

# Когнитивный мониторинг: диагностика уровня понимания\*

Михаил Евгеньевич Бершадский — профессор Академии повышения квалификации и переподготовки работников образования, кандидат педагогических наук

\* Окончание. Начало в № 2, 2003.

Вернёмся к анализу понятия понимания как психолого-педагогической категории. В том же психологическом словаре, в котором было найдено удовлетворяющее нас операциональное определение понимания, подчёркивается, что понимание определяется когнитивным опытом ученика: «Особенность понимания — субъективное достоинство этого процесса, его обусловленность умственными стереотипами, сформированностью прежнего опыта, а также возможностью осмысления нового, такого, который не был предметно изучен»<sup>1</sup>. Чуть ниже авторы ещё раз возвращаются к обоснованию тезиса, что понимание любых аспектов внешнего мира зиждется на прошлом опыте ученика: «Понимание относится прежде всего к сфере интеллекта, однако оно опирается на индивидуальный эмпирический опыт, запечатлённые нормативно-ценностные образы действительности, оценку на основе некоторого образца, эталона, нормы или принципа»<sup>2</sup>. Таким образом, решающим условием понимания учеником новой информации является его прошлый когнитивный и эмоционально-ценностный опыт. Он создаёт необходимую базисную платформу для понимания. Однако само по себе признание этого факта почти ничего не значит в педагогическом смысле, пока мы не определим те аспекты познавательного опыта, которые должны обеспечить понимание новой информации. Отдавая должное эвристической продуктивности определения понимания как включения информации в прежний опыт, следует заметить, что оно лишь указывает направление, в котором следует искать решение педагогических проблем формирования понимания. Если ограничиться только когнитивными аспектами понимания, то в опыте ученика необходимо выделить:

<sup>1</sup> Дьяченко М.И., Кандыбовия Л.А. Психологический словарь-справочник. Мн.: Харвест; М.: АСТ, 2001. С. 266.

<sup>2</sup> Там же.

- сеть житейских и научных понятий и их значений, известных ученику, знание которых необходимо для понимания новой информации;
- виды связей между понятиями, доступные ученику, с помощью которых он объединяет понятия в семантические сети;
- интеллектуальные операции, которые применяет ученик в ходе познавательной деятельности;
- способы деятельности, интеллектуальные и практические умения, которыми владеет ученик, необходимые для усвоения новой информации.

Перечисленные аспекты когнитивного опыта создают основу для понимания, определяют саму возможность понимания учеником новых понятий и способов деятельности. Поэтому трудно переоценить её значение как необходимого условия успешного обучения. Этот аспект принципиально значим, поэтому я выделяю его как самостоятельную фазу процесса понимания, которую можно назвать состоянием готовности ученика к пониманию или **предпониманием** (состоянием, предваряющим понимание).

Тогда процесс изучения нового учебного материала можно представить как непрерывное восприятие и обработку поступающей информации с помощью известных интеллектуальных операций (сравнение, перекодирование информации, сериации — ранжирование по величине выделенного признака, установление симметричных и асимметричных отношений, классификация, абстрагирование и др.), каждая из которых опирается на уже известные ученику понятия и изученные ранее способы действий. Этот процесс обычно происходит в свернутом виде на подсознательном уровне, но он контролируется сознанием. Об этом говорит

внезапно появляющееся осознание непонимания какого-либо этапа в развитии нового материала. Тогда включаются механизмы метакогнитивного опыта (произвольного контроля собственной интеллектуальной деятельности) и интеллектуальные операции начинают совершаться осознанно. Об этом свидетельствует вербализация формы рассуждения, ученик начинает мысленно проговаривать выполняемые действия (иногда появляется почти непреодолимая потребность рассуждать вслух). Непонимание может возникнуть в нескольких случаях:

- в потоке новой информации (речи учителя, тексте учебника, наблюдаемом опыте) содержится понятие, не известное школьнику (или известное понятие употреблено в новом значении), которое не поясняется источником информации;
- в процессе рассуждения без объяснения используются интеллектуальные операции или действия (системы операций), не освоенные школьником;
- понятия в рассуждении соединяются связями, не известными ученику.

Если эти три причины непонимания отсутствуют, то новая информация усваивается учеником в том смысле, что она встраивается в семантическую сеть известных понятий с помощью известных способов связи. Очевидно, что этот процесс можно представить как развитие знания, выяснение причин его происхождения (генезис знания). Полагаю, что эта стадия процесса усвоения — понимание закономерностей возникновения и развития нового знания — является центральным, наиболее важным его этапом, создающим основу для формирования новых когнитивных схем, расширяющих возможности ученика адекватно реагировать на разнообразные виды информации. Поэтому, на мой взгляд, целесообразно выделить его как вторую самостоятельную фазу понимания — фазу **генетического понимания** новой информации. Мне кажется, что это название удачно подчёркивает суть данного процесса.

Итак, в процессе усвоения новой информации ученик может перейти в одно из двух состояний — понимания или непонимания изучаемого учебного материала. В первом случае информация усваивается с помощью наличных интеллектуальных средств. Такое усвоение американский психолог Р. Мунней назвал ассимиляцией информации<sup>3</sup>. Оно приводит к накоплению информации, но не сопровождается интеллектуальным развитием. По терминологии Л.С. Выготского, ему соответствует обучение в зоне актуального развития. Во втором случае информация не может быть встроена в семантическую сеть с помощью известных ученику интеллектуальных процедур, поэтому сами эти процедуры должны быть изменены, аккомодированы (по терминологии Р. Муннея) к новой информации и способам действий. Чтобы процесс аккомодации сопровождался пониманием, необходимо разложение новой осваиваемой процедуры на ряд элементарных операций или известных действий, имеющих место в когнитивном опыте учащегося, т.е. использовать уже описанную выше схему понимания, но применительно к процессуальным составляющим познавательной деятельности. **В результате понимание можно определить как два взаимосвязанных и взаимообусловленных процесса:**

<sup>3</sup> См.: *Разумовский В.Г.* Развитие творческих способностей учащихся в процессе обучения физике. М.: Просвещение, 1975. С. 80–81.

- **ассимиляция информации с помощью наличных когнитивных схем;**
- **аккомодация познавательного опыта путём трансформации уже известных или формирования новых интеллектуальных действий и когнитивных схем.**

Я уже подчёркивал, что процесс понимания часто происходит на подсознательном уровне, поэтому возникшее понимание переживается учеником как определённое психическое состояние уверенности в правильности полученных выводов (именно этот аспект понимания выделяется в одном из определений, которые мы анализировали ранее). Однако сам факт переживания учеником этого состояния нельзя рассматривать как объективное свидетельство понимания, так как оно может быть ложным (учитель не выделил в явном виде используемые операции или применил понятие, не указав значение, в котором он его использовал, а ученик применил известные ему средства, не соответствующие в данном случае

предмету познания, считая свои действия правильными). Поэтому состояние понимания необходимо объективировать (сделать доступным наблюдению и изучению) с помощью средств диагностики. К характеристике этого процесса мы вернёмся чуть позже, а сейчас попробуем описать дальнейшие трансформации информации после понимания генезиса нового знания.

В ходе описанного выше этапа устанавливаются связи между уже известными понятиями и новыми элементами знаний (понятия и их признаки, отдельные операции, действия). Но каждый из этих новых элементов существует и приобретает смысл не только в связи с тем, что уже известно. По мере изучения нового материала новые элементы начинают связываться и между собой, образуя новую понятийную сеть с присущими ей связями между понятиями и операциями, разрешёнными в ней. В результате предметом понимания становится структура нового знания, взаимосвязи между его элементами. Поэтому, по-видимому, необходимо выделить третий этап в развитии понимания — **фазу структурного понимания**. Можно предположить, что в определённом смысле эта фаза эквивалентна процессу формирования ориентировочной основы действий второго типа по терминологии П.Я. Гальперина или зарождению новой когнитивной схемы в интерпретации У. Найссера, которая затем сама станет интеллектуальным орудием описания определённой предметной области (средством ассимиляции информации определённого вида).

Но на этом процесс понимания не заканчивается, так как изученная система понятий и действий не является изолированным образованием, её истинное значение раскрывается только после того, как будет определено её место в общей подсистеме понятий и действий, описывающих изучаемую предметную область. Этот аспект понимания прекрасно выразил Э.Н. Гусинский в следующей фразе: «Понимание есть системное качество, его наличие означает включённость объекта понимания во все неисповедимые внутренние связи сложившейся системы моделей, и глубина понимания определяется степенью включённости объекта в общий контекст. Понимание позволяет построить объяснение, трактующее предмет в его целостности и в его включённости в систему связей культуры»<sup>4</sup>. Таким образом, необходимо выделить ещё один этап в развитии понимания — **фазу системного понимания**.

<sup>4</sup> Гусинский Э.Н. Построение теории образования на основе междисциплинарного системного. М.: Школа, 1994. С.130.

Говоря о третьей и четвёртой фазах процесса понимания, я хотел бы подчеркнуть, что речь идёт не о применении учеником изученной системы понятий, а именно о понимании структуры усваиваемого знания и его места в общем когнитивном опыте ученика, т. е. об осознании средствами метакогнитивного контроля связей между всеми элементами структуры. Возможно ли такое осознание без попыток применить полученную системную информацию? Этот вопрос на данной стадии исследования я оставляю открытым, так как у меня нет однозначного ответа на него. Отсюда следует, что пока преждевременно говорить и о мониторинге этих (особенно четвёртой) фаз понимания.

Попробую представить развитие процесса понимания на схеме (см. рис. 1). Изобразим в нижней части схемы зону актуального когнитивного опыта, состоящую из применяемых учеником когнитивных схем, содержание которых расшифровывается с помощью надписей внутри эллипсов. С помощью известных ученику связей между понятиями, операций и действий (ИСОД) он устанавливает связи с новыми понятиями (НП). В этом случае понятие ассимилируется ребёнком, встраиваясь в его когнитивный опыт. Если же какие-либо из названных выше составляющих когнитивного опыта ученику не известны, то для понимания процесса образования понятия необходимо аккомодировать когнитивные схемы, введя в них новые составляющие. Связи между новыми понятиями и когнитивным опытом изображены на схеме соединительными линиями различных видов. Ассимиляция понятий и способов действий и аккомодация когнитивных схем для восприятия нового типа информации образуют фазу генетического понимания. В процессе дальнейшего изучения темы в сознании ученика новые понятия начинают связываться между собой в новую когнитивную схему С1, соответствующую новой предметной области. Этот процесс был ранее назван *структурным*

пониманием. Наконец, на последнем этапе системного понимания устанавливаются осознаваемые известные связи между множеством новых когнитивных схем С1, С2 ..., которые входят в когнитивный опыт учащегося, образуя новую зону актуального развития.

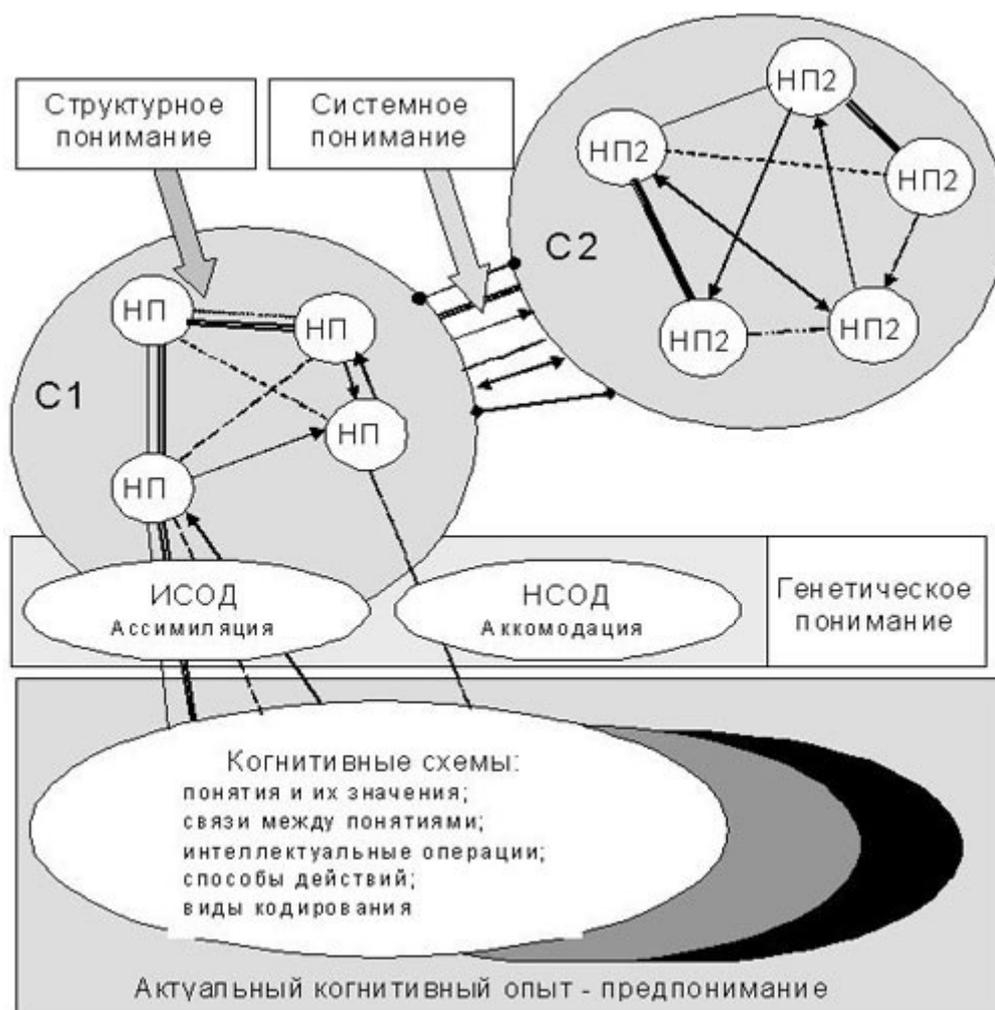


Рис. 1

С педагогической точки зрения все приведённые выше рассуждения имеют смысл только в том случае, если названные фазы процесса понимания можно объективировать с помощью экспериментальных процедур (диагностики).

Рассмотрим возможные средства диагностики фазы предпонимания. В этой области можно выделить две группы информации. Одна из них представляет собой когнитивную основу любой интеллектуальной деятельности независимо от предметного содержания. Эти первичные когнитивные способности имеют в основном нейрофизиологическую природу, хотя, как и большинство человеческих способностей, они поддаются тренировке и совершенствованию. Вторая область в определённой степени является результатом непроизвольного и преднамеренного обучения в течение всей жизни человека. Очевидно, что по мере накопления когнитивного опыта (увеличения объёма понятий, формирования понятийных и семантических полей, усвоения способов деятельности и формирования когнитивных схем) данная область начинает оказывать всё возрастающее влияние на эффективность процесса обучения. Таким образом, для прогнозирования понимания учеником нового учебного материала необходима информация об актуальном уровне формирования обеих составляющих когнитивной сферы личности ученика.

Рассмотрим более подробно первую область первичных базовых когнитивных способностей. К ней относится информация о когнитивных параметрах, не связанных прямо с учебной деятельностью по изучению определённой предметной информации:

- уровень развития интеллекта, структура интеллекта (вербальный, математический, пространственный интеллект);
- система логических операций (сравнение, сериация, классификация, отождествление и различение, обобщение и т. д.) и умственных действий, с помощью которых ученик воспринимает и перекодирует информацию, устанавливает её связи с уже известными знаниями;
- стратегии формирования понятий (сканирование или сосредоточение), умение выделять признаки понятий;
- умение совершать индуктивные умозаключения;
- умения совершать дедуктивные умозаключения.

Данные о большинстве перечисленных выше характеристик можно получить с помощью тестов интеллекта, которые и предназначены для диагностики базовых интеллектуальных свойств. Существует большое число тестов для измерения IQ. Для школьного мониторинга подходят далеко не все. Разумеется, тест должен представлять собой серьёзный научный инструмент, прошедший стандартизацию и валидизацию и обладающий высокой надёжностью. Однако специфика школьного мониторинга, который проводят учителя, не обладающие специальной психологической подготовкой, и в котором принимает участие большое число детей, имеет дополнительные ограничения. Во-первых, тест должен быть максимально информативен, предоставляя не только интегральную характеристику интеллекта, но и позволяя получить информацию о его структуре, об отдельных интеллектуальных операциях. Во-вторых, тест должен предъявлять минимальные требования к квалификации пользователя. Желательно, чтобы задания текста содержали письменную инструкцию к их выполнению, не требующую вмешательства учителя для разъяснения заданий и для определения успешности их выполнения. В-третьих, тестовые задания должны позволять проводить групповое обследование, не требующее индивидуального собеседования с каждым учащимся. Поэтому приходится отказаться от использования наиболее известного и информативного теста Векслера, так как он предполагает непосредственное участие учителя в процедуре тестирования. Среди оставшихся тестов более всего отвечает поставленным условиям тест структуры интеллекта Р. Амтхауэра. Он даёт интегральную характеристику интеллекта и позволяет определить уровни вербального, пространственного и математического интеллекта, а также позволяет оценить возможности кратковременной памяти. Тест состоит из 9 субтестов.

Первый субтест предназначен для исследования индуктивного мышления и чутья языка. Ученик должен завершить предъявленное ему предложение одним из приведённых слов. Вот пример одного из заданий:

«Противоположным слову *никогда* будет слово ...?»

а) часто; б) многократно; в) случайно; г) иногда; д) всегда».

С помощью второго субтеста исследуется способность к абстрагированию и оперированию понятиями, заданными в вербальной форме. В задании приведён список из пяти слов, четыре из которых объединены по некоторому категориальному признаку, а одно является лишним. Учащийся должен обнаружить это лишнее слово. Ниже приведены примеры первых двух заданий данного субтеста:

«а) строгать; б) есть; в)шить; г) пилить; д) ковать;

а) площадь; б) размер; в)объём; г) продолжительность; д) ширина».

Третий субтест предназначен для типов связей между понятиями, которые может обнаружить учащийся. В каждом задании ученику предлагаются три слова. Два первых понятия находятся в определённом отношении друг с другом. Ученик должен понять это отношение и среди пяти приведённых в задании слов найти такое, которое находится в таком же отношении с третьим понятием:

«Найти: потерять = вспомнить : ...?»

а) сохранить; б) отказаться; в) забыть; г) думать; д)мечтать.

Врач : хирург = металлург : ...?»

а) мартен; б) чугун; в) огонь; г) сталевар; д) плавка».

С помощью заданий четвёртого субтеста оцениваются способности выделять общие

признаки понятий и относить их к определённой категории. В каждом задании ученику предъявляются два слова и он должен обозначить их общим понятием. Ответ ученика не может быть оценён однозначно, поэтому в инструкции для проводящего тест к каждому из заданий приведены списки слов, которые могут быть оценены в 2 балла (выделены наиболее существенные признаки), в 1 балл — выделены менее общие признаки, в 0 баллов — выделены случайные признаки или ответ не дан. Субтест содержит 16 заданий, на выполнение которых отводится 8 минут. Приведу два примера заданий данного вида: «Сахар — алмаз. Дождь — снег».

Очевидно, что в первом примере обобщающим понятием является «кристаллы», а во втором — «осадки».

Из приведённых примеров видно, что в качестве базовых интеллектуальных характеристик тест интеллекта выделяет именно умения выделять разнообразные связи между понятиями, в которых и проявляются основные интеллектуальные операции.

Эти умения можно исследовать и с помощью специальной методики, не прибегая к применению тестов интеллекта. Исходная психологическая методика, названная «Логика связей», основана на предъявлении ученику житейских понятий. Приведу фрагмент её описания, содержащий инструкцию и задания, заимствованный из одной работы по психодиагностике<sup>5</sup>.

<sup>5</sup> Практикум по общей, экспериментальной и прикладной психологии: Учеб. пособие. СПб.: Питер, 2000. С. 161–163.

### **Инструкция**

Первые шесть пар слов, снабжённых цифрами от единицы до шести, задают определённые типы связей между понятиями. Определите аналогичные типы связей в остальных парах слов и укажите для каждой пары номер соответствующего примера, в котором задан тот же тип связи, что и для данной пары слов.

#### *Шифр:*

- I. Овца — стадо
- II. Малина — ягода
- III. Море — океан
- IV. Свет — темнота
- V. Отравление — смерть
- VI. Враг — неприятель

#### *Задание:*

- 1. Испуг — бегство
- 2. Месть — поджог
- 3. Физика — наука
- 4. Десять — число
- 5. Правильно — верно
- 6. Плакать — реветь
- 7. Грядка — огород
- 8. Глава — роман
- 9. Пара — два
- 10. Покой — движение
- 11. Слово — фраза
- 12. Смелость — геройство
- 13. Бодрый — вялый
- 14. Обман — недоверие
- 15. Свобода — воля

16. Прохлада — мороз
17. Страна — город
18. Пение — искусство
19. Похвала — брань
20. Тумбочка — шкаф

Очевидно, что в шифре заданы в неявном виде различные типы связей между понятиями (часть — целое, род — вид, степень, антонимы, причина — следствие и синонимы). Ученик должен их обнаружить и применить для решения задания. Методика очень информативна и даёт высокие корреляции с успешностью обучения. Низкие результаты, полученные учеником по данному тесту, вскрывают одну из причин плохой обучаемости — ученик не в состоянии обнаружить связи между понятиями, поэтому процесс обучения для него представляет собой механическое заучивание материала. Никто не мешает учителю провести данный тест с предметными понятиями преподаваемой им области знаний, получив информацию о том, как ученик связывает именно предметную информацию (ученики с образным типом мышления обнаруживают связи между житейскими понятиями, но не могут этого сделать для научных понятий). Хочу предупредить читателя, заинтересовавшегося данной методикой, что в тексте цитируемой работы приведены ошибочные ответы на некоторые задания.

Трудности в понимании процесса формирования новых понятий могут быть связаны и с тем, что школьник не может выделить признаки, на основании которых формируется понятие, или использует неправильные стратегии. Психологи выделили четыре стратегии: одновременное сканирование; последовательное сканирование; рискованное сосредоточение; консервативное сосредоточение. Лишь одна из них — консервативное сосредоточение — обязательно приводит к успеху. Особенности процесса формирования понятий можно изучить с помощью множества геометрических фигур, изображённых на рисунке 2. Попросите ребёнка сформировать некоторое множество понятий на основе предложенных ему фигур или с помощью вопросов, на которые вы можете ответить лишь *да* или *нет*, отгадать предложенное вами понятие, и вы сможете надёжно спрогнозировать отсутствие (или неизбежное наличие) трудностей при понимании процесса формирования научных понятий. Большинство детей, испытывающих трудности при усвоении теоретических понятий, не могут указать признаки, предъявленные на рисунке (размер, цвет, форма).

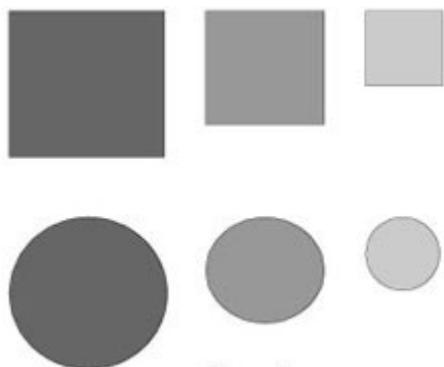


Рис. 2

К сожалению, в нашем обществе мы привыкли считать силлогистическое мышление чем-то второстепенным, превознося мышление творческое. Однако попробуйте сформировать в сознании ребёнка поисковую когнитивную схему любого изучаемого на уроке метода, если ученик не способен к силлогистическим умозаключениям. На самом деле она всегда реализуется через цепочку классических силлогизмов. Диагностика соответствующих умений может быть проведена в виде прямых вопросов, предлагающих школьнику завершить фигуру силлогизма. Полезным дополнительным заданием, позволяющим ответить на основной вопрос, является задание на изображение фигур Эйлера для заданных понятий.

Ко второй области относятся понятийные и семантические сети житейских и научных

понятий, владение общими и частными методами познания, виды кодирования информации:

- множество житейских понятий, объединённых в семантические сети, связанные с теми явлениями, понятиями и величинами, которые будут изучаться в рамках темы;
- множество научных понятий (предметных и общенаучных), необходимых для восприятия новой информации на уровне её понимания (объединение известных и новых понятий в семантические сети на основе освоенных учеником логических операций);
- множество понятий, операций, действий и методов из других предметных областей, которыми владеет ученик, необходимых для восприятия и понимания новой информации. Например, для учителя физики чрезвычайно важна информация об усвоении учащимися математических понятий и методов, которые необходимы для построения математических моделей физических явлений и применения физических методов;
- виды кодирования информации в сознании учащегося;
- общенаучные и частные методы, которыми владеет ученик, уровень владения операционным составом деятельности по применению методов.

Кратко опишем основные способы получения выделенных выше видов информации. Наиболее оптимальным по затратам времени и трудоёмкости проверки способом исследования семантических полей житейских понятий является метод свободных ассоциаций. Перед изучением новой темы в конце одного из уроков учитель зачитывает (проектирует на экран) понятия, значения которых его интересуют, и просит учащихся, не раздумывая, написать первые пришедшие им в голову слова (4–5 слов). Понятия, написанные учащимися, достаточно точно отражают круг значений тех терминов, которые интересуют учителя. Иногда можно получить совершенно удивительную и неожиданную информацию о значении, которое ученик придаёт тем или иным понятиям. Например, на уроках физики мне неоднократно приходилось сталкиваться с самым различным толкованием понятия перемещения: телепортация, телекинез, путешествие во времени.

Усвоение научных понятий можно проверить с помощью стандартных приёмов, известных каждому учителю. Для восприятия нового материала необходимо знание учащимися значений некоторых понятий, с помощью которых будет строиться сообщение новой информации, на уровнях узнавания и воспроизведения. Достижение учащимися первого уровня диагностируется с помощью заданий с выбором ответа (из предложенных формул выбрать ту, которая является математическим определением заданной величины, выбрать наименование величины, найти график, описывающий заданную зависимость и т.д.). Второй уровень контролируется с помощью диктанта, вопросы которого составлены так, чтобы проверить усвоение учащимися тех понятий и их характеристик, знание которых необходимо для усвоения нового (сформулировать определение, указать существенные признаки, назвать и определить единицы измерения, нарисовать график, назвать прибор для измерения и указать погрешность измерения и т.д.).

Для изучения видов кодирования, которые использует ученик при хранении физической информации, можно применить задание на перекодирование информации из одной формы представления в другую. Например, по заданной математической модели явления изобразить символический образ установки для его изучения.

Описанные выше задания в целом позволяют достаточно обоснованно судить о степени готовности учащихся к пониманию новой информации.

А теперь поговорим о диагностике этапа генетического понимания. Существуют разнообразные приёмы, применяя которые можно убедиться в том, понимают ли дети учебный материал.

1) *Задание на реконструктивное воспроизведение учебной информации (изложение).* Учащийся в ответ на предъявленный вопрос пишет развёрнутое объяснение учебного материала с обоснованием всех логических шагов, необходимых для его развития. Эта форма проверки является наиболее информативной, но требует много времени для проведения и наиболее трудоёмка при проверке работ учащихся. К её более подробному описанию я вернусь чуть позже.

2) *Задание «вставьте пропущенное слово».* Этот приём основан на известной психологической методике исследования трудности текста, отражающей уровень понимания прочитанного. В тексте, содержащем фрагмент полного развёрнутого изложения учебного материала, каждое пятое слово (или седьмое — в более простом варианте) заменяется прочерком. Ученик, читая текст, должен вставить пропущенное слово или его синоним. Эксперимент показал, что учащийся, не понимающий текст, не в состоянии правильно заполнить пропуски. Поэтому данное задание может служить надёжным индикатором понимания учеником учебного материала. Диагностика занимает 3–5 минут, работы учащихся проверяются очень быстро, но данный приём оказывается менее информативен, чем изложение, так как с его помощью трудно надёжно определить именно ту информацию, которую не понял ученик. Кроме этого, подготовка и тиражирование заданий для учащихся являются весьма трудоёмкими и дорогостоящими процедурами.

3) *Задание «расположите в нужном порядке».* Данный приём в определенной степени является разновидностью предыдущего. Последовательный текст, содержащий изложение учебного материала, разбивается на предложения (каждое из них имеет порядковый номер), которые затем размещаются в задании для ученика в произвольном порядке. Ученик должен восстановить порядок, соответствующий логике развития материала, и указать правильную последовательность номеров предложений. К сожалению, недостатки этого приёма те же, что и у предыдущего.

Эксперимент показал, что корреляция между результатами выполнения описанных выше заданий составляет  $0,82 \pm 0,2$  (для заданий 1–2) и  $0,79 \pm 0,2$  (для заданий 1–3), поэтому можно предположить, что эти задания идентифицируют одинаковые или близкие состояния учащихся.

Следующие четыре типа заданий позволяют исследовать более детально понимание учащимися различных видов связей между отдельными понятиями в изученном материале. Первые три вида заданий соответствуют типичным заданиям, содержащимся в тестах интеллекта, поэтому я не буду их комментировать. Последнее задание из этой группы предназначено для контроля понимания силлогистических умозаключений, содержащихся в тексте.

4) *Задание «определите тип связи».* Учащимся предлагаются несколько предложений текста, и они должны указать тип логической связи между ними.

5) *Задание «найдите аналогию».*

6) *Задание «исключите понятие».*

7) *Задание «диаграмма Эйлера».* Учащемуся предъявляется некоторое множество понятий и он должен указать соотношение между ними с помощью диаграммы Эйлера.

Несколько особняком стоит задание на перекодирование информации, т. е. на исследование понимания того, что одна и та же информация может быть представлена в различных формах. В тексте задания информация предъявляется в одной из пяти форм (образной, вербальной, графической, знаковой, символической). Учащийся должен перекодировать её в заданную форму.

Вернёмся к изложению как наиболее информативному приёму диагностики фазы генетического понимания. Мне часто приходится слышать возражение, что изложение основано на репродукции выученного учеником материала. Это не так. Дело в том, что ни один из современных учебников не содержит полного (включая все связи между понятиями и логические операции по их обоснованию) объяснения нового материала. Ученик не в состоянии дословно записать весь текст объяснения учителя. Поэтому, зная о предстоящем изложении, он дома в процессе подготовки к нему вынужден реконструировать всю логику изложения материала, вербализуя, а следовательно, и осознавая все обнаруженные им связи и отношения между понятиями. То, что не опознано когнитивными схемами ученика, находится за пределами его понимания, и это сразу же отражается в его работе. Чтобы не быть голословным, приведу несколько выдержек из изложений, написанных моими учениками.

Из работы ученика 9-го класса Ивана Т.: «Сближение двух тел к друг другу только могут происходить с телами сферической формы, эти тела сближаются с помощью тока или грави-

тации, которые проходят через гравитационные поля... Эти теории говорят о том, что тела взаимодействуют через гравитационные поля далеко от тела будут притягиваться медленнее друг к другу, происходит теория ближкодействия и тела притянутся друг к другу быстрее, чем с теорией о дальнодействии». Чтобы читатель (не физик) смог понять, какую бездну информации о процессах мышления ученика содержит этот отрывок, кратко объясню, что должно было содержаться в его ответе. На предыдущем уроке я пытался объяснить детям сущность гипотезы о гравитационном взаимодействии масс посредством гравитационного поля. Издавна существовали две гипотезы о механизме взаимодействия, получившие названия *теории дальнодействия* и *теории ближкодействия*. Согласно первой тела взаимодействуют непосредственно между собой, никакого переносчика взаимодействия от одного тела к другому не существует, поэтому это взаимодействие может осуществляться бесконечно быстро. Вторая теория предполагает, что существует некий реальный объект, распространяющийся от одного тела к другому и оказывающий воздействие на последний. Ни один реальный объект не может распространяться с бесконечной скоростью, поэтому взаимодействие между телами будет осуществляться спустя некоторый промежуток времени. В процессе объяснения я привлекал аналогию с электростатическим взаимодействием заряженных тел, для объяснения механизма которого можно сформулировать те же гипотезы. Наконец, закон всемирного тяготения, который позволяет рассчитать силу взаимодействия между телами, обладающими массами, верен только для тел сферической формы или материальных точек. А теперь, уважаемый читатель, ещё раз прочтите текст ученика. Он использовал практически все нужные термины, но умудрился употребить их, перепутав все объективные связи между понятиями. У него есть и тела сферической формы, и аналогия с электрическими явлениями, и время взаимодействия, и названия теорий, но всё это представляет собой бессмысленную мешанину понятий. Можете вы обвинить ученика, что он не пытался разобраться в изучаемом материале? Можете ли вы вынести обоснованное заключение об уровне понимания им изученного?

Приведу ещё несколько примеров из практики личного преподавания в 8-м классе с углублённым изучением физики. В своих изложениях ученики пытались дать письменные ответы на некоторые вопросы. Ниже даны выдержки из нескольких работ учащихся:

«В результате столкновения положительный электрон сдвигается и так продолжается дальше» (Николай Х.).

«Двигатель внутреннего сгорания — это двигатель, который превращает пары бензина и воздуха в механическую работу» (Сергей Б.).

«У силы тока можно дать другое название количества электричества» (Сергей Б.).

«Единица измерения линейки является с погрешностью» (Виталий Е.).

«Сила тока равна отношению плоскости, проходящей через поперечное сечение проводника, ко времени, за которое диполи пролетят через это сечение» (Ольга Я.).

Любой практически работающий учитель может привести множество примеров подобной «творческой» бессмыслицы в работах школьников. С точки зрения физики все эти высказывания не имеют смысла, однако ребёнку кажется, что он излагает материал правильно и использует необходимые физические понятия, связывая их друг с другом по определённым правилам. Детей нельзя обвинить в том, что они не выполнили домашнее задание и не выучили учебный материал; в каждом высказывании видна работа мысли ребёнка, они точно отражают уровень понимания школьником физического материала. Очевидно, что ребёнок помнит те понятия, которые он должен связать в определении или суждении. Понятия теплового двигателя и механической работы действительно связаны между собой через объект. Однако ребёнок искажает эту связь, отождествляя физический объект и физическую величину, в его сознании допустимо умозаключение, трансформирующее физический объект в величину. Понятия силы тока и количества электричества действительно связаны между собой, однако эту связь ученик воспринимает как тождество понятий. Скорее всего, это значит, что ребёнок не в состоянии осмыслить и воспроизвести всю цепочку умозаключений, приводящую к понятию силы тока. Погрешность измерения физической величины действительно связана с ценой деления шкалы прибора и результат измерения длины записывается с учётом

погрешности измерения, равной половине цены деления. Для ребёнка эта объективная связь понятий трансформируется в обратную связь единицы измерения (очевидно, что под единицей измерения он понимает в данном случае цену деления) и погрешности. Не погрешность отсчёта определяется ценой деления, а наоборот: ученик не осознаёт причинно-следственных связей понятий. В последнем из приведённых высказываний Ольга Я. пытается дать определение силы тока. Очевидна попытка механического заучивания определения. Эта попытка не удалась, и тогда в сознании ученицы возникают внутренние ассоциации с уже изученным материалом. Она помнит, что понятие силы тока связано с процедурой мысленного рассечения проводника перпендикулярной плоскостью сечения, с переносом через это сечение заряда и временем его переноса, с механизмом протекания тока через проводник. Однако эти исходные суждения функционируют в сознании изолированно, они не связаны логическими операциями, поэтому ребёнок предъявляет данные суждения в произвольном порядке, что в результате приводит к полнейшей бессмыслице в итоговом высказывании.

Конечно, на написание изложений учащимися и на их последующую проверку уходит очень много времени. Но изложение позволяет не только дать интегральный ответ на вопрос о степени понимания учеником изученного материала, но и локализовать с точностью до отдельных связей то место в цепочке умозаключений, которое не понято учеником. Это позволяет определить причины непонимания и оказать ученику адресную помощь. Поэтому я и считаю его наиболее информативным приёмом диагностики фазы генетического понимания. Трудности в его применении можно частично преодолеть, ставя перед учащимися более локальные вопросы и регулируя частоту проведения изложения.