

О ХИМИЧЕСКОМ МЫШЛЕНИИ И МЕТОДАХ ЕГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Волкова Е.В.

Институт психологии РАН, Москва, Россия

Можно ли в заданиях с выбором одного ответа отнести горение свечи к химическим явлениям? Ведь горение свечи – это целостный физико-химический процесс?

Мы ли делаем наше время парадоксальным, или время делает нас такими, об этом трудно судить. Но с парадоксальными ситуациями в образовании, существенно снижающими его качество, мы сталкиваемся повсеместно. На конференциях, съездах, симпозиумах одни участники победно рапортуют о достижениях благодаря внедрению инновационных образовательных технологий, другие полагают, что это миф, отъём денег у государства в виде грантов и бесполезное экспериментирование в системе образования. Есть доля истины и в тех и в других высказываниях. Бессмысленно претендовать в отдельно взятой статье на всеобъемлющее решение проблемы повышения качества образования, это выходит за рамки настоящей публикации. Но вот дискуссия о методах диагностики и развития мышления, состоявшаяся в Таганроге между участниками Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Безопасность и развитие личности в образовании», может позволить пролить свет на один из аспектов этой проблемы применительно к химическому образованию.

Разработка методов исследования химического мышления теснейшим образом связана с решением одной из фундаментальных

проблем, над которой бьются выдающиеся умы на протяжении всей истории человечества, – это вопрос о природе мышления, поскольку решение этого вопроса позволяет подойти к ответу на вопрос о механизмах разумного поведения человека.

Исследование мышления вообще и химического в частности может внести весомый вклад в решение таких теоретических проблем, как понимание механизмов разумного поведения человека при взаимодействии с химической природой вещества и механизмов, обеспечивающих порождение нового знания; роли химического мышления в развитии интеллекта, в структуре индивидуальных ментальных ресурсов и в структуре индивидуальности химика. Химия как образовательная дисциплина обладает практически неограниченными возможностями в плане развития человеческого капитала. Именно поэтому Мэри Кирхгоф для решения проблемы кризиса креативности предлагает изучать химию: “Chemistry is a marvelous way to teach creativity. Chemists are molecular designers, applying their skills and knowledge to create new products and processes” [1]. Образовательная деятельность в области химии обладает значительными ресурсами в плане оказания психотерапевтической помощи, поскольку это деятельность творческая, созидаящая не только новые вещества, химические процессы, но и самого человека. Исследование особенностей химического мышления связано с разработкой средств повышения мыслительных способностей людей (противостояние феномену «промывания мозгов», так как умными людьми трудно манипулировать), разработкой интеллектуальных систем новейшего поколения. Непонимание природы химического мышления и закономерностей его формирования нанесло серьезный урон практике химического образования (насаждение компетентностного подхода без понимания специфики деятельности в области химии; концентрической системы обучения без понимания природосообразной последовательности введения новых знаний в химии; физико-математических методов и средств решения химических задач без понимания специфики химического мышления;

исчезновение химического эксперимента из практики химического образования или, в лучшем случае, подмена всего богатства химического эксперимента его бедными видеокопиями).

Исследование химического мышления связано с огромными трудностями. Во-первых, они обусловлены трудностями изучения мышления как предмета психологического исследования:

1) мышление как предмет междисциплинарных исследований в каждой научной дисциплине по-разному трактуется, исследуется и привносится в психологию, подменяя собственно психологический аспект изучения мышления, так необходимый в практике образования;

2) мысль принципиально не наблюдаема ни со стороны внешнего наблюдателя, ни со стороны самого субъекта (К. Прибрам: мысль трагически невидима);

3) мышление связано как с процессами, происходящими в мозге, так и с объектами мышления, но свойства мышления невозможно сформулировать ни в терминах физиологических процессов, ни в терминах решаемой задачи;

4) мышление – открытая психологическая система, на которую влияет множество факторов (содержание задач, система прошлых знаний, эмоциональное и мотивационное состояние обследуемого, окружающий мир, ситуация исследования, личность экспериментатора и др.);

5) вместо определения мышления в научной и учебной литературе приводятся его описательные характеристики, не раскрывающие его природу, отличную от ощущения и восприятия и определяющую источники его познавательных преимуществ.

Во-вторых, трудности исследования химического мышления (по Д.А. Эпштейну – «химической головы» [2]) обусловлены трудностями выделения качественной специфики мышления химиков, отличной от мышления математиков, физиков, музыкантов и др.:

1) вновь и вновь возрождается идея редукции химии к физике, отрицающая специфические особенности химии как объекта

деятельности и не позволяющая понять, какие именно особенности химии запечатлеваются в субъекте и как при этом изменяются процессуально-результативные характеристики его мышления, а ведь мышление всегда предметно-специфично;

2) химические процессы являются частью сложных процессов мироздания, что обуславливает трудности подбора стимульного материала, адекватного природе химического мышления;

3) сложности идентификации способных химиков и знающих химию (в структуре специальных способностей первых стержневую роль играет химическое мышление, позволяющее творчески реализовать себя в области химии и решать химические задачи не только быстро, но и точно, в отличие от обладателей высокого IQ, позволяющего хорошо усваивать химию [3]);

4) псевдонаучное творчество педагогов, авторов учебников и учебных пособий по химии при интерпретации химических терминов и подборе примеров, иллюстрирующих данные термины (см. примеры, приведенные в [4]).

Для ответа на вопрос, представленный в эпиграфе, необходимо различать такие аспекты познавательной деятельности, как мышление и восприятие. В литературных источниках приводится много разнообразных критериев качественной специфики мышления, но, как видно из Табл. 1, определение мышления в терминах его свойств не позволяет отличить мышление от других познавательных процессов.

Возникает закономерный вопрос, зачем нужно мышление или какие задачи, недоступные чувственному познанию, призвано оно решать?

Глядя на горение свечи на столе, мы видим, как медленно тает и исчезает воск, наполняя комнату теплом и уютом. В нашем восприятии даны в нерасчленённом виде суммарные эффекты воздействия процессов горения свечи на наши органы чувств (например, наше ощущение тепла/холода зависит от температуры нашего тела), суммарные эффекты различных действующих одновременно внешних сил (сила притяжения Земли и сопротивление

конструкции стола) и процессов (плавление воска и превращение воска в углекислый газ и воду).

Таблица 1

Критерии мышления – аргументы и контраргументы

| | Аргументы | Контраргументы |
|---|---|--|
| 1 | Мышление – это отображение связей и отношений между предметами и явлениями объективной реальности | Отображение связей и отношений представлено в восприятии расстояния (пространственное отношение между предметами), времени (временные последовательности), мелодий и движения организмов (восприятия отношения отдельных элементов внутри структурированного целого) |
| 2 | Отображение является обобщённым | Животные могут реагировать на стимул, независимо от его модальности (зрительной, слуховой, тактильной), т.е. условные реакции на отношения являются обобщёнными |
| 3 | Отображение является опосредованным | Воспоминания возникают не непосредственно, они опосредуются другими процессами |
| 4 | Отображаются существенные отношения/признаки предметов и явлений | Отображение (восприятие) вкусовых свойств продуктов, сигнализирующих об опасности или пользе для организма также является существенным для жизнедеятельности организма |

В рамках восприятия невозможно до конца расчленивать суммарные эффекты взаимодействия различных сил и процессов, субъекта и объекта и прийти к однозначному инвариантному определению свойств объекта, зависящих только от них самих. В восприятии даже в самых обобщённых представлениях родовые и видовые свойства объектов представлены совместно на одном уровне, а в понятийном мышлении – на разных уровнях [5, 8].

Между отображением бытия на уровне чувственного познания и на уровне мышления принципиальное различие состоит в недостаточной дифференцированности чувственного познания по сравнению с большей дифференцированностью мышления [5-8]. На уровне восприятия горение свечи воспринимается как целостный физико-химический процесс, и только мышление позволяет выделить отдельные процессы, их характеристики и взаимосвязи/взаимоотношения между ними.

Мышление – это высшая аналитически-расчленённая форма познания, качественно отличная от целостно-интегрального

отображения действительности на уровне восприятия [5-8]. Содержание мыслей бесконечно разнообразно, но строение мысли, какого бы порядка она не была, включает три обязательных элемента [7]:

- 1) раздельность объектов,
- 2) сопоставление их друг с другом,
- 3) направление этих сопоставлений (пространственной или временной смежности, сходства, принадлежности, причинной связи и др.).

В мысли отношение характеристик изолированных объектов выступает как отдельный самостоятельный элемент, чего нет на уровне восприятия. Таким образом, методы исследования химического мышления должны позволять оценивать:

- 1) способность вычленять химические объекты и их характеристики;
- 2) способность сопоставлять друг с другом в различных направлениях химические объекты и их характеристики;
- 3) способность определять диапазон направлений этого сопоставления в зависимости от условий задач.

Для разработки адекватных количественных показателей оценки уровня развития химического мышления, необходимо понимание закономерностей и механизмов развития структуры мысли (или, словами Гегеля, как мысль «отнимает» у вещей их отдельные свойства и отношения).

Сопоставление этапов и закономерностей развития структуры мысли с феноменами историко-культурного развития химических знаний и развития химического мышления [9, 13], можно увидеть, что они в полной мере соответствуют дифференционно-интеграционному принципу развития. Они реализуются в направлении от форм глобальных и мало дифференцированных к формам все более дифференцированным и иерархически связанным. Анализ ошибочных /правильных ответов и суждений позволяет оценивать уровень химического мышления и адекватно организовывать учебную


деятельность, направленную на его развитие. Однако следует крайне осторожно следовать формуле «Онтогенез есть краткое повторение филогенеза». Процессы окисления (горения) были обнаружены древним человеком раньше, чем восстановления (получения металлов из руд), но сейчас мы их рассматриваем как единый окислительно-восстановительный процесс.

Анализ литературных источников показывает, что термин «химическое мышление», используется крайне редко и долгое время был под запретом в психологии, поскольку считалось, что природа не могла позволить себе роскоши закладывать специальные виды мышления для каждой деятельности. Для оценки успешности в области химии обычно используется либо блок психологических методов, не имеющих никакого отношения собственно к химическому мышлению, либо блок химических задач разного уровня сложности, позволяющих определить уровень знаний, но не химического мышления. В подтверждение тому можно привести описание В.В. Ерёминым ситуации решения учащимися нестандартных задач: «Любое, малейшее отклонение от проторенной дорожки приводит большинство учащихся в ступор, переходящий в полный паралич умственной деятельности» [11]. Научить химическому мышлению – это значит научить выделять химические объекты и их характеристики и сопоставлять их в различных направлениях. Без этого никакое высокоразвитое мышление не поможет справиться с химической проблемой. Невозможно с помощью музыкального или художественного мышления освоить закономерности химического процесса. Но согласиться в полной мере с Д.К. Кирнарской, согласно которой все способности человека и опирающиеся на них таланты специфичны, действуют в ограниченной области деятельности, а «g-фактор – это миф, осколок логико-математического мышления, который люди, фетишизируя возможности разума, возвели в абсолют» [12, с.44], тоже нельзя. Известны интеллектуальные пороги успешного

Таблица 2

Этапы, закономерности и механизмы развития структуры мысли (результат анализа работ [5-8])

| | | | | | |
|---|---|--|---|---|---|
| 1 этап | Низшая форма расчленённого чувствования | Расчленение слитных чувственных впечатлений | Выделение из потока внешних воздействий самых крупных их элементов, соответствующих отдельным предметам | Различение и узнавание предметов свойственно ребенку и животным обладающим способностью к передвижению | Изготовление острий пик из деревьев твердых пород при помощи отжига свидетельствует о том, что неандертальцы обнаруживают способность вещества изменять свои свойства под воздействием огня |
| 2 этап | Чувственно-автоматическое мышление | Узнавание предметов по отдельным свойствам или признакам | Выделение более мелких элементов внешних воздействий, соответствующих отдельным частям, свойствам и состояниям объектов | Чувственно-автоматическое мышление не является мышлением в подлинном смысле слова, поскольку нет сопоставления объектов по разным признакам и в разных отношениях | Разведение и поддержание огня, конструктивные приемы его использования (специальные каналы у очагов, обеспечивающие поступление с воздухом большего количества кислорода и позволяющие повысить температуру горения и использовать в качестве топлива кости и костную муку) |
| <i>Механизмы различения чувственных образов основываются на обобщающей и расчленяющей работе памяти и расчленяющей роли движения. Чем более специализированными являются движения, тем больше они способствуют расчленению чувствования</i> | | | | | |
| 3 этап | Конкретно-предметное мышление | Способность высказывать суждения | Появление трехчленной структуры мысли | Раздельность предмета и его признака, сопоставление их друг с другом и установление принадлежности одного другому | Кроманьонцы открыли способ получения веществ с новыми полезными качествами путем объединения и нагревания двух или более исходных материалов (охра и др.) |

| <i>Механизм возникновения предметной мысли – акты сопоставления друг с другом воспринимаемых объектов</i> | | | | | |
|---|-----------------------------------|---|---|--|--|
| 4 этап | Абстрактно-символическое мышление | Прирожденная способность к речи как важнейшее условие развития абстрактно-символического мышления | Слово как способ удержания в мышлении наиболее слабых «отголосков» действительности, отвлеченных от целостно воспринимаемых объектов и ситуаций | Абстрагированное содержание связано со словесными знаками и удерживаются ими, но знаки продолжают нести в себе чувственное содержание, отвлеченное от целостных чувствований |  <p>Древнеегипетский символ золота, изображающий процесс его получения (емкость и ткань, с помощью которых намывали золото) [10]. В древнегреческой философии огонь – как один из элементов, образующих тела.</p> |
| 5 этап | Внечувственное мышление | Оперирование терминами/знаками и связями между ними | Знаки обретают способность отщепляться от чувственных групп, с которыми они были ранее ассоциированы | Оперирование «чистыми знаками», т.е. словами и терминами, отвлеченными от означаемого ими чувственного содержания | Au – знак химического элемента, с определенным зарядом ядра и строением электронной оболочки атома, обуславливающих определенные общие и специфические свойства и отношения с другими элементами |

овладения той или иной деятельности (110 IQ для химии, тест Векслера). Химическое мышление формируется на базе таких мыслительных операций как анализ, синтез, сравнение, классификация, установление тождества-различия, выявление причинно-следственных связей и вероятностное оценивание как результат отбора тех звеньев мыслительных процессов и их последовательности, которые в большей мере соответствуют качественно-количественным отношениям химического взаимодействия. Поэтому чем глубже и тоньше отражается химическая форма движения материи, тем продуктивнее мышление химика [9, 13]. Химическая форма движения материя накладывает определенные ограничения на совокупность математических операций, применяемых в химии [14]. Одна из немногих работ, в которых предприняты психологически грамотные попытки разработать стимульный материал для оценки химического мышления – это работа Г.В. Лисичкина и Л.А. Коробейниковой «Годитесь ли вы в химики?» [15] (задачи на предпочтения мыслительной деятельности в области химии). К сожалению, целостная методическая система для оценки химического мышления так и не была авторами разработана. Особенности мыслительных процессов, задействованных при решении стандартных химических задач детально описаны в работе «Общий универсальный закон развития, развитие когнитивных структур химического знания и химические способности» [13], поэтому в данной публикации мы не будем акцентировать на это внимание, а приведем одну из новых методик исследования химического мышления, которая может быть полезна в практике химического образования.

Субтест 1. «Категориальное обобщение»

Инструкция. Перед вами 10 триад слов. Вы должны подумать, что общего между словами в каждой триаде и назвать этот существенный признак, по-возможности, одним словом. На размышление и запись ответов вам отводится 5 минут (30 секунд на каждую триаду слов).

Ответ нужно записывать строго в соответствии с номером, указанным в протоколе.

Протокол ответов

| | Триада | Ответ | Балл |
|-------|---|-------|------|
| 1 | Фтор, хлор, бром | | |
| 2 | Хлороводород, метан, водород | | |
| 3 | Магний, алюминий, кремний | | |
| 4 | Оксид алюминия, гидроксид цинка, аминокислота | | |
| 5 | Бензол, нафталин, стирол | | |
| 6 | SO ₂ , CH ₃ COOH, AlCl ₃ | | |
| 7 | Бутин, циклобутен, бутадиен | | |
| 8 | P ₄ O ₁₀ , H ₃ PO ₄ , Ca ₃ (PO ₄) ₂ | | |
| 9 | Этерификация, гидролиз, обмен | | |
| 10 | Вода, серная кислота, аммиак | | |
| Итого | | | |

Критерии оценки ответа

0 баллов – тематическое обобщение на основе ассоциативных связей (урок химии, опасно); обобщение только двух слов из трех (двойная связь);

1 балл – аналитическое обобщение на основе выделения конкретного признака (бут, 4 углерода, сложные соединения, горючие вещества)¹;

2 балла – категориальное обобщение с использованием строгой родовой категории (непредельные углеводороды);

3 балла – проникновение в сущность явления, выделение родовых отношений (изомеры).

Интерпретация результатов

0 – 9 балла – респонденты с низкими значениями свойства.

10–20 баллов – респонденты со средними значениями свойства.

21–30 баллов – респонденты с высокими значениями свойства.

¹ Примеры для триады «бутин, циклобутен, бутадиен»

Примеры ответы респондентов

| | Триада | Ж.Д.М. | К.О.Р. |
|--------------------------------|---|--|-----------------------------|
| 1 | Фтор, хлор, бром | галогены | простые вещества |
| 2 | Хлороводород, метан, водород | соединения водорода | топливо |
| 3 | Магний, алюминий, кремний | III период | металлы |
| 4 | Оксид алюминия, гидроксид цинка, аминокислота | амфолиты | в их состав входит кислород |
| 5 | Бензол, нафталин, стирол | ароматика | химикаты |
| 6 | SO ₂ , CH ₃ COOH, AlCl ₃ | реагируют со щелочами | что-то кислое |
| 7 | Бутин, циклобутен, бутадиен | непредельные углеводородные соединения | слог «бут» |
| 8 | P ₄ O ₁₀ , H ₃ PO ₄ , Ca ₃ (PO ₄) ₂ | соединения фосфора (V) | PO ₄ |
| 9 | Этерификация, гидролиз, обмен | реакции обмена | образование новых веществ |
| 10 | Вода, серная кислота, аммиак | содержат неподелённые пары электронов | H |
| Общее количество баллов | | 27 | 10 |

Субтест 2. «Понятийный синтез»

Инструкция: «Перед Вами три слова. Попробуйте установить разные варианты смысловых связей между этими словами и записать каждый вариант в виде одного-двух предложений, так, чтобы одновременно были использованы все три слова. Всего будет предъявлено 3 триады слов. Время работы с каждой триадой слов – 3 минуты. Постарайтесь записать как можно больше вариантов предложений».

Протокол ответов

1. спирт – кислота – вода _____

2. скорость – равновесие – катализатор _____

3. лакмус – соль – металл _____

Критерии оценки ответа

1 балл – связь устанавливается на основе простого перечисления терминов либо их формального противопоставления («На уроках химии нам рассказывали про воду, кислоту и спирт»; «Спирт, кислоту и воду применяют в повседневной жизни»)

2 балла – все три слова включены в определенную конкретную ситуацию («Смешав спирт и кислоту можно получить чистую воду»; «Для опыта я использовала кислоту и воду, а потом добавляла спирт и наблюдала реакцию»);

3 балла – все три слова объединяются через обобщенное категориальное основание, за счет использования сложных аналогий, развертывания причинно-следственных связей («Чтобы увеличить скорость, не смещая равновесие, пришлось использовать катализатор»).

Показатели: 1) количество составленных предложений; 2) сложность установленных связей (в баллах).

Субтест 3. Классификация химических объектов

Инструкция: Перед Вами набор формул. Распределите эти формулы на группы наиболее удобным, логичным и естественным, с Вашей точки зрения, способом. В этом задании нет единственно правильного решения, каждый распределяет формулы по-своему. Групп может быть сколько угодно. Назовите каждую группу. Время выполнения – 5 минут.

ZnO, AlNO₃Cl₂, Na₂KPO₄, HClO, H₃PO₄, BeO, CrO₃, Cu₂(OH)₂CO₃, H₂SiO₃, Cu(OH)₂, NH₄OH, SO₃, Ba(OH)₂, CO₂, Na₂HPO₄, KMnO₄, CrCl(NO₃)₂, BaO, H₂CO₃, CrO, Fe(OH)₃, Cu(NO₃)₂, Na₂Cr₂O₇, KOH, Be(OH)₂, FeO, Al(OH)₂Cl, HCOOH, Cr₂O₃, FeCl₃, Al₂(SO₄)₃, NH₄NO₃, NaHCO₃, Zn(OH)₂, CH₃COOH, KMgPO₄, Fe₂O₃, HNO₃, CaHPO₄, Fe(OH)₂, P₂O₅, H₂SO₃.

Показатели: 1) общее количество корректно выделенных групп; 2) коэффициент классификации (сумма баллов за критерии выделения групп, деленная на 14 (максимальное количество групп)).

Интерпретация результатов

Чем ближе коэффициент классификации к 1, тем выше уровень сформированности операции классификации.

Апробация данной методики проходила на выборке учащихся и студентов из Москвы, Таганрога, Тюмени и Екатеринбурга. Результаты оценки уровня химического мышления сопоставлялись с

аналогичными показателями мышления, полученными по методикам М.А. Холодной «Понятийное мышление». Получен весьма неутешительный вывод – наше молодое поколение не научили мыслить, что может сделать их легкой жертвой манипуляции политиков, вербовщиков в террористические банды и разнообразные секты. Следовательно, научение мышлению является важнейшей задачей и повышения качества образования. Более успешные химики отличаются более высокими показателями как общего, так и химического мышления, но показатели химического мышления у них, как правило, выше, чем общего. Чем выше уровень развития химического мышления у преподавателя, тем выше уровень развития химического мышления у его студентов. Специфической особенностью химии, как учебного предмета, состоит в том, что его очень трудно вызубрить (такое возможно только для обладателей высокого IQ), но его легко усвоить, научившись предметному мышлению. Как показано в исследованиях, целенаправленное формирование химического мышления ведет за собой развитие интеллекта [9, 13]. По-видимому, изучение химии может быть хорошим средством не только решения проблемы кризиса креативности, но и безопасного развития личности в образовании.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Kirchhoff Mary M.* International Year of Chemistry: An Educational Opportunity // *Journal of chemical education*, 2011, v. 88, No. 1, p. 1-2.
2. *Эпштейн Д.А.* Формирование химических способностей у учащихся // *Вопросы психологии*, 1963, № 6, с. 106-116.
3. *Волкова Е.В.* Особенности организации концептуальных структур у подростков и юношей с разным уровнем общих и специальных способностей // *Современные исследования интеллекта и творчества* / Под ред. А.Л. Журавлева, Д.В. Ушакова, М.А. Холодной. – М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2015, с. 143-157.
4. *Попков В.А., Макарова О.Г.* Проблемы профессионального педагогического мышления и познавательные барьеры в обучении // *Современные тенденции развития химического образования: работа с одаренными школьниками* / Под общей ред. акад. В.В. Лунина. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 2007, с. 122-130.

5. Веккер Л.М. Психические процессы. – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1976, т. 2.
6. Рубинштейн С.Л. Бытие и сознание. Человек и мир. – СПб: Питер, 2003.
7. Сеченов И.М. Элементы мысли. – СПб: Питер, 2001.
8. Чуприкова Н.И. Психика и психические процессы (система понятий общей психологии). – М.: Языки славянской культуры, 2015.
9. Волкова Е.В. Психология специальных способностей: дифференционно-интеграционный подход. – М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2011.
10. Loyson P. Chemistry in the Time of the Pharaohs // Journal of Chemical education, 2011, v. 88, № 2, p. 146-150.
11. Ерёмин В.В. Элементы научного поиска при решении нестандартных задач по химии // Современные тенденции развития химического образования: работа с одарёнными школьниками / Под общей ред. акад. В.В. Лунина. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 2007, с. 114-121.
12. Кирнарская Д.К. Психология специальных способностей. Музыкальные способности. – М.: Таланты – XXI век, 2004.
13. Волкова Е.В. Общий универсальный закон развития, развитие когнитивных структур химического знания и химические способности. – Екатеринбург: Изд-во Уральского университета, 2008.
14. Ерёмин В.В. Математика в химии // Современные тенденции развития естественнонаучного образования: фундаментальное университетское образование / Под ред. В.В. Лунина и Н.Е. Кузьменко. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 2010, с. 62-84.
15. Лисичкин Г.В., Коробейникова Л.А. Годитесь ли вы в химики? – М.: ИКЦ «Академкнига», 2003.