

**Проблемы организации содержания
научных знаний
и овладения научными объяснениями
в учебной деятельности**

С.В. Маланов

1. В настоящее время становится очевидным **противоречие** между логикой организации современного научного исследования, логикой получения и использования научных знаний и логикой изложения научных знаний в учебной деятельности и на страницах учебной литературы.

Обобщенную *логику организации знаний в учебной деятельности* можно с большой долей справедливости обозначить как предметно ориентированный ответ на вопрос «что есть в данной предметной области?» и как предметно ориентированную установку, «что следует знать и помнить». Такая логика нацелена на организацию содержания знаний по разнообразным структурным основаниям безотносительно к функциональным сторонам использования получаемых знаний в различных видах человеческой деятельности и, как правило, подчинена задачам воспроизведения знаний безотносительно к деятельности их получения или деятельности их применения [8].

Обобщенная логика получения и использования научных знаний исходно имеет деятельностно-функциональные основания. *Логика современных фундаментальных научных исследований* подчинена задачам объяснения разнообразных предметов, явлений и направлена на поиск ответов на вопросы, которые не имеют очевидных решений. *Логика прикладных исследований* подчинена задачам использования имеющихся в науке фундаментальных знаний в целях получения прогнозируемых результатов при

решении практических задач или создании искусственных объектов.

2. Указанное противоречие обуславливает ряд недостатков в овладении современными научно-теоретическими знаниями как школьниками, так и студентами. Укажем только некоторые из них. Отсутствие функциональности знаний означает, что знания могут воспроизводиться в знаково-символической или вербальной форме, но не применяются с целью решения практических жизненных задач и постижения окружающего мира. Отсутствие ориентировки в структуре научного познания не позволяет учащимся верно ориентироваться и в различных составляющих собственных знаний: разводить знания научно обоснованные и знания ненаучные; разбираться в функциональных различиях описательно-эмпирических и объяснительно-теоретических знаний.

3. Развитие мыслительных способностей и овладение знаниями – две стороны единого процесса интеллектуального развития. При этом способ организации содержания научных знаний в учебной деятельности во многом обуславливает особенности формирования мыслительных операций и умственных действий у учащихся. Указанные недостатки легко диагностируются путем постановки задач, которые требуют самостоятельной ориентировки учащихся в структуре, содержании и функциях известных им знаний из разных научных областей.

Серьезные затруднения у учащихся вызывают следующие задачи: а) на приведение примеров научных объяснений из различных областей знаний с указанием того, что объясняется и как объясняется; б) на формулировку объяснительных принципов и оснований «известных» учащимся научных теорий; в) на указание области явлений и фактов, которые объясняются с позиций «известной» учащимся теории; г) на выдвижение альтернативных гипотез с целью объяснения различных явлений. Такие факты

позволяют сделать вывод, что современная организация овладения научными знаниями не обеспечивает необходимых условий для ориентировки учащихся в структуре научных знаний и для формирования теоретического мышления [3].

4. В связи с указанными проблемами организация учебной деятельности по овладению современными научно-теоретическими знаниями предполагает систематическое относительное противопоставление: а) знаний эмпирических – описательных знаний, которые подлежат объяснению; б) знаний теоретических – объяснительных знаний, которые представляют собой гипотетические объяснительные принципы и составляют содержание научных теорий [6, 7].

5. Результаты научной деятельности фиксируются в разнообразных знаково-символических системах (в научных «языках» и терминах). При этом важно учитывать, что без овладения соответствующей знаково-символической системой глубокое овладение содержанием научных знаний в соответствующей науке оказывается невозможным.

Использование современных научных знаково-символических систем требует четкого разведения двух «логик» их использования: а) логики организации знаков и символов, а также правил их преобразования «внутри» системы; б) логики использования знаков и символов для фиксации, описания и объяснения явлений в определенной предметной области знаний. Такое разведение способов использования знаково-символических средств, как правило, формируется у учащихся стихийно. Например, при изучении химических явлений часто можно наблюдать успешные действия учащихся в системе символов и структурных формул при отсутствии четкого понимания того, какие явления эти формулы описывают или объясняют. При изучении физических явлений можно наблюдать обратную картину: учащиеся с помощью физиче-

ской терминологии пытаются описать реальные физические явления без четкого уяснения связей внутри знаково-символической системы между физическими терминами, моделями, формулами [9, 17].

6. Все указанные содержательные и формальные разведения необходимы для верного уяснения современных естественно-научных знаний. Между тем такие способы организации ориентировки в научных знаниях не описываются на страницах большей части отечественных учебников и далеко не всегда задаются методическими средствами организации учебного процесса. Поэтому в настоящее время необходима разработка новых форм организации содержания научно-теоретических знаний в учебной литературе, а также разработка новых принципов организации учебного процесса при уяснении таких знаний старшеклассниками и студентами [3, 8].

О серьезности проблем, существующих в процессах уяснения естественно-научных знаний, можно получить представление, опираясь на данные достаточно простых опросов.

С целью **выявления качественных особенностей ориентированности учащихся в содержании научных объяснений и способах их построения** был проведен опрос среди студентов первого и второго курсов психологического факультета Марийского государственного университета, недавних выпускников средних общеобразовательных школ (см. также [13]). Исследование было направлено на выяснение степени ориентированности учащихся в известных им научных объяснениях разнообразных явлений.

Студентам давалась следующая инструкция: «Обучаясь в средней школе, каждый из вас имел возможность познакомиться с множеством научных объяснений различных явлений. При этом в каждой области научных знаний (физика, химия, биология, обществознание и др.) имелись свои способы объяснения изучаемых явлений. Постарайтесь привести **примеры на-**

учных объяснений, на которые опираются в физике, химии, биологии, обществознании. При этом укажите, **что объясняется** (объясняемое явление) и **как объясняется** (содержание, способ объяснения). Пожалуйста, коротко сформулируйте в письменной форме по два научных объяснения, соответствующих каждой из указанных областей научных знаний».

Далее специально подчеркивалось, что примеры объяснений должны носить научный, а не обыденный характер. На доске графически задавались следующие ориентиры:

- Научное объяснение: что объясняется? как объясняется?

- По два примера объяснений из научных областей знаний: физика, химия, биология, обществознание.

В опросе принимали участие 65 студентов (41 – с первого курса, 24 – со второго). Соответственно общее максимальное количество ожидаемых ответов составляло 130 объяснений (100%) по каждой области знаний. В качестве результата мы ожидали получить ответы на следующие вопросы (отдельно по каждой из указанных областей знаний):

- Сколько студентов из общей численности сохранили и имеют представления о различных способах научного объяснения предметов и явлений?

- Какое количество научных (и ненаучных) объяснений будет представлено?

- Сколько будет приведено неверных примеров (подмена объяснений определениями, суждениями, высказываниями)?

- Сколько будет приведено обыденных объяснений вместо научных?

- Сколько будет приведено примеров научных объяснений и какими они будут по способу построения?

Полученные данные содержательно разделились на несколько категорий. **Во-первых**, нами была отмечена подмена научных объяснений наукообразными определениями, суждениями, высказываниями. Ответы, относящиеся к этой категории,

позволяют делать вывод о полном отсутствии ориентировки отвечающего в том, что представляет собой объяснение как форма использования научных знаний, а также как психологическая категория. Например: «Скорость – это величина, обозначающая, какой путь проделал тот или иной предмет за определенное время». «Химия предназначена для распознавания предназначения различных веществ. Все окружающее нас является трудом химиков: лаки, краски...». «Цитология – наука, изучающая химический, структурный и физиологический состав клетки».

Во-вторых, мы столкнулись с обыденными объяснениями, которые не требуют научных представлений и знания научной терминологии. Это объяснения, которые опираются на повседневный опыт человека. Например: «Предмет упал на пол, потому что существует притяжение». «Металлы передают ток, так как они способны передавать». «На улице сверкает молния и попадает в дерево. В результате дерево загорается». «Ледовое побоище было выиграно русскими за счет того, что шведы были непривычны к русским морозам».

В-третьих, имели место ошибочные объяснения с привлечением научных понятий. Эта категория объяснений носит неверный или искаженный характер либо по причине неточного уяснения соответствующих понятий, либо из-за неверного их приращения к объяснению конкретного явления. Например: «Зеленый цвет травы. Мы воспринимаем траву именно зеленого цвета, потому что в атмосфере существует особый слой, который пропускает только этот цвет, а все остальное поглощает». «Вода кипит, потому что молекулы начинают двигаться быстрее и выталкивают друг друга».

Последняя, четвертая категория приводимых объяснений – объяснения, опирающиеся на научные понятия, которые не имеют характера очевидной данности. Например, к этому типу были отнесены следующие

формулировки: «Возникновение радуги. Радуга – это спектр цветов. Главным источником такого явления становятся капли дождя. После того как солнечные лучи попадают на водную поверхность, происходит их преломление и отражение. Солнечные лучи отражаются в виде радуги». «Процесс окисления происходит за счет того, что молекулы какого-либо данного вещества, взаимодействуя с кислородом или чем-то еще, окисляются (т.е. взаимодействуют)». «Фотосинтез. Листья растений выделяют кислород, а поглощают углекислый газ, все это происходит под действием солнца. Это и является причиной фотосинтеза».

Распределение объяснений по указанным категориям имело следующий характер. Только 8% студентов оказались способными актуализировать свои знания и предложить такие объяснения, большая часть которых имеет научный характер. При этом у 18% опрошенных полностью отсутствует представление о том, что такое научное объяснение. Вместо примеров объяснений они либо приводили опре-

деления различных понятий, либо указывали область явлений, изучаемых данной наукой.

Из 520 (100%) ожидаемых ответов было получено только 378 (72%). При этом 43% составили неадекватные ответы или ненаучные (обыденные) объяснения, 3% – примеры неверно используемых научных понятий при объяснении каких-либо явлений (искажение научных объяснений) и только 26% составили примеры научных объяснений.

Интересно отметить, что мы ожидали получить наибольшее количество верных примеров научных объяснений из разных областей физики, но самое большое количество научных объяснений было приведено из разных областей биологических знаний, а наименьшее – из области обществознания.

Полученные результаты представлены в нижеследующих таблицах.

Полученные данные ярко иллюстрируют те недостатки, которые имплицитно присутствуют в организации содержания научно-теоретических знаний.

Таблица 1

Из 65 (100%) опрошенных студентов	Количество учащихся	Соотношение в %
Нет понятия о сути объяснения	18	28
Преобладают обыденные объяснения	21	32
Имеется 3 и более научных объяснений	21	32
Преобладают научные объяснения	5	8

Таблица 2

Объекты оценки	Общее количество	Соотношение в %
Ожидаемые объяснения по всем научным областям	520	100
Полученные ответы по всем областям знаний	378	73
Неадекватные и обыденные объяснения	225	43
Ошибочные объяснения с привлечением научных понятий	17	3
Верные примеры научных объяснений	136	26

Таблица 3

Полученные результаты по каждой области знаний отдельно				
Объекты оценки	Физика	Химия	Биология	Общество- знание
Количество ожидаемых объяснений по каждой из научных областей	100% (130)	100% (130)	100% (130)	100% (130)
Количество полученных ответов по каждой из областей знаний	79% (103)	65% (85)	85% (111)	61% (79)
Неадекватные примеры объяснений (подмена определениями, суждениями)	18% (24)	28% (36)	30% (39)	27% (35)
Обыденные объяснения	29% (38)	12% (16)	14% (18)	15% (19)
Общее количество неадекватных и обыденных объяснений	48% (62)	40% (52)	44% (57)	42% (54)
Ошибочные объяснения с привлечением научных понятий	5% (7)	4% (5)	4% (5)	–
Всего верных примеров научных объяснений по каждой области знаний	26% (34)	22% (28)	38% (49)	19% (25)

На наш взгляд, знакомство учащихся с современными научно-теоретическими знаниями должны обеспечивать такие учебники, организация содержания которых позволяет по каждому предметному разделу получить представления:

- о четко очерченных областях предметов и явлений, с которыми повседневно встречается учащийся и которые могут найти научное объяснение с единых теоретических позиций;
- об основном наборе гипотез, предположений, объяснительных принципов и теоретических моделей, которые заложены в основу научной теории;
- о типичных способах построения объяснений очерченной области предметов и явлений с единых теоретических позиций;
- о предсказаниях и следствиях, которые позволяют выстраивать каждая конкретная система теоретических объяснительных принципов.

При этом полезно также знакомить учащихся с альтернативными способами объяснения одних и тех же предметов и явлений.

Данная форма организации содержания научных знаний в

учебной литературе должна опираться на ряд методических средств, направленных на формирование и развитие у учащихся умений решать следующие задачи:

- уметь указывать области предметов и явлений, которые могут получить объяснение с определенных теоретических позиций;
- уметь указывать гипотезы, модели, объяснительные основания, заложенные в основу научной теории.;
- уметь приводить примеры объяснений и самостоятельно строить объяснения предметов и явлений, указывая, что объясняется и как объясняется (см. также [3, 6, 16]).

К сожалению, на решение таких задач практически не нацелены учебники и учебные пособия даже по естественным наукам, где в настоящее время все знания четко делятся на две основные категории: описательно-эмпирические и объяснительно-теоретические.

Без указанной содержательной и методической организации знакомство с любыми современными научными знаниями будет носить формальный, нефункциональный характер, что не позволит учащимся опираться на

такие знания в случае необходимости. Именно это и подтверждается данными проведенного опроса.

Если проанализировать по указанным выше критериям содержание разных учебников для средней и старшей школы, то наиболее соответствующими таким критериям оказываются учебники по биологии. В них удачно с научно-теоретической точки зрения представлены теории клеточного строения живых организмов, структурно-функциональные теории экологического равновесия и теории эволюционного развития живых организмов. Особо отметим изложение теории эволюции: сначала учащиеся знакомятся с объяснительными принципами двух альтернативных теорий – Ж.Б. Ламарка и Ч. Дарвина. Вслед за этим в ряде разделов приводится множество иллюстраций и примеров, позволяющих объяснить широкие области биологических явлений с позиций эволюционных теорий.

В учебниках физики, как правило, недостаточно отчетливо очерчиваются изучаемые предметные области явлений (объясняемое содержание физических явлений) и отсутствуют четкие формулировки объяснительных принципов даже самых фундаментальных физических теорий. В учебниках в основном формулируются физические законы и приводится ограниченное количество иллюстраций действия этих законов. Более широкие понятия об их действии школьники могут получить при решении разнообразных физических задач, но это удается не каждому. Учащиеся обычно бывают более сосредоточены на извлечении из условия задачи числовых величин и подставления их в формулы, чем на конкретном физическом содержании задачи. При этом самостоятельно сформулировать содержание физических теорий учащимся, как правило, не удается [13].

В учебниках по химии можно встретить большое количество

составно-структурных теорий и моделей, которые направлены на объяснение химических свойств и взаимодействий различных веществ.

Однако в тех же учебниках сложно найти ответ на вопрос, для объяснения каких повседневно встречающихся в жизни явлений могут быть использованы изложенные теории строения и взаимодействия химических веществ? В связи с этим действия многих старшеклассников на уроках химии превращаются в плохо осмысленные манипуляции с химическими структурными формулами и символами. Вместе с тем отметим, что в учебниках по органической химии можно встретить хорошие образцы формулировки объяснительных принципов теории химического строения органических соединений А.М. Бутлерова.

Учебники по различным разделам обществознания (включая и учебники истории), безусловно, требуют иной логики организации содержания знаний, чем учебники по естествознанию. Между тем существуют разнообразные социологические, экономические, социально-психологические и иные теории, которые также направлены на объяснение определенного диапазона явлений и событий, наблюдаемых в человеческом обществе.

Теоретические разделы в учебниках обществознания имеют еще менее структурированные формы изложения. Поэтому ориентированность учащихся в логике построения объяснений требуется и по отношению к этой категории знаний.

В заключение хотелось бы отметить, что изложенным выше критериям достаточно полно соответствует учебник по естествознанию для 5-го класса «Земля и люди», подготовленный авторским коллективом в рамках Образовательной системы «Школа 2100». Содержание этого учебника полностью организовано в логике построения и использования современных научных знаний, которые

функционально направлены на объяснение и предсказание разнообразных явлений.

Литература

1. Берулава Г.А. Диагностика и развитие мышления подростков. – Бийск, 1993.

2. Гальперин П.Я. Методы обучения и умственное развитие ребенка. – М., 1985.

3. Давыдов В.В. Теория развивающего обучения. – М., 1996.

4. Земля и люди: Уч. по естествознанию для 5-го класса общеобразоват. школы / Под ред. А.А. Вахрушева. – М.: Баласс, 2000.

5. Зорина Л.Я. Дидактические аспекты естественно-научного образования. – М., 1993.

6. Ильясов И.И. Структура процесса учения. – М., 1986.

7. Ильясов И.И., Галатенко Н.А. Проектирование курса обучения по учебной дисциплине. – М., 1994.

8. Леонтьев А.А. Деятельный ум (Деятельность. Знак. Личность). – М.: Смысл, 2001.

9. Леонтьев А.А. Язык и речевая деятельность в общей и педагогической психологии. – М.; Воронеж: НПО «МОДЭК», 2001.

10. Лурья А.Р. Язык и сознание. – М., 1979.

11. Маланов С.В. Гипотезы в мышлении и учебной деятельности // Начальная школа: плюс-минус. 2001. № 1.

12. Маланов С.В. К вопросу о составе и структуре теоретического мышления // Мир психологии. 2001. № 1.

13. Маланов С.В. Проблемы овладения теоретическими объяснениями в процессе учения // «Школа 2100». Образовательная программа и пути ее реализации. Вып. 3. – М.: Баласс, 1999.

14. Маланов С.В. Психолого-педагогические проблемы овладения научными теориями в учебной деятельности // «Школа 2100». Непрерывное образование: начальная, основная и старшая школа. Вып. 5. – М.: Баласс, 2001.

15. Маланов С.В. Овладение способами использования знаково-символических средств в учебной деятельности // «Школа 2100». Пути модернизации

начального и среднего образования. Вып. 6. – М.: Баласс, 2002.

16. Мельникова Е.Л. Технология проблемного обучения // «Школа 2100». Образовательная программа и пути ее реализации. Вып. 3. – М.: Баласс, 1999.

17. Салмина Н.Г. Знак и символ в обучении. – М., 1988.

Сергей Владимирович Маланов – канд. психол. наук, доцент кафедры психологии Марийского государственного университета, г. Йошкар-Ола.