

## МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ ХИМИИ КАК НАУКА

**Жилин Д. М.**

*Политехнический музей, Москва, Россия*

**Постановка проблемы.** Методика обучения химии имеет весьма негативную репутацию и не считается за науку или считается «второсортной наукой» как среди действующих преподавателей химии (в частности, на конференции «Кадровый резерв российской химии. Школьный этап» в 2012 г. один из ведущих преподавателей химии в России публично, открытым текстом и без всякого сожаления признался, что он не читает методическую литературу), так и среди химиков [1]. Причём эта ситуация характерна не только для России, но и для западных стран [2].

Автор данной статьи по образованию химик, однако почти двадцать лет преподаёт её самой разной аудитории. На заре своей педагогической карьеры автор относился к методике преподавания химии так же, как описано выше. Однако, примерно через десять лет, пообщавшись с умными методистами (в основном, российскими) и начав читать методическую литературу (в основном, зарубежную) автор осознал, что, не зная методики, он наделал много глупостей и потратил много лишних сил. Так, он достаточно долго полагал, что для того, чтобы школьник понял химию, достаточно доходчиво и логично её объяснить. Логично – значит, начиная со строения атома. Ничего не зная ни о существовании зоны ближайшего развития [3], ни об опыте старой методической школы, ни об устойчивых альтернативных заблуждениях [4, 5], автор долго удивлялся, почему у него ничего не получается. Также, ничего не зная о когнитивной психологии [6], автор долго удивлялся, почему на одном уроке

продвинутые школьники, вроде бы, всё понимают, а к следующему уроку – забывают.

Таким образом, задача этой статьи – убедить практиков, что методика обучения химии, это наука, причём практически значимая. Негативное отношение практиков к этой науке обусловлено, во-первых, тем, что её реальные научные достижения тонут в потоке ненаучной и лженаучной информации, который генерирует огромное количество людей, называющих себя методистами или специалистами по методике обучения химии, во-вторых, сложностью границ применимости её утверждений, и, как следствие, неоправданно завышенными ожиданиями от неё.

**Источники информации.** В отличие от Г.В. Лисичкина [1], мы не будем анализировать диссертации по методике обучения химии. Тому есть три причины.

– Диссертация – это в первую очередь *квалификационная* работа.

– В корпусе диссертационных текстов очень трудно искать нужную информацию. Это связано с тем, что полные тексты диссертаций (за исключением последних лет) отсутствуют в сети Интернет. Но даже те, что имеются, не индексируются в базах данных научной информации (в частности – в e-library.ru и в РИНЦ) и даже в общих поисковых системах.

– Основное содержание любой диссертации должно быть до защиты опубликовано в рецензируемых научных журналах, то есть доступно по другим каналам.

Хотя российские диссертации содержат много научных данных, недоступность их текстов заставляет усомниться в их влиянии на развитие науки. Гораздо более доступны статьи в научных журналах, монографии и учебники, поэтому анализировать мы будем их. Единственный журнал в России, публикующий статьи по методике обучения химии – «Химия в школе» (в дальнейшем – «ХвШ»). Именно он, на наш взгляд, и отражает состояние методики обучения химии в России. Для детального анализа мы выбрали подборку журналов за 2014 г. №№ 1-6. Из англоязычных журналов будем

рассматривать два ведущих – Journal of Chemical Education (JCE), издающийся Американским химическим обществом, и Chemistry Education: Research and Practice (CERP), издающийся Королевским химическим обществом (Великобритания). В большинстве крупных стран есть свои национальные журналы по химическому образованию, однако их мы рассмотреть не можем по причине языкового барьера.

**Терминология.** Под методикой обучения химии, вслед за Д.М. Кирюшкиным [7], мы будем понимать науку о содержании и приёмах обучения химии. Как и всякая наука, она отвечает на два вопроса: «что будет, если...» (применить тот или иной приём в таких-то условиях) и «как сделать так, чтобы...» (какой приём применить, чтобы такого-то научить тому-то) [8] Термин «методика обучения химии» сугубо русскоязычный. В немецком языке используется термин «Didaktik für Chemie». В англоязычной литературе термины «methodology of teaching chemistry» и «didactics of chemistry» используются, но занимают маргинальное положение. Чаще всего используются термины «исследования в области химического образования» (chemistry education research) и практика химического образования (chemistry education practice).

Поскольку задача данной статьи – убедить читателей, что методика обучения химии является наукой, сформулируем необходимую для этого систему определений (Табл. 1). Вслед за Карлом Поппером [9] будем считать утверждение (или систему утверждений) научным, если оно фальсифицируемо, то есть хотя бы в принципе допускает эксперимент, который может это утверждение опровергнуть. Тогда ненаучным будем называть нефальсифицируемое утверждение («на всё воля Аллаха»), антинаучным – утверждение, отвергающее принцип фальсифицируемости («верую, ибо абсурдно»), а лженаучным – утверждение, которое уже опровергнуто в ходе развития науки, но при этом выдаётся за неопровергнутое. В этих рамках ненаучными оказываются любые системы утверждений

- содержащих логический круг (ибо их можно подогнать так, что они не будут противоречить практике);
- содержащих внутреннее логическое противоречие (ибо из них может следовать всё, что угодно, см., например, [10]);
- сформулированные настолько туманно, что допускают разные толкования.

Что касается лженаучных утверждений, то многие из них начинают историю своего существования как научные, опровергаются в ходе развития науки и оказываются ненаучными в устах того кто их поддерживает, невзирая на это развитие. Типичный пример такой системы утверждений – теория теплорода. Во время своего зарождения она была научной, то есть были возможны опровергающие её эксперименты. Эти эксперименты были поставлены, и оказалось, что их результаты невозможно объяснить потоком какого-то вещества, пусть даже невесомого. То есть теория оказалась опровергнутой, и теперь всякий, кто её выдаёт за правильную – лжеучёный.

Чтобы фальсифицировать научное утверждение, необходимы научные факты, то есть надлежащим образом зафиксированные события. Первейшее свойство научного факта – его проверяемость. В идеальном случае это означает воспроизводимость, то есть в заранее оговоренных условиях получается такой же результат. В случае уникальных событий (типа падения метеорита) говорить о воспроизводимости не приходится. Но в этом случае можно говорить о независимых подтверждениях (одно и то же описывают не связанные между собой свидетели) или о непротиворечивых следах (в случае метеорита – выбитые стёкла с характерной картиной разрушений). Уникальное событие, наблюдавшееся одним свидетелем или группой взаимосвязанных свидетелей и не оставившее следов, научным фактом не является, ибо этот факт непроверяем. Антинаучным фактом можно считать событие, которое описано и используется для анализа утверждений, но которого на самом деле не было. Антинаучные факты стирают грань между объективной

реальностью и вымыслом, тем самым размывая критерий фальсифицируемости. В частности, события, описанные в художественной литературе, если их использовать в научных построениях (чем грешат некоторые психологи), превращаются в антинаучные факты. Что касается лженаучных фактов, то под это определение могут попадать специально сфабрикованные факты, направленные на подтверждение лженаучных теорий.

Для получения научных фактов и сопоставления их с научными утверждениями существуют научные методы. Научный метод воспроизводим, то есть при одинаковых условиях даёт одинаковый (с точностью до погрешности) результат, причём описан так, что его может воспроизвести любой человек с соответствующим образованием. Ненаучный метод (типа «божественного откровения») невоспроизводим. Антинаучные методы суть методы, модифицирующие эмоциональное состояние так, чтобы любые утверждения принимались без фальсификации. И, наконец, лженаучный метод, это метод фабрикации, позволяющий подтверждать лженаучные утверждения.

Научные утверждения должны следовать из научных фактов, полученных научными методами, по некоторым однозначными правилам – правилам научной логики. То есть, кто бы ни воспользовался этими правилами, из тех же фактов он получит те же выводы. Таких правил довольно много. Простейшее из них – правила формальной логики (хотя, с учетом погрешностей любых измерений следовало бы использовать правила нечеткой логики [11], но в большинстве случаев воспроизводимые результаты получаются и без них). Кроме того, в рамках научной логики любое утверждение имеет свои границы применимости, и их, в идеале, нужно обозначать. Ненаучная логика не позволяет получить (типа «нам кажется, что...») однозначные выводы из одинаковых посылок. Антинаучная логика, это, по сути, логика абсурда, отвергающая всякие правила. И, наконец, лженаучная логика содержит преднамеренные логические ошибки, позволяющие подтвердить лженаучные утверждения.

Таким образом, наука есть система логически связанных научных утверждений, фактов и методов. Анализируя научность методики обучения химии, мы должны анализировать научность её утверждений, научность полученных ей фактов, научность используемых ей методов и логичность взаимосвязей между ними.

Таблица 1

*Система определений для анализа научности методики обучения химии*

	Утверждение	Факт	Метод	Логика
Научный	Фальсифицируемо	Проверяемый	Воспроизводим	Воспроизводима
Ненаучный	Нефальсифицируемо	Непроверяемый	Невоспроизводим	Невоспроизводима
Анти-научный	Отрицает фальсифицируемость	Не было	Модифицируют эмоциональное состояние	Отрицает правила
Лженаучный	Опровергнуто	Специально сфабрикован	Фабрикация	Содержит целенаправленно введённые ошибки

Однако выше описана лишь одна, логическая ипостась науки. Научные утверждения, хотя и относятся к объективному миру, конструируются в головах учёных. Поэтому у науки есть и другая, социальная ипостась. В этой ипостаси наука выступает как общественная система получения и распространения научных знаний в первую очередь – в среде учёных, потом – среди практиков и, наконец, среди широкой публики. Анализируя научность методики обучения химии в социальной ипостаси, необходимо понимать, в какой мере эта общественная система способствует быстрому и безошибочному распространению соответствующих научных знаний на всех уровнях.

**Научность утверждений.** Даже умозрительный анализ показывает, что методика обучения химии может генерировать фальсифицируемые утверждения и им несть числа. Несколько возможных шаблонов таких утверждений: «метод А в таких-то условиях работает лучше метода Б, если результативность оценивать

так-то»; «Такие-то факторы на усвоение таких-то положений химии влияют так-то»; «на такие-то действия учащиеся реагируют так-то». Например: «несмотря на обучение молекулярно-кинетической теории, многие представляют материю как статичную и непрерывную, а вовсе не как совокупность движущихся частиц» [12] или «одновременное освоение символического и макроскопического представления о веществе оказывается безуспешным, поскольку перегружает рабочую память» [13] или «образцы решения задач наиболее эффективны на начальных стадиях обучения, когда у учащихся вообще нет опыта их решения» [14]. Таким образом, методика обучения химии вполне способна генерировать (и генерирует) научные утверждения, и поэтому является наукой в своей логической ипостаси.

Научные утверждения имеют явное практическое применение. Например, по результатам исследований, проведённых в 60-е годы, была выработана оптимальная для освоения программа курса химии [15]. На основе когнитивной психологии сформулированы [6, 16] принципы составления эффективных инструкций (выводить нужный материал в рабочую память в начале занятия; ограничивать познавательную нагрузку материала ёмкостью рабочей памяти учащихся; избегать информации, не связанной с основной мыслью; явно обозначать все логические связи; помещать взаимосвязанную информацию рядом), которые, в частности, использовал автор данной статьи при написании своих учебных материалов.

К сожалению, в методической литературе в огромных количествах встречаются утверждения ненаучные и лженаучные. Например, утверждение «на пропедевтическом этапе изучения химии важнейшим условием эффективного развития химических способностей детей является оптимальное сочетание способов развития каждого компонента химических способностей» ненаучно, ибо, как только мы спросим, что такое «оптимальное сочетание компонентов», то получим логический круг. Утверждение «встраивание элементов проектно-исследовательской деятельности в образовательное пространство школы способствует продуктивной

работе всех участников процесса» в значительной мере опровергается зарубежным опытом [17]. В зарубежной литературе ситуация аналогична – ненаучные и лженаучные утверждения (хотя в меньших количествах) можно встретить и в JCE, и в CERP. Больше половины статей в «Химии в школе», а также заметная часть статей в JCE представляют собой описания уроков или учебных материалов, которые разработал автор статьи, без всякого обсуждения, успешности, неуспешности или границ применимости. При определённой практической полезности таких работ как источника идей, научными их считать нельзя вовсе, поскольку в них нет научных утверждений. Также нельзя считать научными прямые указания (например, «Изучать химические формулы следует начинать с обозначения молекул, атомный состав которых известен учащимся») без обсуждения, что будет, если им следовать, и что будет, если им не следовать. Ибо такое указание невозможно фальсифицировать.

Означает ли обилие ненаучных и лженаучных утверждений в методических трудах признаком того, что методика обучения химии – не наука? С логической точки зрения – нет, ибо эти утверждения к науке не относятся. То, что они всё-таки появляются – проблема социальной ипостаси этой науки, о чем будет сказано ниже.

Следует добавить, что утверждения методики обучения химии усложняются личностными и культурными ограничениями. В отличие от химии, где результаты научного эксперимента не будут зависеть ни от того, кто проводит эксперимент, ни от того, где он проводится, результаты методических экспериментов зависят и от личности учителя [18], и от личности учащихся, и от культурной среды, в которой они проводятся [19]. Конечно, есть данные, что в некоторых случаях (по крайней мере, в понимании корпускулярной природы вещества, которое проявляется в решении задач микроскопического изображения макроскопических химических событий, [20]) этой разницы нет. В других случаях (например, как показали авторы [21], в случае составления студентами карт понятий) разница достижений групп разного этнического происхождения обусловлена разницей в их

предыдущих научных достижениях. Тем не менее, возможность культурных различий всегда нужно иметь в виду. А уж личностные различия никем, кажется, не оспариваются. Только несколько примеров:

– Успешность в решении химических задач зависит от ёмкости рабочей памяти учащегося [22].

– 54% саудовских школьников считают, считают, лучше понимают материал, а также получают больше удовольствия от процесса, если они сначала проводят эксперимент, а потом получают его объяснение, а 32% – наоборот [23];

– 11% тайваньских младших школьников не считают ртуть металлом потому, что в китайском ее название состоит из двух иероглифов: «вода» и «серебро»; Зато 25% из них считают алмаз металлом, потому что его название начинается с иероглифа, обозначающего металл, поэтому 25% младших школьников считают алмаз металлом [24].

Это различие сильно усложняет методику обучения химии по сравнению с другими естественными науками и вызывает фрустрацию у химиков, занимающихся преподаванием.

**Научность методов.** Научные методы методики обучения химии были впервые сформулированы Д.М. Кирюшкиным [7], когда эта наука переживала в СССР свой расцвет. В принципе, эти методы вряд ли отличаются от более общих методов педагогических исследований. В соответствии с работой [25], их можно разделить на методы организации исследования, методы сбора данных и методы обработки данных. Тогда методы, приведённые в этой работе, можно классифицировать следующим образом.

#### *Организация исследования*

- исторические исследования (систематический сбор информации о событиях в прошлом)
- инспектирование (единомоментный сбор данных)
- лонгитюдное исследование (наблюдение за изменением в течении какого-то времени)
- исследование тренда (наблюдение за одной группой)

- кросс-секционные (наблюдение за разными группами)
- изучение конкретных случаев (case study; изучение применения того или иного метода в реальных условиях)
- ретроспективные исследования (что произошло после того, как метод был применен)
- контрольной группы (сравнение группы, к которой применяют какой-то метод с контрольной группой, к которой этот метод не применяют)
  - контролируемый (лабораторный) эксперимент (полный контроль переменных)
  - квази-эксперимент (в условиях реального урока, но с контролируемыми переменными)
  - полевой эксперимент (переменные не контролируются)
- мета-анализ (анализ опубликованных первичных источников с целью сопоставить их результаты)

*Сбор данных*

- опросы («что вы думаете о...»)
- отчеты (которые пишут или проговаривают испытуемые)
- интервью, оно же – беседа (в отличие от опроса – нет жёсткого списка вопросов)
- наблюдения
- тесты (на решение тех или иных задач)
  - с выбором ответа
  - с открытым ответом
- тесты с выбором ответа
- задания с открытым ответом

*Обработка данных*

- качественное сопоставление с желаемым или предсказанным, причем обязательно (по четким критериям (в противном случае при фальсификации возможна подмена критерия, что сделает вывод ненаучным)
- сопоставление групп, опять-таки по четким критериям
- поиск корреляций
- многофакторный анализ (выявление влияющих и зависимых переменных)

Все эти методы имеют свои границы применимости и в той или иной мере используются в исследованиях по методике обучения химии. Приведём лишь несколько примеров. Для того, чтобы определить условия формирования экспериментальных умений П.А. Глориозов [26] ставил следующий эксперимент. Перед школьниками

ставили задачу (например, отфильтровать песок), не объясняя, как её решать. Наблюдали, что делают школьники, фиксируя их ошибки. Далее разных учеников обучали разными способами и наблюдали, как они выполняют задание после этого. Выяснилось, что если школьникам ничего не объяснять, они неспособны самостоятельно понять, как правильно фильтровать. Показ приводит к более быстрому усвоению учащимися необходимых действий, чем словесное обучение. Чтобы отследить эффективность демонстрационного эксперимента в организации когнитивного конфликта, авторы [27] письменно опрашивали студентов на тему, что они видели, что поняли, и зачем это было нужно, а также проводили беседы на эти же темы. В результате оказалось, что студенты попросту не замечают того, что должно вызвать когнитивный конфликт, если специально не привлекать их внимание к этому. Мета-анализ 22 работ показал [28], что обучение решению задач по естественным наукам было эффективно, если внимание уделялось базовым знаниям, и менее эффективно – если обращать внимание на стратегию решения задач. Важно также было дать учащимся критерии осмысления собственного процесса решения задач и обеспечить немедленной обратной связью. Групповая работа сама по себе не даёт преимуществ перед индивидуальной.

Но, как и в случае предыдущих критериев научности, по методическому критерию тоже публикуется много ненаучных и лженаучных работ. В первую очередь, серьезный удар по научности методики обучения химии нанесло принятие ФГОС, породившее вал работ «... в свете требования ФГОС» или «... для реализации ФГОС». Поскольку во ФГОС (в отличие, скажем, от любого отраслевого стандарта) полностью отсутствуют критерии достижения его требований, ни одну работу, касающуюся сопоставления результатов с требованиями ФГОС нельзя назвать научной, по крайней мере, до тех пор, пока такие критерии не будут разработаны.

В подтверждение эффективности того или иного метода обучения авторы любят приводить результаты диагностики учащихся, без

контрольной группы. Это грубейшая методическая ошибка, поскольку результаты учащихся могут измениться по каким угодно причинам и само по себе улучшение (или ухудшение) результатов ничего не меняет. Но даже при экспериментах с контрольной группой сопоставление групп не всегда делается математически корректно. Мало того, что экспериментальная группа должна отличаться от контрольной, эта разница должна быть статистически достоверной, то есть что различия не могут быть случайны. Для этого существуют многократно описанные (например, [29] или [30]) статистические методы, которые, тем не менее, используются очень редко и часто – некорректно. Классический пример некорректности – использование критерия Стьюдента для доказательства различия двух групп по какому-то параметру, если не доказана нормальность распределения этого параметра внутри групп.

И уж, безусловно, нельзя назвать научным с методической точки зрения утверждение «как показывает практика...» (тоже встретилось нам в исследуемой подборке ХвШ). Чья практика, воспроизводимы ли описанные случаи – неясности в этих вопросах делают невозможным фальсификацию следующих за ним утверждений, ибо любые противоречия можно отместить аргументом «это у вас практика неправильная».

**Научность фактов.** Факты методики обучения химии можно считать научными, если они (а) получены научными методами и (б) ими же независимо проверены. В этом смысле в наиболее распространенных методических текстах – изложении опыта учителей (или, в классификации [25], исследовании конкретных случаев) – изложенные факты можно считать научными лишь условно, только если аналогичный опыт имеют другие учителя. Факты, изложенные при описании отрицательного опыта в этом смысле более научны, поскольку учителя в них менее заинтересованы.

Однако часто излагаются утверждения, которые можно принять за факты, но которые, без надлежащего подтверждения могут оказаться не более, чем фантазиями автора. Так, утверждая при демонстрации

получения газа «ученики без труда догадываются, что собранный объем газа будет меньше рассчитанного» автор никак не объясняет, откуда он знает, что ученики «догадываются» да ещё и «без труда». С этим утверждением можно войти в клинч утверждением «а у меня на уроках дети вообще ни о чем не догадываются и считают ворон» – они будут противоречивы, но равносильны, и тем самым неопровержимы, а следовательно – ненаучны. Чуть более мягкое, но по-прежнему ненаучное утверждение «педагогический эксперимент подтверждает преимущество изучения сначала теории строения атома, а затем периодического закона», приведённое без ссылок на описание этого самого эксперимента [31].

**Логическая связь фактов и выводов.** Анализ логики в научных работах – самая сложная задача во всем анализе научности. Практически никогда нельзя с уверенностью сказать, что в логике нет ошибок. Так, автор настоящей статьи не видит логических ошибок в первичных работах, приведённых в списке литературы. Но если они есть – они видны. Чаще всего публикуются ничем не подтверждённые утверждения типа «применение практико-ориентированных химических заданий ... способствуют эффективному развитию всех компонентов химических способностей детей» (без всяких результатов оценки этих способностей) или «конструирование приборов способствует интеграции теоретических знаний о свойствах материалов» (без указаний методов оценки степени интеграции знаний) встречаются в каждом номере ХвШ, и иногда не по одному разу.

Соответственно, статьи с подобными утверждениями нельзя считать научными, а их появление и восприятие как научных есть результат сбоев в науке как социальной системе.

**Социальная ипостась.** Таким образом, в своей логической ипостаси методика преподавания химии вполне может быть наукой. Однако с научностью в её социальной ипостаси возникают большие проблемы. С чем это связано?

Для ответа на этот вопрос вкратце обрисуем устройство науки как системы распространения и обработки научной информации. Научная информация базируется на первоисточниках – статьях, публикующих научные факты, полученные научными методами. Для создания или опровержения научных теорий первоисточники часто агрегируются во вторичные источники – теоретические статьи, обзоры и монографии. Иногда (хотя и очень редко) теория предлагается в первоисточнике. И, наконец, устоявшиеся теории (как правило, уже без обосновывающих их фактов) распространяются в широких слоях профессионального сообщества через третичные источники, в первую очередь – учебники и руководства. При переходе от источника к источнику часть информации неизбежно теряется.

Важнейший признак того, что информация из первичного источника распространяется – это её цитирование. В России культура цитирования развита крайне слабо. Возникает ощущение, что большинство авторов научных статей, как герой того анекдота, не читатели, а писатели. Так, в шести первых номерах журнала «Химия в школе» за 2014 год опубликовано 38 статей, которые можно считать научными статьями по методике преподавания химии и в них процитировано всего 44 первоисточника – в чуть больше одного на статью. В некоторых статьях по темам, по которым опубликованы горы оригинальных исследований (не только за рубежом, но и в России) ссылок нет вообще («Информационные технологии как способ активизации познавательной деятельности учащихся»; «Современный урок химии: дидактические основы и особенности построения»; «Творческий экзамен как способ оценки метапредметных результатов»; «Блицопросы на этапе формирования знаний и умений»). Для сравнения: в статьях CERP за последние годы практически невозможно найти статью, в которой цитировалось бы меньше двадцати первоисточников. Особенно удручает отсутствие ссылок на первоисточники в русскоязычных статьях, написанных в жанре методических рекомендаций, то есть советов, как применять тот или иной метод. Всякие методические рекомендации должны быть

детально обоснованы (почему так, а не иначе, что будет, если сделать не так, действительно ли предлагаемый способ лучший в данных условиях), а это можно сделать только на богатом фактическом материале.

Одной из причин такого скудного цитирования первоисточников в России мы видим малую их доступность. Если все полные тексты статей в JCE, CERP и многих других зарубежных журналах доступны в сети интернет (JCE – по частной подписке на уровне 170 USD/год или разным формам корпоративной подписки, а CERP – вообще бесплатно при условии регистрации), то ХвШ доступна только в бумажной версии, что сильно затрудняет поиск в ней необходимых материалов. По этой причине, например, автор данной статьи гораздо лучше знаком с зарубежными достижениями в методике обучения химии, чем с российскими.

К чему это приводит? К появлению огромного количества лженаучных статей. Ибо авторы таких статей, как тетерева на току, слышат только себя, знают только о своих работах и не знают о том, что их построения вполне могли быть опровергнуты ранее. Причём чем меньше ссылок в статье, тем вероятнее, что автор статьи пропустил что-то важное.

Что касается учебников (практически по всем более или менее устоявшимся наукам), то при ознакомлении с ними возникает стойкое ощущение, что большинство авторов учебников списывают информацию друг у друга, не проверяя её уточняя её по первоисточникам. В результате ключевая информация теряется. Это происходит даже в такой точной науке, как химия. Например, ни в одно из русскоязычных учебников по химии, изданных после 1963 года нет информации, что при реакции хлора с метаном в большинстве случаев образуется вовсе не хлорметаны, а сажа [32]. В педагогике информацию потерять легче. Более того, информацию, содержащуюся в современных учебниках по методике обучения химии, уже невозможно проверить по первоисточникам. Если в каких-то учебниках и пособиях по методике обучения химии (например, в

учебнике Чернобильской [33]) приводятся ссылки на первоисточники, то в других либо никакой литературы не приводится вовсе [31], либо приводится список «рекомендуемой литературы», то есть третичных источников без ссылок на них в тексте [7].

Обозначенной выше проблемы с культурой цитирования нет на Западе, однако там тоже появляются огромные количества ненаучных и лженаучных утверждений. Дело в том, что культура цитирования есть необходимое, но не достаточное условие бесперебойного функционирования науки как социальной системы. Ибо цитировать можно как научные, так и ненаучные или лженаучные статьи. В последнем случае лженаука распространяется точно так же, как и наука. И если в случае химии лженауке стоит довольно мощный заслон в виде межлабораторных исследований, которые «закрывают» лженаучные открытия (как это было с организмами, у которых вместо аденозинтрифосфата использовался аденозинтриарсенат), то в педагогике строгое воспроизведение научного факта затруднено. А с учетом того, что те или иные приёмы обучения, так или иначе, суть товар, который хочется продать, возникает прямой соблазн заняться прямой подтасовкой фактов, методов и утверждений [34].

Особая проблема в методике обучения химии, которая почти не стоит в естественных науках, это распространение информации между носителями разных языков. Так, в рассматриваемой подборке «Химии в школе» зарубежные работы процитированы не более десяти раз. В JCE и CERP цитируются почти исключительно англоязычные работы. Почти такая же ситуация, насколько известно автору, в немецкоязычных, польскоязычных и испаноязычных журналах по химическому и естественнонаучному образованию. Один из немногих реально многоязычных журналов, это латиноамериканский *Journal of Science Education*, и то его многоязычность ограничивается испанским, португальским и английским языками. В результате методика обучения химии как наука разбита на слабопересекающиеся «языковые квартиры». Интереснейшие работы, широко используемые в национальных системах образования (например,

немецкие разработки [35] по обучению химии в детском саду), или богатейший опыт сербской исследовательской станции Петница по организации проектной работы школьников (<http://almanah.petnica.rs/>) остаются практически неизвестными носителям других языков.

**Выводы.** Таким образом, методика обучения химии в своей логической ипостаси является наукой, то есть способна генерировать научные утверждения и обладает комплексом методов для их фальсификации. Она сложнее естественных наук, поскольку её утверждения вынуждены учитывать личностные и культурные особенности учителей и учащихся. Однако в её социальной ипостаси (как системы получения распространения научной информации и отделения её от ненаучной и лженаучной) её статус науки, особенно в России, находится под большим вопросом.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Лисичкин Г.В.* Методика преподавания – второсортная наука? – В сб. Естественнаучное образование: время перемен / Под ред. В.В. Лунина и Н.Е. Кузьменко. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 2014, с. 34-40.
2. *Scerri, E.R.* Philosophical confusion in chemical education research. *Journal of Chemical Education*, 2003, 80(5), p. 468-474.
3. *Выготский Л.С.* Педагогическая психология. – М.: Педагогика-Пресс, 1934/1999, с. 344.
4. *Taber K.S.* An alternative conceptual framework from chemistry education. *International Journal of Science Education*, 1998, 20(5), p. 597-608.
5. *Talanquer V.* Commonsense chemistry: A model for understanding students' alternative conceptions. *Journal of Chemical Education*, 2006, 83(5), p. 811-816.
6. *Reid N.* A scientific approach to the teaching of chemistry. What do we know about how students learn in the sciences, and how can we make our teaching match this to maximise performance? *Chemistry Education Research and Practice*, 2008, 9, p. 51-59.
7. *Кирюшкин Д.М.* Методика преподавания химии в средней школе. – М.: Учпедгиз, 1958, с. 13-15.
8. *Жилин Д.М.* Теория систем – опыт построения курса. – М.: ЛКИ, 2007, с. 7.
9. *Поппер К.* Логика и рост научного знания. Избранные работы. – М.: Прогресс, 1983, с. 105.

10. *Поппер К.* Что такое диалектика. Вопросы философии, 1995, №1, p. 118-138.
11. *Рыбин В.В.* Основы теории нечетких множеств и нечеткой логики. – М.: МАИ, 2007.
12. *Tirosh D., Stavru R., Cohen Sh.* Cognitive conflict and intuitive rules. International Journal of Science Education, 1998, 20(10), p. 1257-1269.
13. *Johnstone A.H.* The development of chemistry teaching: A changing response to changing demand. Journal of Chemical Education, 1993, 70(9), p. 701-705.
14. *Kalyuga S., Chandler P., Sweller J.* Learner Experience and Efficiency of Instructional Guidance. Educational Psychology, 2001, 21(1), p. 5-23.
15. *Шаповаленко С.Г., Глориозов П.А.* Экспериментальная работа над созданием нового курса химии для семилетней школы. Известия АПН РСФСР, 1952, 43.
16. *Sweller J.* Evolution of Human cognitive architecture. In B. Ross (Ed), The Psychology of learning and motivation. San Diego: Academic Press, 2003. v. 43, p. 215-266,
17. *Жилин Д.М.* Проектное обучение в химии: обзор западного опыта. / Инновационные процессы в химическом образовании. Материалы IV всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Челябинск, 2012. с. 109-118. <http://pubs.dezhil.name/2012-projects.pdf>
18. *Sweeney A.E., Bula O.A., Cornett J.W.* The role of personal practice theories in the professional development of a beginning high school chemistry teacher. Journal of Research in Science Teaching, 2001, 38(4), p. 408-441.
19. *Aikenhead G.S., Jegede O.J.* Cross-cultural science education: A cognitive explanation of a cultural phenomenon. Journal of Research in Science Teaching, 1999, 36(3), p. 269-287.
20. *Onwu G.O.M., Randall E.* Some aspects of students' understanding of a representational model of the particulate nature of matter in chemistry in three different countries. Chemistry Education Research and Practice, 2006, 7(4), p. 226-239.
21. *Lopez E.J., Shavelson R.J., Nandagopal K., Szu E., Penn J.* Ethnically diverse students' knowledge structures in first-semester organic chemistry. Journal of Research in Science Teaching, 2014, 51(6), p. 741-758.
22. *Danili E., Reid N.* Some strategies to improve performance in school chemistry, based on two cognitive factors. Research in Science & Technological Education, 2004, 22(2), p. 203-226.
23. *Jalil P.A.* A Procedural Problem in Laboratory Teaching: Experiment and Explain, or Vice-Versa? Journal of Chemical Education, 2006, 81(1), p. 159-163.

24. *Chiu M.-H.* A National Survey of Students' Conceptions of Chemistry in Taiwan. *International Journal of Science Education*, 2007, 29(4), p. 421-452.
25. *Cohen L., Manion L., Morrison K.* *Research Methods in Education*. London, N.Y.: Routledge, 2007.
26. *Глориозов П.А.* Формирование умений и навыков в процессе обучения химии. М., Изд-во АПН, 1959.
27. *Baddock M., Bucat R.* (2008) Effectiveness of a Classroom Chemistry Demonstration using the Cognitive Conflict Strategy. *International Journal of Science Education*, 30(8) 1115–1128.
28. *Taconis R., Ferguson-Hessler M.G.M., Broekkamp H.* Teaching science problem solving: An overview of experimental work. *Journal of Research in Science Teaching*, 2001, 38(4), p. 442-468.
29. *Дубина И.Н.* Математические основы эмпирических социально-экономических исследований. – Барнаул, 2006.
30. *Абдыкаримов Б.А., Адищев В.В., Егоров В.В., Скибицкий Э.Г.* Математические методы в педагогике. – Новосибирск: Новосибирское книжное издательство, 2008.
31. *Кирюшкин Д.М., Полосин В.С.* Методика обучения химии. – М.: Просвещение, 1970, с. 20.
32. *Жилин Д. М.* Как на самом деле реагирует метан с хлором. *Химия в школе*, 2011, №3, с. 64-67.
33. *Чернобельская Г.М.* Методика обучения химии в средней школе. – М.: ВЛАДОС, 2000.
34. *Жилин Д.М.* Заметки с международной конференции по химическому образованию. *Химия в школе*, 2012, №10, с. 44-52; 2013, №1, с. 37-45.
35. *Lück G.* *Handbuch der naturwissenschaftlichen Bildung. Theorie und Praxis für die Arbeit in Kindertageseinrichtungen.* – Freiburg-Basel-Wien: Herger, 2012.