
О методике выявления сформированности естественнонаучного мышления школьников

Г.Р.Завалов,

*психолог, отдела музейных программ Государственной Третьяковской
галереи, zavalov@gmail.com*

Рассматривается созданная автором методика выявления сформированности естественнонаучного мышления школьников на предмете «Биология», содержащая три типа тестовых заданий: на обобщение по существенному признаку, на классификацию и на качественную оценку. Методика проверялась на 37 учащихся VII классов, 40 учащихся VIII классов и 30 учащихся IX классов московской гимназии №1257. Учащиеся были проверены также на умственное развитие с помощью теста структуры интеллекта Р. Амтхауэра. Результаты описываемой в статье методики не имеют значимой корреляции с результатами теста структуры интеллекта Р. Амтхауэра. Автором сделаны следующие выводы: созданную методику можно использовать для оперативного выявления проблем развития естественнонаучных представлений школьников; общий интеллектуальный уровень развития при существующих программах по биологии не влияет на развитие естественнонаучных представлений; современная общеобразовательная школа дает обширную базу знаний по предмету, однако не позволяет в полной мере развить естественнонаучное мышление школьников. Развитие естественнонаучного мышления требует изменений, прежде всего, в содержании соответствующих учебных предметов.

Ключевые слова: естественнонаучное мышление, диагностика, развивающее обучение.

Современное образование требует от школьников умения осмысливать изучаемый материал в его сущностной основе. То есть школьники должны усваивать понятия, уметь ими оперировать, выводить из них следствия и уметь узнавать их там, где их присутствие неявно, т.е. быть компетентными. В связи с этим возникает проблема диагностики сформированности естественнонаучного мышления как психологического аналога компетентности в естественнонаучных знаниях.

Рассматривая стандартные тесты, Г.А. Берулава выявила основное противоречие между требованиями современного образования и заданиями тестов, заключающееся в том, что в большинстве тестов используются задания алгоритмического характера, в то время как в естественнонаучных предметах такие задания практически не встречаются и, следовательно, уровень сформированности у учащихся естественнонаучного мышления приравнивается к способности учащихся решать задачи по жесткому алгоритму [1].

Один из способов диагностики создала еще в 1960-х гг. Н.А. Менчинская – это решение нестандартных задач, т. е. таких задач, в которых или недостает данных, или их переизбыток, или условия «закамуфлированы» [4]. По тому же пути, но несколько в другую сторону пошла Г.А. Вайзер. Она предложила оценивать знания школьников по результатам выполнения заданий на преобразование (так называемую трансформацию) школьниками исходных задач [2]. Знание о технологии трансформации задач в школьной программе отсутствуют, и при решении задач требуется более высокий уровень знаний (по сравнению с современным школьным), потому что, во-первых, материал, усвоенный на уроке, используется в новых условиях и, во-вторых, структура задачи является объектом анализа, что требует от ребенка умения владеть обширной совокупностью приемов умственной деятельности.

Поскольку творческие задачи имеют множество верных решений, постольку нельзя ввести критерий успешного или неуспешного выполнения задачи. Г.А. Вайзер дает только признаки ответов успевающих и неуспевающих учеников, в том числе: разнообразие приемов трансформации задачи, широта и продуктивность использования приемов трансформации задачи, эмоционально-оценочное отношение ученика к трансформированной задаче (своей или другого ученика), отношение учащегося к процессу преобразования задач. Поэтому для оценки результатов диагностики надо привлекать экспертов, а это создает определенные организационные проблемы.

Наиболее разработанная, на данный момент, диагностика естественнонаучного мышления принадлежит Г.А. Берулаве – «Тест естественнонаучного мышления» для VII и VIII классов (ТЕМ-7 и ТЕМ-8) [1]. Тест естественнонаучного мышления состоит из двух субтестов (субтест сформированности дифференциально-синтетической стадии естественнонаучного мышления и субтест сформированности синтетической стадии естественнонаучного мышления), каждый субтест содержит 15 заданий с вариантами ответов.

Каждый тест содержит 30 заданий, в основе которых лежит 6 естественнонаучных законов. Каждому закону соответствуют шесть заданий, три из которых составлены на материале физики, в рамках которого изучались данные законы, и три – на межпредметном материале (биологии и физики – в VII классе, биологии, физики и химии – в VIII классе.)

Приведем типичное задание из дифференциально-синтетического субтеста.

З а д а н и е. Почему нельзя тушить горящий керосин, заливая его водой?

В а р и а н т ы о т в е т а:

- 1) вода будет испаряться с поверхности горящего керосина;
- 2) вода будет смешиваться с керосином вследствие явления диффузии;

3) плотность воды больше плотности керосина, поэтому вода будет опускаться вниз, а керосин будет всплывать наверх и не закроет доступ воздуха, необходимого для горения керосина.

Варианты ответов для задания субтеста (их по три в каждой задаче) позволяют диагностировать преимущественный способ мышления учащегося: эмпирически-бытовой (ему в данном задании соответствует первый вариант ответа), эмпирически-научный (ему соответствует второй вариант ответа) или дифференциально-синтетический (третий вариант ответа), который характеризует уже теоретический тип мышления.

Аналогичную структуру имеют задания синтетического субтеста.

Приведем пример.

З а д а н и е. Почему кит, оказавшись на мели, погибает?

В а р и а н т ы о т в е т а:

- 1) сила трения, имеющаяся на твердой почве, мешает ему добраться до воды;
- 2) кит задыхается от воздуха;
- 3) вследствие закона Архимеда вес кита в воде оказывается незначительным; на суше выталкивающая сила отсутствует, и кит погибает под действием собственного веса.

В основе решения задачи лежит закон Архимеда, в то же время она построена на нехарактерном для курса физики биологическом материале. Эмпирически-бытовому способу мышления в данном случае соответствует второй вариант ответа, эмпирически-научному – первый вариант, теоретическому (дифференциально-синтетическому) способу мышления соответствует третий вариант ответа.

Обработка тестов включает в себя количественную и качественную составляющие.

Количественная обработка показывает успеваемость школьника, а качественная позволяет оценить стадию сформированности теоретического мышления школьника (эмпирически-бытовая, эмпирически-научная, дифференциально-синтетическая стадии), сделать вывод, какие типы связей (законов) вызывают затруднение у учащихся, и произвести в этом направлении целенаправленную коррекцию. По сути дела такая методика представляет собой диагностику теоретического мышления на конкретном предметном материале, т. е. предметную диагностику теоретического мышления.

В.А. Гуружапов в 1997 г. высказал идею о том, что методы предметной диагностики теоретического мышления школьников должны в равной мере опираться как на традиции исследований мышления с использованием «задач на соображение», так и на достижения в области проектирования квазиисследовательской деятельности учащихся на уроках по конкретным предметам [3]. Для этого тестовые задания по содержанию должны быть аналогом так называемой учебной задачи на обобщение пройденного учебного материала, а

по форме – «задачами на соображение» с тонкими различиями существенных и не существенных признаков объекта.

В учебной задаче на обобщение пройденного материала условием являются не признаки объекта, а способы его преобразования, которые ученик осваивал в учебной деятельности на уроках по определенной теме. А задание заключается в определении типа практической предметной задачи, которая допускает эти преобразования. Возможность решения теста должна быть проблематизирована за счет маскировки существенных признаков преобразования объекта несущественными. Характер маскировки может быть разным в зависимости от целей диагностики и условий ее проведения.

В 2001–2002 уч. г. методику диагностики мышления на предмете математики, основанную на принципах, которые сформулировал В.А. Гуружапов, разработал и внедрил В.Л. Соколов [5].

Двигаясь в этом направлении, мы разработали методику выявления сформированности естественнонаучного мышления школьников на предмете «Биология».

Наша методика включает в себя **три типа тестовых заданий**.

Тип 1. Обобщение по существенному признаку. В данном типе заданий школьникам предлагают объединить несколько разных растений в одну группу по существенному признаку.

П р и м е р.

«Перед вами четыре растения. По крайней мере три из них можно объединить в группу по одному существенному признаку. Найдите этот признак и определите растение, которое нельзя объединить с другими растениями по этому признаку. На бланке ответов отметьте галочкой это лишнее растение и укажите признак, по которому вы объединили остальные растения. Если такого растения нет, то поставьте галочку напротив пункта “Нет такого растения”».

1. Арахис.



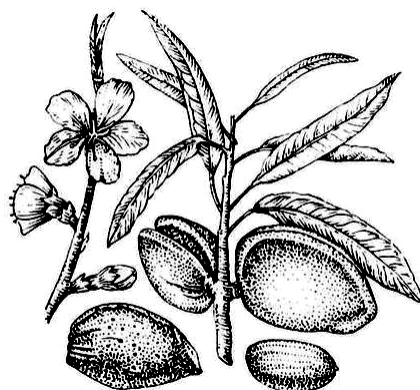
2. Фисташка.



3. Лещина.



4. Миндаль.



Для того чтобы правильно ответить на данный вопрос необходимо проанализировать признаки разных видов плодов растений. Правильный ответ с теоретических позиций: лишнее растение – арахис, потому что его плоды относятся к бобам, тогда как плоды остальных растений являются орехами.

Типичные ответы школьников:

«Лишний – арахис. У арахиса мягкая кожа» (Кирилл К., IX класс).

«Лишний – арахис. У арахиса плоды созревают под землей» (Дарья Р., VII класс).

«Лишнее – лещина. Все остальные растения производят орехи» (Сергей Н., IX класс).

«Нет лишнего растения. Это все орехи» (Ольга Е., VIII класс).

Тип 2. Классификация. В данном типе заданий школьникам демонстрируют одно растение и предлагают определить, к какому виду растений оно относится.

Пример.

«Посмотрите на фотографию. Это кактус, растущий в пустынях Соноры, в Аризоне и Калифорнии. Определите, является ли он травой, кустом или деревом, и объясните почему».



Для того чтобы правильно ответить на данный вопрос, необходимо вспомнить и проанализировать признаки травы, куста и дерева. Правильный ответ с теоретических позиций: кактус – это трава, потому что он не имеет кроны, его ствол не древесный, и

фотосинтез происходит по всей поверхности растения. В житейском же представлении все, что высокое, является деревом.

Типичные ответы школьников:

«Это трава, так как кактусы относятся к траве. Хотя это и большой кактус, все равно трава» (Алексей П., VII класс).

«Трава, потому что вид растения вне зависимости от размера не изменяется» (Денис Н., VIII класс).

«Дерево, из-за своей высоты» (Данила Б., VII класс).

«Данный кактус можно назвать травой, так как его побеги являются одновременно и стволами, и листьями. У деревьев и кустарников, в отличие от этого кактуса, ствол одревенелый и присутствуют листья» (Катя С., IX класс).

«Кактус – это куст, так как он растет в пустыне Соноры, а там трава и деревья не могут расти из-за неподходящих для них погодных условий (Николай М., VII класс).

Тип 3. Качественная оценка. В данном типе заданий вводится новый параметр, связанный с пониманием школьниками смысла культивации растений, – надо определить тип растения и необходимость сельскохозяйственных действий с ним.

Пример.

«Перед вами три сельскохозяйственные культуры. Все они – клубнеплоды (растения, у которых на подземных стеблях или боковых корнях образуются клубни). В сельском хозяйстве есть два вида культивирования растений-клубнеплодов: разрыхление почвы и окучивание. Посмотрите на иллюстрации и определите, какие из двух действий требуются для выращивания каждого из растений.

Разрыхление почвы – рыхление почвы с целью улучшения доступа воздуха и воды только к корням растения.

Окучивание – приваливание земли к стеблю с целью предоставить отросткам от стебля растения большее количество питательных веществ».

1. Картофель
(семейство пасленовых).



2. Батат, или сладкий картофель
(семейство вьюнковых).



3. Топинамбур, или земляная груша
(семейство сложноцветных).



4. Варианты ответа:

- 1) картофель – разрыхление почвы;
- батат – разрыхление почвы;
- топинамбур – окучивание;

2) картофель – окучивание;
батат – разрыхление почвы;
топинабур – окучивание;

3) картофель – окучивание;
батат – окучивание;
топинабур – разрыхление почвы.

Для того чтобы правильно ответить на данный вопрос, необходимо проанализировать, из какой части растения образованы клубни, и определить, что им требуется: питательные вещества или микроклимат.

Правильный ответ с теоретических позиций: клубни картофеля образованы из стебля, стеблю нужны питательные вещества, следовательно, сельскохозяйственное действие, нужное картофелю, – окучивание; клубни батата образованы из корней, корням важен микроклимат, следовательно, сельскохозяйственное действие, нужное батату, – разрыхление почвы; клубни топинамбура образованы из стебля, стеблю нужны питательные вещества, следовательно, сельскохозяйственное действие, нужное топинамбуру, – окучивание. Однако второе название батата (сладкий картофель) может ввести в заблуждение школьника, рассуждающего эмпирически, и заставить его по сходству названия объединить батат с картофелем в один тип культивирования.

Обработка результатов проведения методики состоит из двух частей – количественной и качественной. Количественная обработка заключается в арифметическом подсчете правильных и неправильных ответов на задания методики. Качественная обработка заключается в экспертной оценке объяснений ответов школьников и классификации по шкале.

В 2005 г. в московской школе №1257 в VII–IX классах (100 испытуемых) мы провели обследование школьников с помощью нашей методики, результаты приведены в таблице.

Т а б л и ц а

Классы	Теоретическое осмысление	Смешанные представления	Житейские представления
VII	10%	30,5%	59,5%
VIII	6,5%	46,5%	47%
IX	15%	40%	45%

Объяснения, данные школьниками, в большинстве случаев нельзя признать научными, потому что они опираются на случайные детали и упускают из поля зрения существенные элементы (от 45% до 60% обследованных школьников во всех классах)

У той же группой детей мы провели исследование структуры интеллекта по Р. Амтхауэру и проверили корреляцию между результатами, полученными с помощью нашей методики, и результатами исследования структуры интеллекта.

Значимой корреляции между обоими результатами не обнаружилось.

Проведенное нами исследование позволяет сделать следующие выводы.

1. Созданную нами методику можно использовать для оперативного выявления проблем развития естественнонаучных представлений школьников.
2. Общий интеллектуальный уровень развития при существующих программах по биологии не влияет на развитие естественнонаучных представлений.
3. Современная общеобразовательная школа дает обширную базу знаний по предмету, но не позволяет в полной мере развить естественнонаучное мышление школьников. Развитие естественнонаучного мышления требует изменений, прежде всего, в содержании соответствующих учебных предметов.

Литература

1. *Берулава Г.А.* Диагностика и развитие мышления подростков. Бийск, 1993.
2. *Вайзер Г.А.* Активные способы работы школьников над задачами по физике // Нетрадиционные способы оценки качества знаний школьников: Психолого-педагогический аспект / Под ред. Е.Д. Божович. М., 1995.
3. *Гуружапов В.А.* К вопросу о предметной диагностике теоретического мышления детей в развивающем обучении (система Эльконина – Давыдова) // Психологическая наука и образование. 1997. № 4.
4. *Менчинская Н.А.* Психология решения арифметических задач // Проблемы обучения, воспитания и психологического развития ребенка / Под ред. Е.Д. Божович. М., 2004.
5. *Соколов В.Л.* Развитие теоретического мышления младших подростков в квазиисследовательской деятельности на уроках математики // Психологическая наука и образование. 2002. № 4.

On the method of identification of development of scientific thinking among school pupils

G.R. Zavalov,

*psychologist, department of museum programs, the State Tretyakov Gallery,
zavalov@gmail.com*

The contribution analyzes the author's method of identification of development of scientific thinking among school pupils on the example of biology, which included three types of test tasks: on generalization by a significant characteristic, classification and qualitative evaluation. The method was tested on 37 pupils of VII grades, 40 pupils of VIII grades and 30 pupils of IX grades of Moscow gymnasium №1257. The pupils were assessed for intellectual development using the R.Amthauer's intelligence structure test. The results of our method do not have a significant correlation with the results of the R.Amthauer's intelligence structure test. The following conclusions were made: the created method can be used for operative identification of problems of development of scientific perceptions of school pupils; the general intellectual level of development in existing programs in biology does not influence the development of scientific perceptions; modern general education school gives a broad base of knowledge on the subject but does not allow to fully develop the scientific thinking of school pupils. Development of scientific thinking demands changes firstly in the content of existing school subjects.

Keywords: scientific thinking, diagnostics, developmental education.

References

1. *Berulava G.A.* Diagnostika i razvitie myshleniya podrostkov. Biisk, 1993.
2. *Vaizer G.A.* Aktivnye sposoby raboty shkol'nikov nad zadachami po fizike // Netradicionnye sposoby ocenki kachestva znaniy shkol'nikov: Psihologo-pedagogicheskii aspekt / Pod red. E.D. Bozhovich. M., 1995.
3. *Guruzhapov V.A.* K voprosu o predmetnoi diagnostike teoreticheskogo myshleniya detei v razvivayushem obuchenii (sistema El'konina-Davydova) // Psihologicheskaya nauka i obrazovanie. 1997. № 4.
4. *Menchinskaya N.A.* Psihologiya resheniya arifmeticheskikh zadach // Problemy obucheniya, vospitaniya i psihologicheskogo razvitiya rebenka / Pod red. E.D. Bozhovich. M., 2004.
5. *Sokolov V.L.* Razvitie teoreticheskogo myshleniya mladshih podrostkov v kvaziisledovatel'skoi deyatel'nosti na urokah matematiki // Psihologicheskaya nauka i obrazovanie. 2002. № 4.