

Михаил Евгеньевич Бершадский, профессор кафедры образовательной технологии Академии повышения квалификации и профессиональной переподготовки работников образования, кандидат педагогических наук

УСЛОВИЯ И СТИМУЛИРОВАНИЕ КОГНИТИВНОГО РАЗВИТИЯ

Быстрое и прочное усвоение знаний, умение быстро найти правильное решение в новой производственной или жизненной обстановке во многом зависят от правильного воспитания внимания, памяти и в особенности мышления учащихся. Но существующие методы обучения почти не обеспечивают сознательной и систематической работы учителя по формированию этих психических деятельностей. При существующей практике обучения они складываются, как правило, стихийно. Учитель, по существу, не знает, чему он учит — каким видам и типам знаний и деятельностей. *Как* ученик при этом действует, как он схватывает — это остаётся вне контроля учителя. Как *должен* учащийся схватить — этого учитель тоже не знает. Можно ли удивляться тому, что 15–20% учащихся при таких методах обучения «не успевают», — писал Г.П. Щедровицкий более 30 лет назад.

Увы, но за истёкшие десятилетия положение практически не изменилось. Ситуация усугубляется тем, что вместо привычных для российского учителя понятий «внимание», «память», «мышление», характеризующих

познавательную сферу человека, в современных исследованиях интеллекта используется термин «когнитивный», описывающий ту же область, но с точки зрения процессов *информационного обмена* индивида с окружающей средой. Поэтому буквальный перевод слова «когнитивный» как «познавательный» вводит в заблуждение. Объект исследования остаётся тем же, а его предмет изменяется. Опыт чтения лекций в различных городах России от Калининграда до Анадыря показал, что большинство практикующих учителей не знакомы с основными понятиями и методами когнитивной психологии, изучающей процессы восприятия, переработки, хранения и использования информации человеком при его взаимодействии с внешним миром, поэтому говорить о том, что учителя способны вести целенаправленную, специально спроектированную работу по когнитивному развитию учащихся, не приходится. И дело даже не в том, что учителя не могут обеспечить когнитивное развитие, а в том, что актуальный уровень этого развития, существенно отличающийся у разных учени-



ков, никак не учитывается при организации учебного процесса. На мой взгляд, это основная причина учебных затруднений, которые затем провоцируют появление множества тяжёлых психологических последствий.

Взаимодействие человека с информацией сильно отличается от полной объективной фиксации воспринимаемых данных. Скорее оно напоминает наблюдение за окружающим миром с помощью кривого зеркала, составленного из различных осколков произвольной формы. Человек воспринимает информацию с помощью доступных ему когнитивных средств, если же эти средства отсутствуют, информация либо не воспринимается, либо частично искажается.

Каждому классу объектов материальной и духовной культуры можно поставить в соответствие определённое множество понятий, объединённых в семантические (смысловые) сети по определённым правилам, присущим данному классу. Это множество, формируясь в сознании человека, начинает выполнять функции когнитивного средства, применяемого для восприятия и анализа поступающей информации. Поэтому восприятие человека — это не пассивное отражение, а активный процесс сбора информации, осуществляемый с помощью специальных психологических орудий, которые американский психолог У. Найссер назвал когнитивными схемами.

Когнитивные схемы

За исключением простейших форм сенсорной ориентировки, присущих организму от рождения, когнитивные схемы формируются в процессе обучения в течение всей

жизни, поэтому опыт, знания, навыки воспринимающего оказывают критическое влияние на полноту восприятия реальных предметов и событий (У. Найссер).

Сказанное выше верно и по отношению к каждому ученику, который воспринимает информацию, поступающую к нему от учителя и от учебных текстов с помощью имеющихся в его распоряжении когнитивных схем. Эти схемы индивидуальны и достаточно сильно отличаются у разных детей. Они делают доступной для восприятия только часть информации, для приёма которой у ученика есть подходящие когнитивные средства. Остальная информация либо полностью игнорируется, либо частично искажается, поэтому восприятие учебной информации очень похоже на детскую игру в испорченный телефон. В результате по различным причинам ученик может не понять некоторую часть информации.

Во-первых, в его сознании вместо научных могут активизироваться житейские значения понятий. Учитывая наличие ассоциативных связей в семантических сетях понятий, активизация житейского значения приводит к возбуждению того участка сети, который не имеет никакого отношения к научным понятиям. В итоге ученик начинает воспринимать информацию искажённо, присваивая научным понятиям атрибуты понятий житейских.

Во-вторых, научные понятия связаны между собой определёнными общелогическими (причинно-следственные, родо-видовые, функциональные и т.д.) и специфически предметными (явление-опыт, опыт-величина, опыт-закон и т.д.) видами связей. Если

какие-либо из них не известны ученику, то понятия, объединяемые этим видом связей, в его сознании существуют отдельно, не образуя фрагмент семантической сети. Восприятие одного из понятий не приводит к активизации значения другого. Текст, содержащий такие понятия, ученик может механически выучить наизусть, не понимая логики его развития и даже не догадываясь, что эта логика в тексте существует. Выучивание логически упорядоченного текста — занятие скучное и бессмысленное, содержание заучивания обычно стирается из памяти после первого воспроизведения.

В-третьих, развитие нового учебного материала всегда сопровождается применением некоторых приёмов, общих и частных методов познания, логических операций, способов выполнения различных действий. Каждая из этих процедур представляет собой определённый способ преобразования информации. Для встраивания новой информации в уже имеющуюся у ученика систему знаний необходимо, чтобы в его сознании *существовали когнитивные схемы, соответствующие каждой применяемой процедуре. Если же эти схемы отсутствуют, то способ получения новой информации учеником понят быть не может.*

В-четвёртых, ученики обладают разным уровнем интеллектуальной лабильности (подвижности), которая определяет скорость переработки новой информации. При низком уровне лабильности ученик оказывается медлительным и для усвоения новой информации ему нужно значительно больше того времени, которое отводится программой, поэтому в условиях традиционного школьного обу-

чения он оказывается хронически неуспешным. Учителя столь же традиционно объясняют это состояние ученика ленью, отсутствием интереса к учёбе, нерадивостью, даже не пытаются отыскать истинные причины столь печального положения дел.

Можно привести и другие причины, связанные с особенностями и уровнем когнитивного развития ребёнка, которые провоцируют затруднения в усвоении учебной информации. Дело не в количестве этих причин, а в том, что все они на технологическом уровне, на уровне осознанного принятия решений игнорируются учителем в традиционном учебном процессе.

Таким образом, современный этап развития российского школьного образования характеризуется фундаментальными противоречиями, связанными с необходимостью создать систему образования, способную обеспечить переход к когнитивному обществу. Однако сегодня практически отсутствуют статистически значимые, достоверные и объективные данные об уровне когнитивного развития российских школьников, не разработана дидактическая теория, на основе которой можно проектировать технологичный учебный процесс, обеспечивающий когнитивное развитие учащихся; практикующие учителя не обладают необходимыми знаниями и умениями ни для мониторинга когнитивного развития учащихся, ни для проектирования содержания обучения и обучающих процедур на основе его данных. Для решения этих проблем и была разработана когнитивная образовательная технология. В её основе лежат несколько теоретических положений и идей.



Положение первое

Для когнитивного развития учащихся в ходе учебного процесса необходимо, чтобы содержание обучения, применяемые учителем методы, формы, средства и приёмы обучения соответствовали актуальному уровню когнитивного развития каждого ученика. Для изучения актуального уровня когнитивного развития разработана система мониторинга, включающего диагностику четырёх составляющих когнитивной сферы: базовые когнитивные характеристики интеллекта, имеющие, в основном, нейрофизиологическую природу; общеучебные (метапредметные) умения; межпредметные знания и умения; предметные знания и умения.

Базовые когнитивные характеристики интеллекта

Для исследования структуры и уровня актуального развития базовых когнитивных характеристик интеллекта разработана когнитивная модель ученика, которая содержит следующие характеристики когнитивной сферы: уровень развития и структура вербального интеллекта; уровень развития и структура математического интеллекта; уровень развития и структура пространственного интеллекта¹; уровень развития кратковременной памяти; стратегии формирования абстрактных геометрических понятий; уровень развития дедуктивного мышления; длительность удержания произвольного внимания; уровень

¹ Для первых трёх характеристик возможна более тонкая структура, основанная на отдельных операциях вербального, математического и пространственного интеллекта, диагностируемых с помощью различных субтестов теста Амтхауэра.

интеллектуальной лабильности; уровень вербальной креативности; уровень невербальной креативности.

Для измерения выделенных характеристик когнитивной сферы ученика применяются методики: тест структуры интеллекта Р. Амтхауэра; культурно свободный тест Р. Кеттелла; тесты интеллекта Г. Айзенка; методика Дж. Брунера для изучения стратегий формирования абстрактных геометрических понятий; методика «корректирующая проба»; тест на завершение силлогизмов; методика для определения уровня интеллектуальной лабильности; тесты Торренса для определения уровня вербальной и невербальной креативности.

На основе полученных в результате обследования ученика данных строится дискограмма когнитивного профиля, выражающая в графической форме когнитивную модель ученика. Модель наглядно представляет сильные и слабые стороны когнитивного развития ученика. На её основе прогнозируется уровень учебных достижений в различных образовательных областях; определяются причины учебных затруднений, разрабатываются корректирующие упражнения на основе полученных данных; содержание обучения адаптируется к когнитивным возможностям учащихся; определяется скорость усвоения учебной информации и продолжительность обучения; выбираются адекватные методы, формы, средства и приёмы обучения (совместно с данными мониторинга общеучебных, межпредметных и предметных знаний и умений); выявляется уровень детализации при предъявлении новой информации; возможность выполнения креативных заданий.

Исследование общеучебных умений

Мониторинг общеучебных умений включает диагностику следующих групп умений, необходимых для адекватного восприятия и переработки учебной информации:

- восприятие и переработка информации, заданной в письменной форме: составление плана письменного текста; представление связей между понятиями в виде граф-схемы; представление связей между понятиями в виде семантической сети; выделение в тексте исходных суждений и логических умозаключений; проверка истинности исходных суждений; обнаружение в тексте необоснованных суждений и ошибочных или недостающих умозаключений; обнаружение в тексте оценочных суждений; письменное и устное изложение письменного текста; составление тезисов изученного письменного текста; написание конспекта изученного текста; подготовка реферата по заданной теме;

- восприятие и переработка информации, заданной в устной форме: конспектирование устной речи, комментирование устного выступления, постановка уточняющих и дополнительных вопросов к устному выступлению, участие в дискуссии;

- поисковые умения: поиск информации в словарях и справочной литературе; поиск информации в средствах массовой информации; поиск информации в Интернете;

- перекодирование информации: умение трансформировать информацию, заданную в одной форме, в другие возможные формы представления (см. рис. 1);

- экспериментальные умения;
- наблюдения по плану; разработка плана и проведение экспериментального исследования.

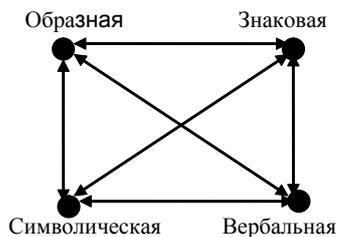


Рис. 1.

Исследование межпредметных знаний и умений

Исследуется владение: декларативными знаниями на уровне воспроизведения (явления, факты, величины, понятия, законы, модели, теории); процедурными знаниями на уровне воспроизведения (операции, действия, методы); процедурными знаниями на уровне применения (операции, действия, методы).

Исследование предметных знаний и умений

Исследуется владение: декларативными знаниями на уровне воспроизведения (явления, факты, величины, понятия, законы, модели, теории); процедурными знаниями на уровне воспроизведения (операции, действия, методы); процедурными знаниями на уровне применения (операции, действия, методы).

На основе данных, полученных с помощью перечисленных выше видов мониторинга, определяются уровни когнитивной и обще-



учебной готовности школьника к усвоению новой информации. По каждому из этих параметров выделяются три уровня.

Уровни когнитивной готовности

1) низкий (коэффициент интеллекта ниже нормы, низкий уровень интеллектуальной лабильности, не умеет обнаруживать основные виды связей между понятиями, классифицировать их по различным основаниям, отделять существенные признаки понятий от несущественных, не способен к логическим умозаключениям, применяет стратегии сканирования при формировании понятий);

2) средний (коэффициент интеллекта в норме, средний уровень интеллектуальной лабильности, в решении заданий на диагностику вербального интеллекта не стабилен, некоторые виды заданий выполняет лучше, чем другие, допускает ошибки в логических умозаключениях, прибегает к разным стратегиям при формировании понятий);

3) высокий (коэффициент интеллекта выше среднего, средний или высокий уровень интеллектуальной лабильности, в решении задач на диагностику вербального интеллекта стабилен, допускает незначительное количество ошибок в логических умозаключениях, использует в основном стратегии сосредоточения при формировании понятий).

Уровни учебной готовности (под учебной готовностью понимается владение учеником общеучебными умениями)

1) низкий (практически не владеет данными умениями, требуется специальное обучение с показом правильных способов выполнения действий, непрерывным контролем и коррекцией выполнения);

2) средний (может выполнять действия, входящие в состав умений, с помощью учителя);

3) высокий (ученик владеет умениями и может самостоятельно выполнять действия, из которых состоят умения).

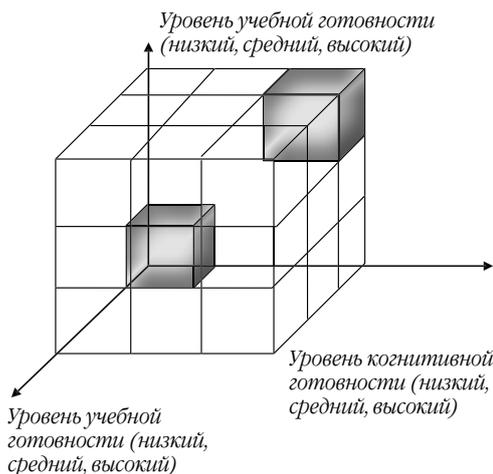
Однако для выбора адекватных когнитивному состоянию ученика методов, форм, средств и приёмов обучения необходимо дополнительно проанализировать содержание обучения, представленного в учебных текстах, доступных ученику (учебники, хрестоматии, литературные и научные произведения, энциклопедии, справочники, компакт-диски, видеофильмы, Интернет и т.д.). На основании анализа источников информации в когнитивной технологии выделяются три *уровня качества учебных материалов*:

1) низкий (отсутствует обоснование исходных суждений, выводы излагаются без доказательств, при изложении материала не учитываются когнитивные возможности учеников, не выделяется когнитивная информация, предназначенная для интеллектуального развития учащихся; такой текст учащиеся могут только выучить, не понимая его содержания);

2) средний (в тексте присутствуют некоторые из необходимых элементов, как правило, он соответствует когнитивным возможностям среднего ученика, но в нём отсутствует информация, предназначенная для формирования способов мышления в изучаемой предметной области, не выделяются в явном виде новые виды связей и отношений между понятиями);

3) высокий (в содержании выделены исходные суждения и приведено их обоснова-

ние, выводы из исходных суждений получены с помощью логических умозаключений; текст соответствует когнитивным возможностям среднего ученика; в него введены вопросы для диагностики понимания с гиперссылками для коррекции усвоения при получении ошибочных ответов; новые виды связей и отношений между понятиями, новые продукты выделяются в явном виде для специального изучения; в тексте даны различные формы кодирования одной и той же информации, представлены граф-схемы или семантические сети, связывающие новые понятия с ранее изученными).



На основе выделенных параметров с учётом трёх значений каждого из них можно построить трёхмерную матрицу, изображённую на рисунке 2. По вертикальной оси откладываются три уровня учебной готовности, по одной из горизонтальных осей, направленной вправо, отложены три уровня когнитивной готовности. Наконец, по второй горизонтальной оси откладываются три уровня качества учебных материалов. В результате получается

куб, содержащий 27 ячеек, каждая из которых соответствует определённой комбинации уровней качества учебных материалов (содержания), когнитивной и учебной готовности ученика. В когнитивной технологии эта модель уровней таких параметров получила название пространственной модели SKU (аббревиатура от слов «содержание», «когнитивная», «учебная»).

На основе данных мониторинга и анализа качества учебных материалов можно найти место каждого ученика в построенном пространстве SKU. Определив координаты ученика, можно выбрать адекватные формы и методы работы при изучении новой информации. Например, пусть ученик находится в ячейке с координатами (1, 1, 1): он обладает низкими интеллектуальными возможностями при низком уровне формирования общеучебных умений. Качество учебных материалов, которыми располагает учитель, также низко. Очевидно, что в этой области пространства SKU самостоятельное изучение учеником имеющихся учебных материалов не имеет смысла. Столь же очевидно, что ученик не сможет воспринимать объяснительно — иллюстративную лекцию или проблемное изложение материала. Так как такой ученик не может самостоятельно воспринимать новую информацию, он нуждается в пошаговом управлении его познавательной деятельностью: 1) с помощью учителя; 2) с помощью другого ученика, владеющего общеучебными и когнитивными средствами, необходимыми для понимания новой информации; 3) с применением программированного обучения.

Первое предложение об индивидуальном взаимодействии учителя и ученика в усло-



виях класса реализовать невозможно. Реализация второго предложения может принести пользу ученику, если обучающий сможет перевести изучаемое содержание на язык понятий и связей между ними, понятный обучаемому, т.е. работать в зоне его актуального развития. Это возможно только в том случае, если обучающий ученик может самостоятельно разобратся в содержании обучения, но при этом качественные учебные материалы отсутствуют. Кроме того, не совсем ясны и прогнозируемые результаты такого «обучающего изучения содержания» для ученика, играющего роль помощника.

Таким образом, адекватной формой изучения нового материала в области пространства СКУ с координатами (1, 1, 1) является программированное обучение. Другими словами, реализовать успешное обучение ученика в зоне (1, 1, 1) без выхода за пределы этой зоны путём создания качественных учебных материалов для программированного обучения невозможно.

В качестве второго примера на рисунке 2 указана область пространства СКУ с координатами (1, 3, 3), соответствующая ученику с высокой когнитивной и учебной готовностью при низком качестве учебных материалов. Ученик с таким уровнем развития вполне подготовлен к самообучению, но в данном случае его возможности ограничиваются качеством учебной литературы. Так как учебные материалы не содержат информации, необходимой для развития способов мышления в данной предметной области, самостоятельное изучение приведёт лишь к накоплению некоторых фактических сведений без обнаружения специфических способов деятельности и при-

ёмов мышления, которые применяются на данном содержании. Поэтому адекватными формами изучения новой информации становятся лекция или эвристическая беседа. Лекция выбирается в том случае, если учебный материал содержит принципиально новые для учащихся методы познания или новые специфические связи между понятиями. Если же учебный материал развивается на основе уже известных методов и связей между понятиями, то более целесообразно использовать беседу как более активную форму работы с непрерывной обратной связью. Для области пространства СКУ с координатами (2, 3, 3) с учебными материалами среднего качества можно перейти к частично-поисковому методу при изучении новой информации для тех фрагментов содержания, которые ученик может понять самостоятельно при изучении различных источников.

Положение второе

Для когнитивного развития учащихся в учебном процессе необходимо структурировать содержание обучения, выделив в нём декларативную и процедурную информацию и определив последовательность изучения этих видов информации в учебном процессе.

Вопрос об отборе и структурировании содержания обучения весьма принципиален, так как оно, с одной стороны, должно соответствовать интеллектуальным возможностям школьников, а с другой — быть в такой степени научным, чтобы в процессе его изучения можно было формировать способ мышления, принятый в данной предметной области, и когнитивные схемы, позволяющие ученику адекватно воспринимать предметную информацию и применять изученные общие и частные

методы познания в познавательной деятельности. Для решения этой двойной задачи при структурировании содержания обучения целесообразно воспользоваться принятым в инженерии знаний выделением двух видов информации — декларативной и процедурной.

К декларативной информации относятся фактические сведения (понятия, определения, признаки объектов или явлений и событий, даты, численные значения каких-либо величин, формулировки законов и т.д.). В последнее время в педагогических кругах к задаче усвоения учащимися декларативной информации стали относиться несколько пренебрежительно. Но это отношение оправдано только в том случае, если задача усвоения декларативных знаний рассматривается как основная цель образования. Если же рассматривать декларативную информацию как вспомогательную, как средство для осуществления деятельности в данной предметной области, то становится очевидным, что без этой информации ученик не сможет овладеть ни одним видом предметной деятельности.

Таким образом, усвоение декларативной информации — необходимое условие для перехода к изучению и усвоению методов познания. Поэтому организации познавательной деятельности учащихся при усвоении информации в когнитивной технологии придаётся весьма существенное значение. Причём эта деятельность отнюдь не сводится к механическому заучиванию фактических сведений, хотя полностью избежать этой составляющей процесса учения не удаётся. Основная задача учителя состоит в формировании семантических сетей изучаемых понятий, связываемых с уже известными ученику понятиями с помо-

щью общих логических (причинно-следственных, родовидовых, отношений части и целого, противоположности и т.д.) и специфических предметных видов связей.

После диагностики усвоения декларативной информации и его коррекции переходят к изучению процедурной информации. Этот вид информации содержит правила и алгоритмы выполнения различных видов предметной деятельности, способы преобразования объектов, применяемые в изучаемой предметной области для получения заданных результатов. Усвоить эту информацию ученику необходимо для того, чтобы овладеть общими и частными методами, обеспечивающими адекватное восприятие, познание и преобразование окружающего мира, для адаптации к условиям существования, принятым в данной культуре. Каждый изучаемый метод рассматривается при этом сначала как внешний по отношению к ученику объект усвоения, который затем должен превратиться в субъективную когнитивную схему, позволяющую ученику успешно воспринимать поступающую информацию и адекватно реагировать на неё.

Психологическим основанием для выделения декларативной и процедурной информации как основы для структурирования учебной части модуля становится модель АСТ (адаптивный контроль мышления), разработанная американским когнитивным психологом Дж. Андерсеном (1987). Основное системообразующее понятие модели АСТ — *продукция* или *продукционная система*: «Продукция представляет собой активную информационную единицу (оператор + информация), описывающую условия совершения некоторого действия, характер этого действия и содержа-

ние, по отношению к которому может быть применено действие». Андерсен выделяет три вида памяти, участвующие в когнитивных процессах:

- рабочая память, содержащая информацию, обеспечивающую текущую активность когнитивной системы;
- декларативная память, содержащая утверждения и суждения об окружающем мире (Андерсен называет эти сведения пропозициями);
- продукционная память, содержащая знания об операциях (продукции) и об условиях и объектах их применения.

Процесс научения в модели АСТ связан с постепенным образованием связей между декларативными и процедурными знаниями и последующей генерализацией продукций в области их успешного применения (такую область Андерсен назвал доменом). На первом этапе — декларативном — имеющиеся декларативные знания дифференцируются по их роли в когнитивном процессе. Некоторые знания начинают рассматриваться как оператор по отношению к другому знанию, позволяющий выполнить его определённое преобразование, а третий факт или группа фактов приобретает смысл условий применимости оператора. В процессе многократного применения абстрактное содержание декларативных фактов конкретизируется различными значениями данных, необходимых для решения задач. Для решения некоторых из них необходимо применить не один, а несколько операторов, поэтому частные продукции начинают объединяться в одну или несколько обобщённых. Второй — процедурный — этап связан с развитием и завершением процесса генера-

лизации продукций для определённого класса задач. Постепенно обобщённые продукции объединяются в систему, в которой выстраиваются подсистемы специализированных продукций для каждого класса решаемых задач. Схема продукции изображена на рисунке 3.



Рис. 3

Процесс научения протекает в основном в продукционной памяти, в которой хранятся уже известные ученику продукции. При встрече с проблемой ученик извлекает из продукционной памяти те из них, которые позволяют решить проблему. При этом различные продукции обладают разной успешностью, и каждой из них приписывается своеобразный «когнитивный вес». Чем он выше, тем больше вероятность того, что при следующей встрече с похожей проблемой индивид применит наиболее «весомую» продукцию. В продукционной памяти фиксируется история успешности применения каждой из продукций. Этот процесс и отражает сущность научения в модели Андерсена.

Из теории Андерсена следует, что в учебном процессе изучение декларативной информации должно предшествовать изучению процедур, так как фактические сведения играют роль своеобразных «кирпичиков», необходимых для формирования способов преобразования окружающего мира.