



УДК 373:54

**О.Н. Рыжова, А.Т. Ребрикова, Н.Е. Кузьменко**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»,  
г. Москва, Российская Федерация

## **ХИМИЯ ПРИРОДНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В КОНКУРСНЫХ И ОЛИМПИАДНЫХ ЗАДАЧАХ**

Образовательное сообщество России подвергает постоянной критике положение Единого государственного экзамена (ЕГЭ) не только как единственного инструмента оценивания качества знаний выпускников, но и как основной формы отбора абитуриентов в вузы. В 2009 г. вступил в силу закон, согласно которому ЕГЭ стал основной формой итоговой государственной аттестации выпускников средней школы. Два экзамена – русский язык и математика – обязательны для всех, а ЕГЭ по химии является экзаменом по выбору, причем традиционно одним из наименее популярных. В ЕГЭ по химии участвуют только выпускники, планирующие в дальнейшем поступление в высшие или средние специальные учебные заведения химического, биологического, медицинского или инженерного (например, строительного) профиля. Очевидно, что основная часть выбирающих Единый государственный экзамен по химии – это молодые люди, планирующие серьезное изучение этой дисциплины в высшей школе.

В настоящее время Московский государственный университет – один из немногих российских вузов, имеющих право на проведение одного дополнительного к ЕГЭ вступительного испытания по профилю каждого из своих факультетов; соответственно, экзамен по химии сдают абитуриенты химического факультета и факультетов фундаментальной медицины и фундаментальной физико-химической инженерии.

Ровно четверть века назад, с 1990 г., в МГУ экзамен по химии стал проводиться в письменной форме. В текущем году десятилетний юбилей отмечает и федеральная многопредметная олимпиада «Ломоносов». За прошедший срок нами накоплен и опубликован солидный массив (более 2100) оригинальных заданий вступительных экзаменов и университетских олимпиад по химии [1-3]. Этот бесценный материал дает почву для содержательного анализа в самых разных аспектах. Примером может служить изучение математической составляющей конкурсных химических задач [4]. В настоящей работе на примере достаточно узкой предметной области, а именно химии природных соединений, предпринята попытка проанализировать материалы вступительных экзаменов и олимпиад, с одной стороны, и задания ЕГЭ, с другой.

Исследования в области природных соединений – одна из наиболее динамичных отраслей химии, развивающаяся на стыке наук, что находит отражение в самих названиях «биохимия» или «биомедицинская химия». Прогресс современных инструментальных методов исследования, в частности хромато-масс-спектрометрии, сделал возможным развитие таких важных направлений в науках о живом, как протеомика, липидомика, гликомика и геномика. Однако для того, чтобы эффективно использовать новейшие методы в научной или практической деятельности, нужно ими овладеть, а это невозможно без освоения базовых фундаментальных дисциплин. Химия белков, жиров, углеводов и нуклеиновых кислот является важным разделом курса органической химии как для студентов-химиков, так и для биологов и медиков. Общие курсы «Биохимия» и «Биоорганическая химия», а также многочисленные специализированные курсы базируются на этих разделах химической науки.



Однако анализ работ абитуриентов и участников школьных химических олимпиад позволяет констатировать трудность усвоения тем, связанных с природными соединениями, в особенности это касается темы «Нуклеиновые кислоты». Школьники испытывают затруднения при написании структурных формул соединений и химических реакций с их участием. Существует явное противоречие между важной ролью и местом природных химических соединений в учебных программах по химии в высшей школе и уровнем подготовки учащихся средней школы по соответствующим темам [5].

Мы проанализировали, насколько полно представлены темы, связанные с природными соединениями, в университетских экзаменационных и олимпиадных заданиях. Наиболее популярными оказались задания, посвященные аминокислотам и белкам (68 задач) и углеводам (45 задач). Эти классы соединений встречаются в материалах экзаменов и олимпиад, за редким исключением, ежегодно. Представлены как качественные задачи (на синтез и распознавание веществ, цепочки превращений), так и расчетные. Объекты задач чрезвычайно разнообразны, так же, как и химические реакции аминокислот и углеводов, задействованные в задачах. Присутствуют задания, посвященные структурной, межклассовой и оптической изомерии аминокислот.

Жиры в заданиях экзаменов и олимпиад МГУ представлены не так широко (9 задач). Восемь из них являются расчетными. Вероятно, жиры представлены так скромно из-за особенности заданий на эту тему – расчетные задания на жиры требуют объемного и продолжительного решения, в них, чаще всего, необходимо установить формулу и(или) структуру жира методом подбора, а для этого, как известно, необходимо большое количество времени, которое на экзамене ограничено [5].

Подробнее остановимся на анализе заданий на тему «Нуклеиновые кислоты». Всего было обнаружено 16 задач, причем они распределены по годам неравномерно, в частности, с 2010 по 2013 г. задачи на нуклеиновые кислоты и нуклеотиды полностью отсутствуют. Это связано с тем, что с 2010 г. дополнительный вступительный экзамен по химии в МГУ проводится не по факультетам, как ранее. До 2010 г. задачи на интересующую нас тему предлагались на экзаменах на факультеты биолого-медицинского профиля (биологический факультет, факультет фундаментальной медицины и факультет биоинженерии и биоинформатики). Когда вступительный экзамен по химии стал единым для всех факультетов, задачи на нуклеиновые кислоты практически исчезли из билетов.

Чаще всего обнаруженные задачи носят качественный характер (10 задач), в них требуется установить структуру и состав нуклеотида или нуклеозида, например: «Приведите возможную структурную формулу нуклеотида, в молекуле которого на один атом кислорода приходится два атома водорода, и назовите этот нуклеотид» (Биологический факультет, 2000 г.). Для решения подобной задачи необходимо знать общее строение нуклеотидов и структуры азотистых оснований, которые могут быть в него включены.

Расчетных задач разной сложности оказалось всего шесть. Они разнообразны, несмотря на малое количество: три задачи на гидролиз, одна – на химические свойства азотистого основания и одна – на образование солей остатка фосфорной кислоты нуклеотида с металлами. Одна задача была посвящена горению азотистого основания.

Можно сделать общий вывод, что для решения таких задач знание структуры молекул нуклеиновых кислот и нуклеотидов является основополагающим – без него конечный ответ не может быть представлен. Сами же расчетные и качественные задачи не являются сложными для решения, и специфические химические свойства этого класса соединений почти не задействуются.

Наиболее наглядно проблемы изучения природных соединений можно проиллюстрировать результатами решения абитуриентами следующего задания, предложенного в 2014 г. на вступительном экзамене по химии: «Неизвестный нуклеотид



массой 0.726 г подвергли гидролизу. Для нейтрализации образовавшейся смеси потребовалось 24 мл раствора едкого кали с концентрацией 0.25 моль/л. Оставшуюся смесь органических веществ выделили из раствора и сожгли в избытке кислорода. Образовавшиеся газы были пропущены последовательно через известковую воду, концентрированную серную кислоту и трубку с раскаленной медью. При этом выпало 2 г осадка и остался непоглощенный газ объемом 0.129 л (измерено при нормальном давлении и 42°C). Определите возможную формулу нуклеотида и напишите уравнения протекающих реакций (14 баллов)».

В экзамене по химии участвовал 691 человек (напомним, что это в основном будущие медики и химики), и из них к решению данной задачи приступили 365 человек, а 326 (почти половина) не брались за нее совсем. Полностью справились с задачей 55 человек, подавляющее большинство решавших набрали от двух до шести баллов. Можно сделать неутешительный вывод: задача для абитуриентов оказалась очень сложной; некоторых, по-видимому, «испугал» сам вид задачи и большой объем условия, поэтому они даже не стали пытаться решить ее, несмотря на то, что знали о возможном начислении баллов за частично выполненное задание. Следствием стала и чрезвычайно низкая решаемость задачи (25%) по сравнению с другими задачами в варианте.

Вторая часть нашего исследования была посвящена исследованию заданий Единого государственного экзамена по химии (анализировались популярные пособия по подготовке, например, [6], и демонстрационные варианты). Из природных соединений наиболее широко в материалах ЕГЭ представлены аминокислоты и белки, реже встречаются углеводы, жиры почти не представлены. Самое главное – все эти задания носят качественный характер, расчетных задач, посвященных природным соединениям, мы не обнаружили. Круг объектов и набор использованных реакций значительно уже, чем в заданиях университетских вступительных экзаменов и олимпиад. Задания, посвященные нуклеотидам и нуклеиновым кислотам, в материалах ЕГЭ по химии полностью отсутствуют, так как эта тема не включена в Кодификатор. Однако, как мы уже отмечали, ЕГЭ по химии не является обязательным, его выбирают школьники, связывающие свою будущую специальность в основном с медициной, биологией и химией. Напрашиваются следующие выводы.

Школьник, сдавший на достаточно высокий балл ЕГЭ по химии, может столкнуться с проблемами при решении задач, посвященных природным соединениям, на олимпиадах и на дополнительном вступительном испытании по химии в университете. Олимпиадные и университетские задачи на природные соединения намного сложнее и разнообразнее, чем задачи ЕГЭ, поэтому требуют большей подготовки в области органической химии. Более того, абитуриенты, успешно сдавшие ЕГЭ и поступившие в вузы, с большой вероятностью встретятся со значительными, иногда – непреодолимыми затруднениями при дальнейшем изучении биохимических дисциплин в вузе химического или биолого-медицинского профиля. Особенно это касается темы «Нуклеиновые кислоты», поскольку она отсутствует в заданиях ЕГЭ и представлена на уроках химии в средней школе в ознакомительном ключе.

Именно поэтому мы стремимся привлечь внимание к темам, объединенным в общий раздел «Химия природных соединений». Задачи на эти темы просто необходимо включать в билеты вступительных экзаменов и в комплекты заданий школьных химических олимпиад и затем широко их публиковать. Это поможет не только отобрать действительно подготовленных и способных абитуриентов на экзамене, но и сориентирует учащихся и преподавателей на более глубокое изучение природных соединений, что улучшит их подготовку при поступлении в вуз и позволит уверенно чувствовать себя на вступительных экзаменах и в дальнейшем при обучении в вузе.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кузьменко, Н.Е. Сборник конкурсных задач по химии /Н.Е. Кузьменко, В.В. Еремин, С.С. Чуранов. – Москва: Экзамен. – 2008. – 576 с.



2. Кузьменко, Н.Е. Химия: формулы успеха на вступительных экзаменах / Н.Е. Кузьменко, В.И. Теренин, О.Н. Рыжова [и др.]. – Москва: Изд-во Моск. ун-та. – 2006. – 377 с.
3. Кузьменко, Н.Е. Вступительные экзамены и олимпиады по химии: опыт Московского университета экзаменах / Н.Е. Кузьменко, В.И. Теренин, О.Н. Рыжова [и др.]. – Москва: Изд-во Моск. ун-та. – 2011, 2012. – 624 с. (МГУ – школе)
4. Рыжова, О. Природные соединения в задачах химических олимпиад и вступительных экзаменов / О. Рыжова // Proceedings of the 23rd International Conference on Chemistry Education "Research, Theory and Practice in Chemistry Didactics" – Hradec Kralove: Gaudeamus. – 2014. – P. 125-133.
5. Кузьменко, Н.Е. Математическая составляющая конкурсных химических задач / Н.Е. Кузьменко, О.Н. Рыжова, Е.А. Белевцова // Химия в школе. – 2014. – № 6. – С. 47-53.
6. Дроздов, А.А. Пособие для подготовки к ЕГЭ по химии / Дроздов А.А., Еремин В.В. – Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний. – 2012. – 194 с.

УДК 547.9(075.8)

**Т.С. Селиверстова, М.А. Кушнер**

*Учреждение образования «Белорусский государственный технологический университет», г. Минск, Республика Беларусь*

### **ФОРМИРОВАНИЕ СПЕЦИАЛЬНЫХ ГЛОССАРИЕВ ДЛЯ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ СТУДЕНТАМИ ХИМИИ ПРИРОДНЫХ СОЕДИНЕНИЙ**

Для преподавателей химии очевидна сложная дидактическая задача, связанная со специфической терминологией данной области знаний, освоение так называемого языка химии. Эта задача становится особенно острой при переходе к изучению органической химии, что обусловлено, прежде всего, необходимостью решить ключевую задачу – изучение номенклатур органических соединений. Хотя номенклатура и представляет собой обширную информационную сферу, но на современном этапе она достаточно часто является предметом методического изучения и выработки определенных подходов для создания обучающих разработок, как в электронном, так и в печатном формате. Существует много учебников и учебных пособий, служащих основой для изучения номенклатуры органической химии, а также отдельных классов органических веществ, в том числе гетерофункциональных природных соединений [1].

Работа по созданию сводов терминов и понятий на кафедре органической химии БГТУ была начата ещё в 1987 г. [2]. Однако упомянутое учебно-методическое пособие оказалось недостаточно востребованным и эффективным. Опыт его использования показал, что в отрыве от основного текста, без четкого деления весьма обширной предметной области на отдельные более узкие информационные области, сопровождаемые соответствующими глоссариями, использование пособия затрудняется, даже если понятия выстраиваются не в алфавитном порядке, а по мере возникновения по логике развития информации. Позже данная работа была продолжена. Так, перечни понятий и терминов были представлены в виде отдельных, предваряющих индивидуальные задания, предметных глоссариев, где термины расположены в логической последовательности их применения по 14 главам общего курса органической химии [3]. Внедрение данного учебного пособия способствовало формированию более тесной связи между теоретическими знаниями и применением их для выполнения практических заданий в семестре и подготовке к экзамену.

Однако именно гетерофункциональные природные вещества вносят в процесс изучения органической химии весьма масштабную базу терминов и понятий, зачастую достаточно сложных по сути, но крайне важных для понимания и усвоения при решении задачи формирования устойчивых знаний, усвоения смысловых связей значимых позиций как теоретического так и практического обучения студентов ряда химико-технологических специальностей БГТУ. Поэтому при создании учебного пособия [4], посвященного строению, свойствам и превращениям важнейших классов природных органических веществ,