

СОДЕРЖАНИЕ КУРСА ХИМИИ В ШКОЛЬНЫХ УЧЕБНИКАХ И В ЗАДАНИЯХ ЕДИНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА

Паршина М.М., Протопопова П.С., Грицюк Я.А., Тюльков И.А.

Химический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

Введение федеральных образовательных стандартов нового поколения (ФГОС), несомненно, приведет к изменению всех составляющих школьного химического образования. Выделение предметных, метапредметных и личностных результатов в новых стандартах, по мнению их разработчиков, приведет к повышению качества образования в средней школе. Школьный учебник был и остается на сегодняшний день важнейшим методическим средством обучения, в котором содержание учебного курса представлено в полном виде.

Одной из главных проблем, связанных с контролем усвоения знаний, является трактовка требований, выдвигаемых ФГОС. С 2009 года итоговый учет результатов обучения безальтернативно осуществляется с помощью единого государственного экзамена (ЕГЭ). С этого же года результаты ЕГЭ стали единственными, которые учитываются при поступлении в вузы России. Ситуация усугубляется тем, что ЕГЭ является не только выпускным экзаменом, но и вступительным испытанием практически во все вузы России.

В данной статье сделана попытка ответить на вопрос, достаточно ли содержания современных школьных учебников для успешной сдачи ЕГЭ. Авторы статьи понимают, что у учебника много больше функций, нежели изложение знаний, необходимых школьникам для успешного выполнения итоговой аттестации. Тем не менее, вопрос «По какому учебнику лучше готовиться?» актуален. В апреле 2005 года в рамках Четвёртого Московского педагогического марафона

учебных предметов Издательского дома «Первое сентября» был проведен «круглый стол» по теме «По какому учебнику учиться, чтобы подготовиться к ЕГЭ?». Руководитель Федеральной комиссии по разработке контрольно-измерительных материалов ЕГЭ по химии, к. пед. н. А.А. Каверина дала такой ответ: «К Единому государственному экзамену можно готовиться по любому учебнику, имеющему гриф Министерства образования и науки РФ» [1].

Содержание учебников и заданий ЕГЭ должно соответствовать Федеральному компоненту государственного стандарта среднего (полного) общего образования по химии [2]. Кроме обязательного минимума содержания основных образовательных программ общего образования, в этом документе перечислены требования к уровню подготовки выпускников.

В статье приведен анализ содержания раздела курса школьной химии «Азотсодержащие органические вещества». Выбор раздела определен тем, что это наиболее сложный раздел, завершающий курс органической химии в средней школе. Для его изучения на базовом уровне отводится не более 4 часов, на углубленном уровне не более 16 часов.

В каждом варианте контрольно-измерительных материалов (КИМ) ЕГЭ примерно четверть заданий посвящены органической химии (10 заданий: 6 заданий базового уровня, 3 задания повышенного уровня и 1 задание высокого уровня). Из них 9 заданий содержатся в первой части КИМ ЕГЭ (задания с кратким ответом), а одно – во второй (задания с развёрнутым ответом). Проверяемые элементы содержания (ЭС) раздела «Азотсодержащие органические вещества» могут встретиться во всех перечисленных заданиях. В заданиях ЕГЭ данная тема раскрыта на уровне следующих понятий: отнесение к классам органических соединений (амины и аминокислоты) на основе функциональных групп, физические и химические свойства аминов и аминокислот, анилина, получение аминов и аминокислот. Также учащиеся должны владеть как тривиальной, так и номенклатурой ИЮПАК органических соединений, в частности аминов и аминокис-

лот, и уметь записывать структурные формулы некоторых азотсодержащих органических соединений [3, 4].

Построение курса органической химии в большинстве случаев ориентировано на систему понятий о веществе [5, 6]. В школьном курсе химии согласно обязательному минимуму содержания на базовом уровне изучаются только амины, аминокислоты, белки, а на профильном уровне – нитросоединения, амины, анилин, аминокислоты, пептиды, белки, структура белков, а также *пиррол*, *пиридин*, *пиримидиновые* и *пуриновые основания*, входящие в состав *нуклеиновых кислот*, *представление о структуре нуклеиновых кислот* (курсивом в тексте выделен материал, который подлежит изучению, но не включается в требования к уровню подготовки выпускников) [2].

При сравнении содержания современных школьных учебников за основу взят учебник Л.А. Цветкова [7], который не входит в министерский перечень, но на протяжении многих лет являлся стабильным учебником, по которому с 60-х годов XX века отечественные школьники изучали химию. В этом учебнике, как ни в каком другом, выкристаллизован методический подход к изучению химии. Изучение темы «Азотсодержащие органические соединения» ведется по каноническому плану, заложенному с самого начала и пронизывающему весь курс органической химии:

- 1) Гомологический ряд, номенклатура, изомерия;
- 2) Строение;
- 3) Физические свойства;
- 4) Методы получения;
- 5) Химические свойства;
- 6) Применение.

Глава 10 учебника посвящена аминам, аминокислотам и азотсодержащим гетероциклическим соединениям. В §40 «Амины» рассмотрены строение и свойства аминов; приведены примеры: метиламин, диметиламин, триметиламин, метилэтиламин, фениламин (анилин), дифениламин. Дано определение аминов как производных

аммиака, выделена аминогруппа, как функциональная группа. Описаны физические свойства аминов, приведены уравнения горения аминов, подчеркнуты основные свойства аминов. Очень подробно рассмотрено электронное строение аммиака и аминов, рассмотрены в сравнении химические свойства аммиака и аминов. Анилин описан также очень подробно: структурная формула, физические свойства, сравнение основных свойств с аммиаком и другими аминами, взаимодействие с кислотами и бромной водой, получение анилина (реакция Зинина) и применение в промышленности.

Параграф 41 посвящен аминокислотам. Приведены модели молекул аминокислот, формулы аминокислотной, аминопропионовой, аминокислотной, аминовалериановой, аминокислотной, аминокислотной кислот. Описана изомерия и распространение в природе аминокислот. Описание химических свойств аминокислот выводится из рассуждений об их строении – аминокислоты рассмотрены как органические амфотерные основания: они реагируют с основаниями, с кислотами и со спиртами, а также друг с другом с образованием пептидной связи. Достаточно подробно описано применение и получение аминокислот (здесь прослеживается генетическая связь аминокислот с другими классами органических соединений).

В §42 рассмотрены азотсодержащие гетероциклические соединения: пиридин и пиррол. Описаны их физические свойства, электронное строение, химические свойства: нитрование, гидрирование, основные свойства, взаимодействие с кислотами, применение в промышленности.

Следующий §43 посвящен пиримидиновым и пуриновым основаниям: цитозину, урацилу, тимину, аденину и гуанину. Параграф очень короткий, приведены только структурные формулы веществ.

В 11 главе, посвященной белкам и нуклеиновым кислотам, в §44 приводится строение некоторых аминокислот, выделенных из белков (глицина, аланина, цистеина, серина, глутамина, лизина, фенилаланина, тирозина). Приведена схема синтеза полипептидов и

схема гидролиза белков. А в §45 «Нуклеиновые кислоты» подробно рассмотрено строение полинуклеотидов с участием азотистых оснований и образование водородных связей между ними.

Также в этом учебнике азотсодержащие органические соединения встречаются в главе 12 «Синтетические высокомолекулярные вещества и полимерные материалы на их основе». В этой главе подробно рассмотрена реакция поликонденсации с образованием пептидов, а также описываются такие азотсодержащие волокна, как капрон и капролактамы.

Налицо четко продуманный и реализованный методический прием: школьник, изучая материал, раскрывал для себя причинно-следственные связи основного методологического постулата «состав – строение – свойства». Происходит это последовательно от строения молекулы к специфическим свойствам отдельных представителей классов органических веществ. Таким образом, план изучения темы приобретает действенную, а не формальную основу. Это и есть метапредметность при изучении конкретного класса соединений.

Выверенный годами и методически обоснованный, учебник Л.А. Цветкова [7] является яркой иллюстрацией того, что методика обучения предмету является методическим отражением изучаемой науки, когда логика науки находит отражение в логике построения и изучения материала. Этот учебник может быть «отправной точкой» сравнения всех современных учебников по химии.

Прежде чем рассматривать, как представлена тема азотсодержащие органические соединения в учебниках по химии, включенных в федеральный перечень [8], авторы статьи предположили, что школьник, желающий сдавать ЕГЭ по химии в XI классе, мог изучать курс химии на любом уровне (базовом или профильном) и мог учиться по любому учебнику по химии.

Были выделены ЭС КИМ ЕГЭ и проведен анализ их содержания в наиболее распространенных в преподавательской практике учебниках (табл. 1 и табл. 2).

Сопоставление ЭС КИМ ЕГЭ и содержания учебников по теме
«Аминокислоты»

ЭС КИМ ЕГЭ \ Учебник	Аминокислоты. Строение аминокислот. Аминокислоты – амфотерные вещества	Химические свойства аминокислот	Получение аминокислот	Синтез пептидов и их строение	Значение аминокислот в природе и их применение
ЕГЭ	+	+	+	–	–
Учебники базового уровня					
10 класс					
[9]*	+	+	–	+	+
[10]	+	–	–	–	–
[11]	+	+	–	+	+
[12]*	+	+	+	+	+
11 класс					
[13]	–	–	–	+	+
[14]	–	–	–	–	+
[15]	+	–	–	–	–
[16]	–	–	+	–	–
Учебники профильного уровня					
10 класс					
[17]**	+	+	+	–	+
[18]	–	–	–	–	–
[19]**	+	+	–	+	–
[20]	–	–	–	–	–
11 класс					
[21]	+	–	–	+	–
[22]	–	–	–	–	–
[23]	–	–	–	–	–
[24]**	+	+	+	+	+
[7]***	+	+	+	+	+

Обращает на себя внимание то, что все ЭС КИМ ЕГЭ имеются в содержании учебника Л.А. Цветкова [7] (в таблицах выделен ***).

Наиболее полно требованиям ЕГЭ удовлетворяет содержание учебников профильного уровня О.С. Габриеляна [17] и И.И. Новошинского [24] (в таблицах выделены **). Почти весь материал, необходимый для успешного выполнения заданий ЕГЭ по теме «Азотсодержащие органические соединения» содержится в учебниках базового уровня О.С. Габриеляна [9] и Г.Е. Рудзитиса [12] (в таблицах выделены *).

Следует отметить, что в заданиях ЕГЭ рассмотрены следующие методы получения аминов:

- получение восстановлением нитросоединений;
- аминирование галогеналканов;
- аминирование спиртов.

В учебниках [9] и [12] из перечисленных способов рассматривается лишь восстановление нитробензола в анилин.

Практически во всех рассмотренных учебниках приведено сравнение основных свойств аммиака и аминов, кроме учебников В.В. Еремина [10], [18]. В учебнике И.И. Новошинского [24] имеется отдельный параграф «Сравнительные характеристики химических свойств органических (амины) и неорганических оснований (аммиак)», т. е. имеется тенденция сопоставить неорганическую и органическую части школьного курса химии, показывая внутрисубъектные связи.

Следует также отметить, что во всех анализируемых учебниках содержатся сведения о тех классах азотсодержащих органических соединений, вопросы о которых не включены в ЕГЭ. В учебниках Н.Е. Кузнецовой [11], [23], Г.Е. Рудзитиса [12] представлена тема «Гетероциклы», в учебнике И.И. Новошинского [24] есть разделы, посвященные нитросоединениям и различным гетероциклам, в том числе конденсированным, в учебнике Г.Е. Рудзитиса [8] достаточно подробно описаны пуриновые и пиримидиновые основания, а в учебнике В.В. Еремина [22] описаны даже азотсодержащие хромофоры.

Более детальный анализ некоторых учебников показал следующее. В учебнике базового уровня Г.Е. Рудзитиса [8] рассмотрению классификации органических соединений посвящен отдельный параграф, в котором представлены три варианта классификации веществ. Первая проводит разделение органических соединений на углеводороды и производные углеводородов. В основе второго варианта классификации лежит различие в строении углеродного скелета (ациклические и циклические) и в кратности связей (предельные и непредельные). Третья классификация основана на содержании различных функциональных групп (которых автор приводит всего три: карбоксильную, гидроксильную и нитрогруппу). *При изложении основ номенклатуры* автор заявляет, что в учебном пособии приводятся правила международной номенклатуры ИЮПАК, однако для названия заместителей в разветвлённых углеводородных цепях требуется их перечисление в порядке усложнения, что не согласуется с правилами международной номенклатуры ИЮПАК. Чёткие алгоритмы составления названий алкенов, алкинов и замещённых углеводородов отсутствуют. Номенклатура аминов и аминокислот рассмотрена в сильно упрощённом виде: приведено три примера аминов с названиями по международной номенклатуре ИЮПАК и тривиальной. Возможно, для базового уровня этого достаточно. В учебнике профильного уровня О.С. Габриеляна [17] упоминаются различные виды номенклатур: тривиальная, рациональная и международная ИЮПАК и довольно подробно рассматривается последняя. Названия большинства классов органических соединений даны по номенклатуре ИЮПАК, однако для аминов приводится вариант лишь рациональной номенклатуры (без указания этого факта и без правил составления названий). Номенклатура аминокислот дана на паре примеров без чёткого объяснения. В учебнике наблюдается следующая тенденция: по мере ознакомления с всё бóльшим количеством различных классов органических соединений правила их номенклатуры рассматриваются всё менее подробно.

Проанализированные учебники, включенные в федеральный перечень учебников, рекомендуемых к использованию при реализации имеющих государственную аккредитацию образовательных программ начального общего, основного общего, среднего общего образования [8], дают общее представление об азотсодержащих органических соединениях. Глубина и широта охвата предметного содержания в разных учебниках довольно сильно варьируется. В результате анализа выявлены некоторые несоответствия между содержанием школьных учебников, рекомендованных Министерством образования и науки РФ, и элементами содержания, проверяемыми КИМ ЕГЭ (недостаточное отображение или полное отсутствие ключевых понятий органической химии и химических свойств органических соединений в материалах учебников, но нашедших свое отражение в ЕГЭ). Установлено, что материала некоторых учебников, например [11, 15, 16 и др.] не достаточно для подготовки к ЕГЭ по химии. Существуют различные подходы к изучению темы «Азотсодержащие органические соединения», варьируется глубина подачи материала и порядок его изложения. Следует отметить разницу мест в курсах химии темы «Азотсодержащие органические соединения» в школьном курсе: одни авторы (О.С. Габриелян [9, 13, 17, 21], Г.Е. Рудзитис [12, 16]) помещают ее после темы «Углеводы» и перед темами «Витамины», «Ферменты», «Полимеры» а другие авторы (Н.Е. Кузнецова [11, 15, 19, 23], И.И. Новошинский [16, 24]) – после темы «Карбоновые кислоты и сложные эфиры» и перед темой «Углеводы». Выявлено, что существует два подхода к последовательности изложения: в учебниках О.С. Габриеляна [9, 13, 17, 21], Г.Е. Рудзитиса [12, 16] и И.И. Новошинского [16, 24] последовательно излагается материал про амины, затем про аминокислоты, а в учебниках Н.Е. Кузнецовой [11, 15, 19, 23] после параграфов про амины следует параграфы, посвященные жирам и углеводам, и лишь затем – аминокислотам и белкам. Разные авторские подходы интересны с методической точки зрения. Но практическая реализация этих подходов подрывает единое

образовательное пространство. Современная ситуация усугубляется тем, что школьник может заканчивать любой профиль, в котором химия изучается на базовом или профильном уровне, или вместо химии может быть естествознание. Каким бы учебник ни был, без помощи учителя не обойтись в плане выстраивания тактики и стратегии подготовки к ЕГЭ. Материалы ЕГЭ являются открытыми, каждый год Федеральный институт педагогических измерений рекомендует методические и дидактические материалы для подготовки к ЕГЭ, например, [4]. Поэтому при подготовке к ЕГЭ по химии учащемуся требуется не только учебник (причем профильного уровня), но и дополнительные материалы (банк задач ФИПИ, демоверсии вариантов КИМ, рекомендуемые пособия). Необходимо признать, что ЕГЭ, в терминах современных ФГОС, диагностирует в большей степени предметные результаты обучения школьников. Однако для выполнения ЕГЭ на высоком уровне необходимы такие качества знаний, как полнота, глубина, прочность и осознанность. Перечисленные качества не могут возникнуть в сознании школьника самопроизвольно – это, в первую очередь, результат работы с учителем и с учебником, а затем уже работа с дополнительными пособиями для подготовки к экзаменам. Постоянно меняющиеся «правила игры» в российском образовании, его переориентация в большей степени на достижение метапредметных и личностных результатов, несомненно, приводит к тому, что у школьников все в большей степени отсутствуют фундаментальные знания основ наук. Подчеркнем все более возрастающую роль учителя, как носителя стабильной базы фундаментальных знаний. Этот тезис является основополагающим при работе со слушателями факультета педагогического образования МГУ и в преподавании спецкурсов на этом факультете [25].

Авторы учебников не могут (да и вряд ли должны) в полной мере успевать за меняющимися требованиями к содержанию учебников, связанными с отражением личностных, метапредметных и предметных результатов усвоения обучающимися образовательных

программ, иначе учебники должны были бы переиздаваться с изменениями и дополнениями ежегодно. Следует подчеркнуть, что на сегодняшний день не потерял своих достоинств «нерекондованный» учебник Л.А. Цветкова [7], который можно и нужно использовать как дополнительное пособие по химии. Учителя активно привлекают в образовательном процессе такие пособия для абитуриентов, как [26, 27]. Но это пособия, а не учебники, у них другие цели – углубить, разъяснить и систематизировать полученные в ходе систематического обучения знания. Напрашивается парадоксальный и неутешительный для современной школы вывод: к итоговому школьному экзамену, которым является ЕГЭ, нельзя подготовиться по любому учебнику по химии.

ЛИТЕРАТУРА

1. По какому учебнику учиться, чтобы подготовиться к ЕГЭ? // Химия, 2005, № 17 – URL: <http://him.1september.ru/article.php?ID=200501701> (дата обращения 30.03.2016).
2. Приказ Минобразования РФ от 5 марта 2004 г. №1089 «Об утверждении федерального компонента государственных образовательных стандартов начального общего, основного общего и среднего (полного) общего образования». – URL <http://ivo.garant.ru/cookiesdisabled#/document/6050599> (дата обращения: 02.09.2015).
3. Открытый банк заданий ЕГЭ // Федеральный институт педагогических измерений. – URL: http://85.142.162.119/os11/xmodules/qprint/index.php?theme_guid=2e3355009641e311b4e0001fc68344c9&proj_guid=EA45D8517ABEB35140D0D83E76F14A41 (дата обращение 10.10.2015).
4. Каверина А.А., Молчанова Г.Н., Свириденкова Н.В., Стаханова С.В. Химия. Решение заданий повышенного и высокого уровня сложности. Как получить максимальный балл на ЕГЭ. Учебное пособие. – М.: Интеллект-Центр, 2015.
5. Чернобельская Г.М. Теория и методика обучения химии: учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 050101.65(032300) – Химия. – М: Дрофа, 2010.
6. Минченков Е.Е. Практическая дидактика в преподавании естественнонаучных дисциплин. – М.: Лань, 2016.
7. Цветков Л.А. Органическая химия: учебник для учащихся 10-11 классов общеобразовательных учебных заведений. – М: ВЛАДОС, 2009.

8. Приказ Министерства образования и науки РФ от 31 марта 2014 г. № 253 «Об утверждении федерального перечня учебников, рекомендуемых к использованию при реализации имеющих государственную аккредитацию образовательных программ начального общего, основного общего, среднего общего образования» URL: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70549798/#ixzz44nz3IM5j> (дата обращения 10.10.2015)
9. *Габриелян О.С.* Химия 10 класс (базовый уровень). – М.: Дрофа, 2014.
10. *Еремин В.В., Кузьменко Н.Е., Дроздов А.А., Лунин В.В.* Химия. 10 класс (базовый уровень). – М.: Дрофа, 2014.
11. *Кузнецова Н.Е., Гара Н.Н.* Химия. 10 класс (базовый уровень). – М.: Вентана-Граф, 2013.
12. *Рудзитис Г.Е., Фельдман Ф.Г.* Химия. 10 класс (базовый уровень). – М.: Просвещение, 2014.
13. *Габриелян О.С.* Химия. 11 класс (базовый уровень). – М.: Дрофа, 2014.
14. *Еремин В.В., Кузьменко Н.Е., Дроздов А.А., Лунин В.В.* Химия. 11 класс (базовый уровень). – М.: Дрофа, 2014.
15. *Кузнецова Н.Е., Левкин А.Н., Шаталов М.А.* Химия. 11 класс (базовый уровень). – М.: Вентана-Граф, 2014.
16. *Рудзитис Г.Е., Фельдман Ф.Г.* Химия. 11 класс (базовый уровень). – М.: Просвещение, 2012.
17. *Габриелян О.С., Остроумов И.Г., Пономарев С.Ю.* Химия. 10 класс (углубленный уровень). – М.: Дрофа, 2014.
18. *Еремин В.В., Кузьменко Н.Е., Теренин В.И. и др.* Химия. 10 класс (углубленный уровень). – М.: Дрофа, 2014.
19. *Кузнецова Н.Е., Гара Н.Н., Титова И.М.* Химия. 10 класс (углубленный уровень). – М.: Вентана-Граф, 2014.
20. *Новошинский И.И., Новошинская Н.С.* Химия. 10 класс (углубленный уровень). – М.: Русское слово, 2013.
21. *Габриелян О.С., Лысова Г.Г.* Химия. 11 класс (углубленный уровень). – М.: Дрофа, 2014.
22. *Еремин В.В., Кузьменко Н.Е., Дроздов А.А. и др.* Химия. 11 класс (углубленный уровень). – М.: Дрофа, 2014.
23. *Кузнецова Н.Е., Литвинова Т.Н., Левкин А.Н.* Химия. 11 класс (углубленный уровень). – М.: Вентана-Граф, 2014.
24. *Новошинский И.И., Новошинская Н.С.* Органическая химия. 11 (10) класс (углубленный уровень). – М.: Русское слово, 2013.
25. *Тюльков И.А., Грицук Я.А., Лунин В.В.* Педагогическая составляющая фундаментального химического образования // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 20: Педагогическое образование, 2014, № 2.
26. *Хомченко Г.П.* Пособие по химии: Для поступающих в вузы [4 изд., испр. и доп.]. – М.: Новая волна, 2015.
27. *Кузьменко Н.Е., Еремин В.В., Попков В.А.* Начала химии: для поступающих в вузы. – М.: Лаборатория знаний, 2016.