

*УДК 378.146***Е. Я. УДРИС, О. Ю. ГРИГОРЬЕВА,  
М. А. ОСИНА, Е. В. МАКАРЕВИЧ****ИННОВАЦИИ В ПРЕПОДАВАНИИ ХИМИИ  
В ТЕХНИЧЕСКИХ ВУЗАХ: ИЛЛЮЗИИ И РЕАЛЬНОСТЬ***Национальный исследовательский университет  
«Московский энергетический институт», Москва, Россия*

Проведен сравнительный анализ эффективности современных методов преподавания химии, реализуемых в НИУ МЭИ. Представлены результаты работы сотрудников кафедры химии и электрохимической энергетики по использованию электронно-образовательных ресурсов и внедрению в учебный процесс информационно-коммуникационных технологий, дистанционных форм обучения, математических методов анализа, цифрового лабораторного практикума, пропедевтических курсов, балльно-рейтинговой системы оценивания студентов. Из результатов анализа следует, что каждый из рассмотренных методов имеет свои положительные и отрицательные стороны и позволяет решать определенные задачи. Только применение комплекса методов с учетом всех исходных условий может обеспечить качественное освоение дисциплины в свете компетентного подхода к образованию.

A comparative analysis of the effectiveness of modern methods of chemistry teaching, which are implemented in Moscow Power Engineering Institute (Technical University) has been carried out. Here we present the results of the work fulfilled by the staff of the Department of chemistry and electrochemical power engineering on the implementation of IC-technologies, electronic educational resources, distance learning, mathematical methods of analysis, digital laboratory practice, propaedeutic courses and the grade point average system for students' academic achievements. The analysis has shown that each of the evaluated methods has its positive and negative sides and provides solution for certain problems. Only the application of a complex of methods, taking into account all the initial conditions, can ensure a qualitative mastery of the discipline within the competence approach to education.

*Ключевые слова:* методы преподавания химии; информационно-компьютерные технологии; электронно-образовательные ресурсы; балльно-рейтинговая система.

*Keywords:* methods of chemistry teaching; information and computer technologies; electronic educational resources; grade point average system.

Кафедра химии в НИУ МЭИ существует с 1930 г., т. е. с момента образования Московского энергетического института. За пройденные десятилетия на кафедре сложилась собственная «школа» и накоплен богатый опыт преподавания химических дисциплин с использованием как традиционных классиче-

ских подходов, так и современных инновационных методов. Основной целью преподавательского коллектива всегда было и остается обеспечение высокого качества знаний студентов, которое достигается совершенствованием методов преподавания, оптимизацией содержания учебных дисциплин, повышением квалификации кадрового состава. В центральных издательствах был выпущен ряд учебников, учебных пособий, лабораторных практикумов, задачников по общей химии, например [1–4], которые модернизируются, переиздаются и обеспечивают учебный процесс не только в НИУ МЭИ, но и в других технических вузах.

Кафедра всегда принимала участие в инновационных начинаниях университета. Достижения кафедры по созданию электронно-образовательных ресурсов (ЭОР) (электронных лекций, тестовых заданий, виртуальных лабораторных работ и др.), электронных учебно-методических комплексов (ЭУМК) с фондом оценочных средств, использованию информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) в учебном процессе, внедрению элементов дистанционного образования, применению цифрового оборудования в лабораторном практикуме и программы *Mathcad* в расчетных заданиях отражены в многочисленных работах и докладах, например [5–8]. Кафедрой проведена большая работа по модернизации учебных программ в соответствии с новыми федеральными государственными стандартами высшего образования (ФГОС 3+), начаты эксперименты по внедрению в учебный процесс пропедевтических курсов и балльно-рейтинговой системы (БАРС) оценивания результатов учебных достижений студентов. С каждым новым начинанием были связаны определенные надежды, которые в большинстве своем оправдывались лишь частично.

В данной работе приведена оценка эффективности основных инновационных методов, внедренных или апробированных на кафедре за последние годы. Причем мы подразумевали под эффективностью метода отношение получаемых результатов от его применения к вложенным затратам времени и труда. В свете современных требований к компетентностному характеру образования под качественными результатами освоения дисциплины, с нашей точки зрения, следует понимать не только высокий балл итоговой аттестации и сумму усвоенных знаний, но и успешное формирование деятельностных компетенций – умений самостоятельно приобретать новые знания и использовать их на практике, проводить научный эксперимент и анализировать получаемые результаты, принимать нетривиальные решения в нестандартных ситуациях.

Многолетний опыт работы кафедры убеждает, что успешное освоение дисциплины определяется во многом исходными условиями, к которым относятся уровень базовой школьной подготовки и мотивация учащегося, квалификация и личностные данные преподавателя, а также число студентов, приходящихся на одного преподавателя, и число часов, отведенных на освоение дисциплины. Современные технические средства и инновационные методы играют второстепенную роль, помогая преподавателю и студенту лишь в некоторой степе-

ни. Исходные же условия для освоения дисциплины «Химия» в технических вузах, к сожалению, продолжают ухудшаться: абитуриенты этих вузов не сдают ЕГЭ по химии, школьный уровень знаний по химии низжайший, по математике и физике также оставляет желать лучшего. Мотивация к изучению «непрофильной химии» в вузе слабая, поскольку в школе не усвоена важнейшая роль химии в естественно-научной картине мира и в жизни человечества, не осознают ее значимость студенты и для своей специальности. Число студентов на одного преподавателя неуклонно растет [9], очень высокой является наполняемость групп, аудиторное число часов на предмет сокращается, время на проверку и контроль расчетных заданий не учитывается в учебной нагрузке, поэтому контактное время, уделяемое учащемуся, объективно сокращается. Инновационные эксперименты проводятся, как правило, за счет энтузиазма преподавателей. Таковы реалии, которые даже самый квалифицированный преподаватель изменить не в силах.

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭОР И ИКТ В ОЧНОМ И ЗАОЧНОМ ОБУЧЕНИИ

Применение ИКТ в учебном процессе, безусловно, доказало свою эффективность при освоении химических дисциплин. Ранее уже сообщалось, как используются ЭОР, ИК и дистанционные технологии [5], цифровые лаборатории [6], программа *Mathcad* [7, 8] в преподавании курса химии. Уже в течение 10 лет лекции читаются в форме презентаций в оснащенных аудиториях, учащиеся используют электронные учебные пособия и справочники, осуществляется обмен информацией лектора, преподавателей и студентов через систему общеуниверситетской электронной почты и другие электронно-информационные системы.

Одно из основных преимуществ ИКТ – возможности для студента получать информацию всегда и везде, независимо от места нахождения, учебного расписания, обрабатывать и усваивать полученную информацию в доступном для него режиме и в удобное время.

Несомненно, ЭОР помогают при самостоятельной работе, но не все так однозначно с презентацией лекционного материала. Например, в работе [10] сделан вывод, что повышение уровня наглядности (использование в презентациях большого количества видеороликов и анимации) не вызывает пропорциональной реакции студентов и не приводит к улучшению качества усвоения материала.

Тем не менее современные студенты выросли в среде интернет-общения, уверенно пользуются ЭОР, и подача лекционного материала для них должна быть, очевидно, в формате электронных презентаций, но без перегруженности анимационным сопровождением.

Необходимо отметить значение ИКТ в процессе заочного образования. На кафедре химии и электрохимической энергетики (ХиЭЭ) заочно обучаются студенты по направлению «Электроэнергетика и электротехника», планиру-

ется заочная подготовка по направлению «Теплоэнергетика и теплотехника». Трудоемкость курса химии по первому направлению составляет 180 ч, из которых 135 ч (75 % !) отводятся на самостоятельную работу, и в первую очередь это работа с ЭОР. Использование последних в учебном процессе и возможность онлайн-консультаций с преподавателем позволяет поднять заочное образование на качественно новый уровень. Однако учащимся нужно получать навыки работы и с печатными изданиями — книгами, справочниками, научной литературой. Электронные издания и ресурсы не должны полностью заменять эти источники, а должны дополнять их. ИК-технологии призваны не вытеснять традиционные методы освоения предмета, а оказывать существенную помощь в обучении.

Основная проблема использования ЭОР — необходимость постоянного обновления банка заданий фонда оценочных средств, поскольку обратной стороной широкого внедрения ИК-технологий является быстрое распространение информации, при котором содержание заданий сразу же становится известным широкому кругу студентов.

### ОЧНО-ДИСТАНЦИОННОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

На кафедре ХиЭЭ эффективно используется форма смешанного очно-дистанционного образования. Она подробно освещена в работах [5, 6]. Кафедра включена в общую университетскую систему дистанционного обучения «Прометей», в рамках которой учащиеся могут самостоятельно осваивать теоретический материал по электронному учебнику, выполнять виртуальные лабораторные работы, расчетные задания и тесты, постоянно консультируясь с преподавателем-тьютором онлайн или по электронной почте. Данный вид занятий является, строго говоря, дополнительным к основному курсу и платным. Он предполагает более глубокое изучение основных разделов обязательной программы, а также, при необходимости, повторение базового школьного курса студентами с недостаточной довузовской подготовкой. Студентам рекомендовано посещать плановые аудиторные занятия, однако они могут самостоятельно быстрее освоить материал и сдать экзамен досрочно. Такую форму обучения выбирают 10–15 % студентов. При анализе результатов дистанционного освоения химического практикума было выявлено, что студенты проявляют большую самостоятельность в усвоении теоретических основ, осмыслении цели работы и проведении компьютерного эксперимента. Со своей стороны, студенты отмечали более комфортное состояние при выполнении виртуального практикума: возможность варьировать время подготовки и выполнения работы, индивидуально консультироваться и обсуждать результаты с тьютором и однокурсниками в сети. Несмотря на то что в последнее время снижается доля сильных студентов, выбирающих такую смешанную форму обучения, мы считаем ее одной из наиболее эффективных как в плане помощи слабым студентам в освоении вузовского курса, так и в плане мотивации сильных учащихся к более глубокому и самостоятельному изучению предмета.

## КОМПЬЮТЕРНАЯ МАТЕМАТИКА В ИЗУЧЕНИИ ХИМИИ

Интересный подход к выполнению индивидуальных расчетов по химии внедрен для студентов, обучающихся по направлению «Теплоэнергетика и теплотехника». Решение большого числа современных химических задач невозможно без обращения к математическим методам и прикладным разделам математики. Выполнение расчетных заданий из таких разделов, как химическая термодинамика и равновесие, кинетика химических реакций, растворы электролитов, вызывает значительные затруднения у студентов. Это происходит не только из-за того, что уровень владения первокурсником математикой оставляет желать лучшего, а еще и потому, что математический аппарат вышеперечисленных разделов химии действительно непрост. Использование программы *Mathcad* позволяет формулировать задачу, уделяя основное внимание ее химическому содержанию [7, 8]. Постановка задачи в виде системы химических (химическая модель системы) и термодинамических или кинетических (математическая модель системы) уравнений дает возможность быстро провести рутинные математические вычисления, графически иллюстрировать результаты решения и проанализировать полученный результат.

Основной проблемой использования данного подхода для студентов является сложность осмысленного построения именно химической модели системы, что обусловлено низкой довузовской подготовкой. Отсюда — формальный подход к решению, списывание, неумение анализировать физический смысл полученных результатов.

## ВНЕДРЕНИЕ ЦИФРОВОГО ПРАКТИКУМА

В Программе развития НИУ МЭИ записано, что будущий специалист должен уметь «оперировать реальными объектами и системами, функционирование которых основано на законах природы». Одной из основных компетенций, формируемых при освоении химии, является «способность к проведению экспериментов по заданной методике, обработке и анализу полученных результатов с привлечением соответствующего математического аппарата». Данная компетенция вырабатывается прежде всего при освоении лабораторного практикума. В рамках названной Программы кафедрой было закуплено оборудование для цифрового лабораторного практикума, разработаны и внедрены в учебный процесс лабораторные работы с его использованием. Опыт показал эффективность проведения практикума в описанной форме [5, 6]. Выпущено учебное пособие, позволяющее проводить большинство лабораторных работ как в традиционной форме, так и с использованием цифрового оборудования [3]. При освоении цифрового практикума у студентов наблюдается более уважительное отношение к предмету и серьезная самоподготовка, учащиеся приобретают навыки работы с современным оборудованием. Сами студенты оценивают цифровой практикум как более интересный, чем традиционный. В итоге возникло осознание того, что будущий химический практикум в тех-

нических вузах должен быть в первую очередь количественным и цифровым, хотя его внедрение требует высокой квалификации учебно-вспомогательно-го персонала и наполняемости групп не более 20–25 чел.

### БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ СТУДЕНТОВ

Система БАРС введена в качестве эксперимента только с 2017 г. в одном из институтов НИУ МЭИ. Мы можем сказать только о первых результатах внедрения БАРС для непрофильной дисциплины, какой является химия в техническом вузе. Поскольку подобная система оценивания внедряется в российские вузы уже около 20 лет и существуют многочисленные комментарии «за» и «против» в литературе и интернете на эту тему [11, 12], при разработке критериев и условий наш университет пытался максимально учесть опыт других вузов. Разработанная система в НИУ МЭИ ближе к западному варианту, чем к системам многих российских вузов, например МГУ [11]. Учебный рейтинг в НИУ МЭИ близок по смыслу и значению к так называемому Общему среднему показателю успеваемости (ОСПУ), используемому за рубежом. ОСПУ «показывает степень успешности освоения образовательной программы по сравнению с максимально возможным результатом» 100 баллов [12]. Однако в НИУ МЭИ специфика БАРС состоит в том, что общий рейтинг студента – комплексный, учитывает не только учебную деятельность (учебный рейтинг), но научную (научный рейтинг) и социальную деятельность (социальный рейтинг) и определяется как средневзвешенная величина. Каждый из видов деятельности оценивается по 100-балльной шкале, но имеет разную весовую значимость. В настоящее время установлены для бакалавриата следующие значения весов каждого вида рейтинга: учебный – 0,6; научный – 0,2; социальный – 0,2.

Учебный рейтинг по итогам семестра рассчитывается как средневзвешенное значение по всем дисциплинам, при этом в качестве веса дисциплины используется ЗЕТ – число зачетных единиц трудоемкости дисциплины:

$$\text{Учебный рейтинг} = \frac{\sum \text{Оценка}_i \text{ ЗЕТ}_i}{\sum \text{ЗЕТ}_i},$$

где  $\text{Оценка}_i$  – оценка за освоение  $i$ -й дисциплины, максимально равная 100 баллам;  $\text{ЗЕТ}_i$  – число зачетных единиц трудоемкости  $i$ -й дисциплины;  $\sum \text{ЗЕТ}$  – общее число зачетных единиц в семестре (как правило, 30).

Система отражает картину успеваемости студентов в режиме реального времени в течение семестра, и эти данные доступны для преподавателя, лектора, студента и начальника курса.

Трудоемкость дисциплины «Химия» по направлению «Теплоэнергетика и теплотехника» составляет 7 ЗЕТ. Нетрудно оценить, что максимальный вклад химии в учебный рейтинг составляет порядка 24 балла, а вклад в общий рейтинг – 14 баллов, при максимальном общем рейтинге 100. Поскольку баллы обезличены, значимость химии как дисциплины с высоким весом сильно по-



вышается по сравнению с обычной системой оценивания. При рейтинговой системе у студента-прагматика повышается мотивация к освоению химии и получению за нее возможно большего числа баллов, при этом его не мучает вопрос, зачем ему нужно заниматься «непрофильным» предметом. Итоговая оценка за освоение дисциплины рассчитывается преподавателем по 100-балльной шкале:

$$\text{Оценка} = 0,7 \times \text{Балл текущего контроля} + \\ + 0,3 \times \text{Балл промежуточного контроля.}$$

Нетрудно видеть, что итоговая оценка определяется прежде всего баллом текущего контроля, т. е. работой учащегося в семестре, поскольку считается, что знания, приобретенные в течение семестра, будут лучше усвоены студентом, чем знания, полученные за несколько дней при подготовке к промежуточной аттестации (экзамен/зачет).

Тем не менее в погоне за баллами нельзя забывать о качестве освоения дисциплины и формировании требуемых компетенций. Для решения указанных задач важно правильно составить балльно-рейтинговую структуру дисциплины. Простейшая структура дисциплины «Химия» на кафедре ХиЭЭ приведена в таблице.

#### Балльно-рейтинговая структура дисциплины «Химия» на кафедре ХиЭЭ

Изучаемый раздел химии	Индексы контрольных мероприятий (КМ), номер учебной недели					
	КМ 1; 3	КМ 2; 5	КМ 3; 10	КМ 4; 11	КМ 5; 16	КМ 6; 17–18
Общие законы химии. Химический эквивалент	+	–	–	+	–	–
Строение вещества	–	+	–	+	–	–
Закономерности химических процессов	–	–	+	+	–	–
Растворы	–	–	–	–	+	+
Электрохимические процессы	–	–	–	–	+	+
Элементы химии воды	–	–	–	–	–	+
Вклад баллов КМ в общую сумму, %	5	10	15	25	20	25

Необходимо указать, что в контрольные мероприятия (КМ 1–6) входит как тестирование, которое проводится на практических занятиях, так и защита лабораторных работ и домашних расчетных заданий, которая осуществляется планомерно на лабораторных занятиях. При тестировании проверяются полученные знания и умения по фундаментальным законам и принципам химии. Во время защиты лабораторных работ можно проверить и формиро-

вание деятельностных компетенций – способности проводить эксперимент, анализировать его результаты. 100-балльная система расширяет возможность оценивания, позволяет учесть и подготовку к работе, и самостоятельность ее выполнения, и выполнение домашних расчетных заданий. При этом вместо «штрафных санкций» выступает более низкий балл. С нашей точки зрения, оценивание деятельности студента на лабораторных занятиях при непосредственном общении с преподавателем в течение всего семестра позволяет получить наиболее «объективные» баллы.

Современные студенты стремятся оптимизировать свои временные и трудовые затраты на учебу. Они быстро осознают, что могут получать высокий рейтинг именно за планомерную добросовестную учебу, а не только за активную общественную работу и другие внеучебные мероприятия, вклад которых в общий рейтинг оказывается меньше, чем трудоемких дисциплин. Система БАРС позволяет планировать получение более высоких баллов по определенным дисциплинам в соответствии с интересами учащегося. Поскольку баллы обезличены, не важно, за какой предмет они получены. Минусом, по нашему мнению, является небольшая разница баллов, вносимых минимальным проходным баллом (60) – 8,4 балла и максимальным (100) – 14 баллов, что снижает мотивацию сильных студентов к более глубокому освоению предмета. Кроме того, с нашей точки зрения, балл экзамена должен иметь более высокий весовой коэффициент.

Студенты достаточно легко адаптируются к балльной системе оценивания; регулярные КМ дисциплинируют их, повышают посещаемость практических занятий и стимулируют планомерные занятия. К сожалению, содержание тестов очень быстро становится достоянием студентов после первого же их использования, поэтому пересдача дает завышенные результаты.

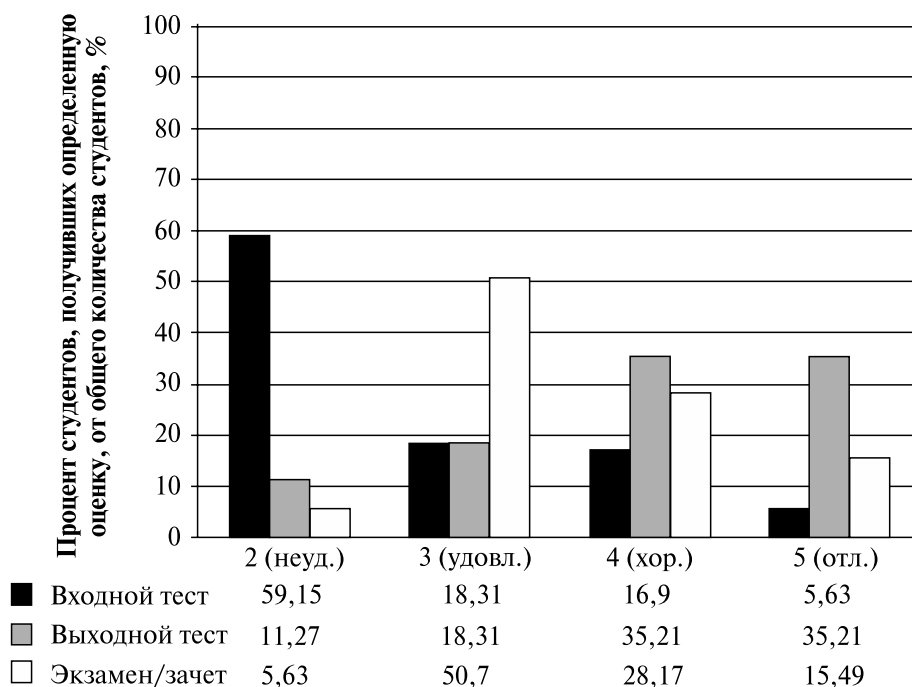
Следует сказать, что результаты анкетирования среди студентов и преподавателей говорят об их отрицательном отношении к подобной системе оценивания в настоящем виде, поскольку затрачиваемые усилия по ее реализации не компенсируются результатами. Для того чтобы система БАРС заработала эффективно, нужны серьезнейшая ее доработка, применение инновационных подходов преподавания, обеспечение компьютерной техникой всех учебных аудиторий. Пока она может быть использована как аналог электронного журнала и метод ранжирования студентов и их материального поощрения внутри отдельного вуза.

### ПРОПЕДЕВТИКА

В 2016 г. начат и продолжается эксперимент по пропедевтике в одном из институтов НИУ МЭИ. Суть его заключается в интенсивном повторении важнейших основ химии школьной программы параллельно с освоением вузовского курса. Технически это происходит следующим образом: на первой-второй учебных неделях проводится входное тестирование студентов по основам



химии (по программе средней школы), по результатам которого выбираются темы и вопросы, вызывающие наибольшие затруднения. Студенты получают разработанное на кафедре учебное пособие с подробными методическими указаниями по повторению базовых понятий химии. По наиболее проблемным темам проводятся дополнительные консультации в рамках текущих практических занятий, наиболее слабые студенты могут получить дополнительные задания для самостоятельной тренировки и индивидуального контроля. Затем на девятой-десятой учебных неделях проводится еще одно тестирование по аналогичному материалу. Результаты входного и выходного тестов, а также экзамена в осеннем семестре 2016 г. представлены на рисунке.



Результаты проведения эксперимента по пропедевтике по химии в осеннем семестре 2016 г.

Как можно видеть, при выходном тестировании резко снизился процент двоек (с 60 до 12 %), процент четверок и пятерок существенно вырос, а процент троек остался практически неизменным, потому что его пополнили двоечники входного тестирования. Средний балл при оценивании по 100-балльной шкале повысился с 52 (2,5) до 80 (4,2). Подобный результат убедительно свидетельствует в пользу эффективности такого метода. Однако пропедевтика существенно не повысила итоговую экзаменационную оценку учащихся (третья колонка на диаграмме, см. рисунок): среднее значение – 3,6. Кроме того,

результаты экзаменов за 2015 г. (без пропедевтического курса) оказались лучше, чем за 2016 г. с пропедевтикой, что мы связываем с более сильным контингентом первокурсников в 2015 г.

Минусом описанной методики проведения пропедевтического курса является необходимость тратить часть плановых занятий на повторение или изучение школьного материала. Во внеурочное время не хотят заниматься ни учащиеся, ни преподаватели вследствие малой мотивации и перегрузки. Тем не менее, с нашей точки зрения, пропедевтический курс необходим для всего контингента учащихся прежде всего потому, что благодаря ему систематизируются базовые знания, на которые можно опираться в дальнейшем. Кроме того, курс позволяет дифференцировать учащихся уже на самой ранней стадии обучения. Метод является одним из наиболее действенных и эффективных в плане восполнения пробелов школьного образования. Однако если учебный план не предусматривает практических (семинарских) занятий, а только лабораторные, то осуществить пропедевтику можно только во внеаудиторные часы, с применением ЭОР и самостоятельной работы. Нами разработано электронное образовательное пособие-тренажер, которое нацелено в первую очередь на самостоятельную работу учащихся. В настоящее время указанное электронное пособие проходит апробацию и позволит решить (мы надеемся) проблему списывания и необходимости постоянного обновления тестов. Для оценки эффективности метода пропедевтики входное и выходное тестирование включено в состав КМ системы БАРС.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, анализ современных методов освоения дисциплины «Химия», применяемых на кафедре химии и электрохимической энергетики НИУ МЭИ, позволяет сделать заключение, что каждый из них выполняет определенную задачу в учебном процессе и, следовательно, имеет право на существование и развитие, несмотря на определенные недостатки и проблемы. Стоит подчеркнуть, что инновационные подходы не должны полностью замещать традиционные методы преподавания, а в комплексе с ними решать основную задачу – обеспечение качественного образования современного человека. Мы полагаем, что изложенные выше соображения справедливы для большинства других университетов.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ

1. *Коровин Н. В.* Общая химия : учебник. 15-е изд. М. : Академия, 2014.
2. *Коровин Н. В., Кулешов Н. В., Гончарук О. Н.* [и др.]. Общая химия. Теория и задачи : учеб. пособие. СПб. : Лань, 2014.
3. *Коровин Н. В., Камышова В. К., Удрис Е. Я.* Общая химия. Лабораторный практикум. М. : Кнорус, 2015.

4. Задачи и упражнения по общей химии : учеб. пособие / под ред. Н. В. Коровина. М. : Высш. шк., 2007.
5. Камышова В. К., Скворцова Т. М., Удрис Е. Я. Использование электронно-образовательных ресурсов в преподавании курса химии: опыт и развитие // Тр. Междунар. науч.-метод. конф. ИНФОРИНО–2012, Москва, 10–11 апр. 2012 г. М. : МЭИ, 2012. С. 451–454.
6. Камышова В. К., Удрис Е. Я. Инновационные технологии в организации лабораторного практикума «Общая химия». Методика преподавания химических и экологических дисциплин // Тр. Междунар. науч.-метод. конф., Брест, 22–23 нояб. 2012 г. С. 173–178.
7. Нарышкин Д. Г., Осина М. А. Компьютерная математика в химическом образовании // Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2015. Т. 1, № 11. С. 403–409.
8. Нарышкин Д. Г., Осина М. А. Физическая химия: равновесия в водных растворах электролитов. Расчеты с *Mathcad* // Вестн. Моск. энергет. ин-та. 2015. № 6. С. 107–113.
9. Распоряжение Правительства РФ от 30.04.2014 № 722-р «Об утверждении Плана мероприятий («дорожной карты») “Изменения в отраслях социальной сферы, направленные на повышение эффективности образования и науки”».
10. Загорский В. В., Давыдова Н. А., Миняйлов В. В., Петрова Е. П. Информационно-коммуникационные технологии в преподавании химии [Электронный ресурс]. URL: <http://www.chem.msu.su/rus/books/2008/gon/p81-86zagor.pdf>
11. Архангельская О. В., Асланов Л. А., Буданова А. А. [и др.]. Модульно-рейтинговая система обучения общей и неорганической химии на фармацевтическом отделении ФФМ МГУ. Естественно-научное образование: вызовы и перспективы : сборник / под общ. ред. В. В. Лунина и Н. Е. Кузьменко. М. : Моск. ун-т, 2013.
12. Сазонов Б. А. Балльно-рейтинговые системы оценивания знаний и обеспечение качества учебного процесса // Высшее образование в России. 2012. № 6. С. 35–40.

Поступила в редакцию 30.01.2018