновесия K_p , ее свойствах и связи K_p с изменением энергии Гиббса. Во-первых, высказано неверное утверждение о том, что изменение начальных парциальных давлений веществ могут изменить значение K_p при неизменной температуре в сторону увеличения. На самом деле величина K_p не зависит от давления. Во-вторых, в ответе утверждается, что увеличение K_p приведет к уменьшению значения ΔG_{504} до отрицательной величины, что будет означать возможность протекания реакции дегидрирования. Очевидно, это утверждение связано с непониманием принципиального различия между стандартным изменением энергии Гиббса ΔG_{504}° реакции и его изменением при произвольно выбранных начальных условиях, которым соответствует величина ΔG_{504} . Константа химического равновесия напрямую связана со стандартным значением изменения энергии Гиббса уравнением (1), но не уравнением (2). Знак ΔG_{504} в уравнении (2) определяется переменным параметром, так называемым концентрационным членом уравнения изотермы, т. е. начальными парциальными давлениями реагентов, которые могут принимать бесчисленное множество значений (по желанию экспериментатора), соответственно и величина ΔG_{504} будет изменять свое значение и знак, но независимо от постоянного значения K_p в уравнении (2). Поэтому объяснять возможность реакции дегидрирования метанола в условиях второго опыта на основании изменения значения K_p было бы грубой ошибкой. Реакция возможна по другой причине — из-за такого изменения начальных парциальных давле-

ний участников процесса в нужном направлении, которое приводит к отрицательному значению ΔG_{504} .

Причина допущенных ошибок: студент практически не ориентируется в материале, не изучил свойства важнейших характеристик химического равновесия и связи между ними.

г) Ответ в целом неверный. Возможность протекания реакции в первом опыте объясняется правильно, однако второй опыт интерпретируется неверно. Основная ошибка заключается в том, что здесь происходит подмена понятий – исходное состояние реакционной смеси, определяемое заданными начальными условиями протекания реакции, считается равновесным состоянием, при котором парциальные давления участников реакции равны их равновесным значениям. Для объяснения опыта 2 это неверное представление дополняется принципом Ле Шателье, который, как должен знать студент, применяется для предсказания направления смещения равновесия только для реакции, уже находящейся в состоянии равновесия. В результате сделан ошибочный вывод о невозможности дегидрирования метанола в условиях опыта 2. И это несмотря на отрицательное значение ΔG_{504} реакции, равное $-21,69$ кДж.

Причина допущенных ошибок: путаница с терминами и определениями, подмена одних понятий другими, незнание смысла обсуждаемых понятий. Можно добавить также, что допущенные ошибки можно классифицировать как противоречащие здравому смыслу и логике.

Анализ возможных ошибок в обучающей части тестов дает студенту более четкие ориентиры для эффективной самостоятельной работы, облегчает доступ к нужной информации – как если бы необходимая подсказка от преподавателя всегда была доступна, «под рукой». Для студентов, имеющих не самый высокий уровень подготовки, такая помощь воспринимается и усваивается намного легче, чем поиск верного ответа в обширном теоретическом материале. В этом случае студент получает удовлетворение от собственного продвижения вперед, что сопровождается положительными эмоциями и укреплением мотивации к учебной деятельности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Переход на сокращенные сроки обучения и введение учебных планов нового поколения в технических и технологических университетах потребовали существенной коррекции организации образовательного процесса на кафедре физической, коллоидной и аналитической химии БГТУ. Кафедра обеспечивает фундаментальную химическую подготовку инженеров-химиков-технологов, поэтому основной проблемой при организации учебного процесса явилась проблема сохранения фундаментальности дисциплин кафедры при условии существенного сокращения объема лекционных занятий на фоне сокращения общего объема аудиторных часов. Проведенные в текущем учебном году корректировка форм и методов преподавания дисциплин кафедры, кон-

троля самостоятельной работы студентов, разработка нового формата пособия для компьютерного тестирования знаний показали, что эти мероприятия позволяют реализовать индивидуальный подход в обучении, сохранить фундаментальный характер химических дисциплин кафедры и усилить практическую ориентированность образовательного процесса.

Директор лондонского Музея науки, руководитель Группы научных музеев Великобритании сэр Иан Блэтчфорд писал о ситуации с внедрением компьютерных технологий в процессы просвещения и образования следующим образом: «На компьютере можно смоделировать все, но чтобы стать инженером, необходимо иметь дело с реальностью. Интернет провоцирует разработчиков обучающих и контролирующих продуктов сводить очень сложные решения к неадекватно простым картинкам, простым настолько, что они скорее мешают, чем помогают понять. Лучшие музеи науки являются одновременно частью обучающей среды, исследовательской площадкой и витриной технологических достижений современного мира. Если научный музей слишком далеко зайдет по пути развлекательного шоу, зрители не узнают ничего нового и скорее запомнят цветные огни и взрывы, чем реальную физику» [13]. Это высказывание выдающегося научного и общественного деятеля Великобритании – убедительное подтверждение мысли о том, как непросто сформировать научно- и методически-обоснованную образовательную среду в цифровую эпоху и насколько важно понимать необходимость работы именно в этом направлении.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ

1. Болвако А. К., Дудчик Г. П. Физическая химия. Задания для самостоятельной работы в системе дистанционного обучения : пособие для студентов химико-технологических специальностей. Минск : БГТУ. Ч. 1: «Химическая термодинамика», «Химическое равновесие». 2016, 80 с. ; Ч. 2: «Электрохимия», «Химическая кинетика». 2017, 80 с. ; Ч. 3: «Термодинамика фазового равновесия. Диаграммы состояния». 2018, 92 с.
2. Болвако А. К., Богдан Е. О., Дудчик Г. П. Опыт проведения олимпиады по физической химии с использованием системы дистанционного обучения // Тр. БГТУ. 2016. № 9: Учеб.-метод. работа. С. 124–127.
3. Дудчик Г. П., Болвако А. К., Богдан Е. О., Великанова И. А. Некоторые методологические вопросы преподавания естественнонаучных дисциплин с применением компьютерных технологий и системы дистанционного обучения // Высшее техническое образование. 2018. Т. 2, № 2. С. 27–39.
4. Крук Н. Н. Проблемы преподавания физики в техническом университете в контексте подготовки учебных планов нового поколения // Высшее техническое образование. 2018. Т. 2, № 1. С. 68–74.
5. Наркевич И. И., Чаевский В. В., Гурин Н. И. [и др.]. Современный учебный процесс как перманентно совершенствующаяся образовательная система // Тр. БГТУ. 2016. № 8 (190): Учеб.-метод. работа. С. 109–119.
6. Асмыкович И. К. О реальности и необходимости дистанционного обучения высшей математике в техническом университете // Тр. БГТУ. 2015. № 8 (181): Учеб.-метод. работа. С. 118 –123.

7. *Гурин Н. И., Дудчик Г. П., Пласковицкий В. А.* Мультимедийная система тестирования по химическим дисциплинам // Свиридовские чтения : сб. ст. Минск, 2013. Вып. 9. С. 257–264.

8. *Коровкина Н. П., Пустовалова Н. Н.* Опыт использования электронного учебника в организации самостоятельной работы студентов // Тр. БГТУ. 2015. № 8 (181): Учеб.-метод. работа. С. 85–88.

9. *Неверов А. В., Метельский А. И., Равино А. В.* О тестировании как методе контроля знаний студентов // Тр. БГТУ. 2014. № 8 (172): Учеб.-метод. работа. С. 32–34.

10. *Антоневич И. П., Щербина А. Э.* Внедрение и результаты компьютерного тестирования знаний по органической химии на примере студентов 2-го курса факультета ТОВ // Тр. БГТУ. 2005. Сер. VII. – Вып. VIII: Учеб.-метод. работа. С. 95–96.

11. *Беляев В. П., Скакун В. В.* Тестирование как методика контроля качества подготовки специалистов // Тр. БГТУ. 2014. № 8 (172): Учеб.-метод. работа. С. 19–23.

12. *Болвако А. К., Радион Е. В.* Компьютерное тестирование с использованием клиент-сервисного программного обеспечения при изучении курса аналитической химии // Тр. БГТУ. 2012. № 8 (155): Учеб.-метод. работа. С. 49–52.

13. *Блэтчфорд И.* Умные и шумные: за что мы любим научные музеи? Наука и жизнь. 2014. № 2. С. 2–11.

Поступила в редакцию 20.05.2020