

## МЕТОДИКА ДИАГНОСТИКИ СПЕЦИАЛЬНЫХ СПОСОБНОСТЕЙ ХИМИКОВ

Современные условия диктуют жесткие требования к качеству образования, но в условиях динамичного, быстроизменяющегося мира «знаниевый» подход в решении проблемы качества образования становится неприемлем. Поэтому, несмотря на многочисленные «инновационные» технологии, приемы и методы обучения, общая ситуация остается без улучшения. В сложившихся условиях, когда эмпирический подход к поиску лучших приемов и методов построения учебных дисциплин оказался малоэффективным, возрастает необходимость опоры на психологические знания.

Еще в начале XX в. Л. С. Выготский подчеркивал, что основная задача психологической науки состоит в том, чтобы найти методы, в определенном смысле аналогичные лучам Рентгена, которые помогли бы осветить, как в голове ребенка совершаются процессы развития, вызываемые к жизни ходом школьного обучения. Задача психолога, писал он, — «установление внутренней структуры учебных предметов с точки зрения развития ребенка и изменение этой структуры вместе с методами школьного обучения». Решению именно этих задач посвящена компьютерная методика «Great Chemist»<sup>1</sup>. Цель методики — диагностика когнитивных структур репрезентации химических знаний, являющихся субстратом, носителем специальных способностей химиков<sup>2</sup>.

Области применения «Great Chemist» — профессионально-психологическая оценка личности (оценка уровня развития химических способностей), педагогическое и психологическое тестирование, экспертиза и мониторинг в системе образования. Компьютерная оболочка «Great Chemist» может работать и в режиме тренинга, т. е. осуществлять коррекцию структур репрезентации химических знаний. По результатам тестирования можно определить качество знаний по темам, зоны актуального и ближайшего развития специальных способностей; оценить эффективность развивающего потенциала инновационных программ по химии; сформулировать рекомендации по коррекции когнитивных структур репрезентации химических знаний.

Сроки разработки и апробации технологии: сентябрь 2002 г. — май 2007 г.

---

ВОЛКОВА Елена Вениаминовна — кандидат психологических наук, доцент кафедры психологии развития и педагогической психологии Уральского государственного университета им. А. М. Горького (E-mail: volkovaev@mail.ru).

© Волкова Е. В., 2008

## Описание процедуры разработки и проверки качества технологии

Методика «Великий химик» состоит из 16 субтестов, которые выполняются без опоры на какой-либо информационный материал и без калькулятора: 1) вещество/тело; 2) физическое/химическое явление; 3) гомогенная/гетерогенная система; 4) простое/сложное вещество; 5) классы соединений; 6) химический пасьянс; 7) ОВП/не ОВП; 8) окислительно-восстановительные свойства; 9) пространственная структура; 10) изомеры/неизомеры; 11) обратимая/необратимая химическая реакция; 12) смещение химического равновесия; 13) цвет индикатора (гидролиз). В этих 13 субтестах требуется безошибочно и как можно быстрее разделить предлагаемые стимулы на 2, 3 и более групп в соответствии с инструкцией задания. Каждое задание выполняется 2 раза, фиксируются затраченное время и число ошибок. База стимульного материала значительно шире, чем число стимулов, предъявляемых для опознания (принцип избыточности базы стимулов). Поэтому вторая проба является своеобразным заданием «на перенос»: если все существенные признаки понятия, необходимые для выполнения субтеста, в первой пробе выявлены полностью, то во второй пробе снижаются и время, затраченное на классификацию, и число ошибок.

14-й и 15-й субтесты предполагают развернутые письменные ответы творческого характера из области неорганической и органической химии, которые позволяют выявить следующие характеристики: химическая направленность ума, гибкость мышления, оригинальность и разработанность (выполняются на отдельном бланке и оцениваются «вручную»).

16-й субтест — «арифметический» — позволяет оценить степень сформированности когнитивных структур, отвечающих за способность осуществлять специфические качественно-количественные расчеты. Данный субтест состоит из 16 расчетных задач, которые нужно решить за ограниченное время.

Среднее время выполнения теста — 1,5 часа. Результаты теста могут быть представлены в трех формах:

- 1) графический профиль, указывающий значения факторов;
- 2) текстовые сообщения — интерпретация данных;
- 3) табличные данные для отдельного испытуемого («сырые» баллы, стены, T-баллы, z-баллы) и для группы испытуемых в формате Excel («сырые» баллы — время в секундах и число ошибок), нормализованные стандартные баллы (уровень сформированности когнитивных структур по отдельным субтестам), общий уровень специальных способностей, развиваемость, а также уровень знаний и обучаемость.

## История создания и психометрические параметры

Методологической основой разработки теста «Великий химик» послужили данные Т. А. Ратановой и Н. И. Чуприковой, которые совместно с ас-

пирантами и сотрудниками (О. Н. Боровик, А. Г. Винокурова, С. В. Гриценко, В. И. Завалина, Е. В. Иванова, И. А. Логанова, Т. А. Юшко, А. В. Гладыш, А. С. Горев, Д. А. Фарбер и др.) на разных выборках доказали: чем выше уровень способностей, тем больше скорость мышления, способность к выделению существенных признаков и отношений. Авторы полагают, что носителем способностей являются многоуровневые репрезентативно-когнитивные структуры — своеобразный обобщенно-абстрактный продукт приобретенных знаний, умений и навыков, внутренняя основа процессов приема и переработки информации и организации деятельности. Хорошо расчлененные и дифференцированные репрезентативно-когнитивные структуры позволяют производить за короткий срок более тонкий анализ и синтез признаков ориентировочной основы деятельности.

На основе контент-анализа историко-культурного развития предметного содержания химического мышления, существующих психолого-педагогических исследований в области химии, структурно-логического анализа содержания учебной дисциплины была разработана семантическая модель когнитивных структур химических знаний и подобран стимульный материал, позволяющий определить степень сформированности некоторых когнитивных структур.

Экспериментальная проверка теста осуществлялась в 2002–2007 гг. Всего в экспериментальном исследовании было задействовано 1 011 человек: 428 учащихся 8–11-х классов 33 образовательных учреждений из 25 городов и районов Екатеринбурга и Свердловской области. Среди них 99 учащихся 8-х классов, 82 учащихся 9-х классов, 144 учащихся 10-х классов и 103 из 11-х классов. А также 575 студентов химического факультета УрГУ, из них: 1-й курс — 66 человек, 2-й курс — 375, 3-й курс — 60, 4-й курс — 60, 5-й курс — 14 человек. В исследовании также приняли участие 8 преподавателей и учителей химии.

Особенность географического местоположения Свердловской области состоит в том, что она расположена в центре России, объединяет Европу и Азию. И можно полагать, что результаты, полученные нами на этой выборке, отражают и данные других территориальных округов. Подобное предположение косвенно подтверждается результатами централизованного абитуриентского тестирования по химии, которые сопоставимы с общероссийскими показателями<sup>3</sup>.

### **Определение концептуальной валидности**

*Концептуальная валидность* — степень соответствия заданий, измеряющих какое-либо свойство, общепринятым теоретическим представлениям об этом свойстве.

На сегодняшний день существует много разных подходов к определению понятия способности, а следовательно, и разные идеологии для

разработки инструментария, позволяющего диагностировать те или иные способности. С нашей точки зрения, наиболее плодотворным является системно-структурный подход к раскрытию природных основ общих умственных и специальных способностей, сторонники которого (Т. А. Ратанова, Н. И. Чуприкова, М. А. Холодная и др.) полагают, что субстратом, материей развития способностей являются многоуровневые репрезентативно-когнитивные структуры. Развитие умственных способностей подчиняется принципу системной дифференциации, согласно которому сложные многоуровневые когнитивные структуры высокого уровня способностей развиваются из более простых нерасчлененных глобальных структур путем их многократной и многоаспектной дифференциации.

### **Определение эмпирической валидности**

*Эмпирическая валидность* — степень соответствия результатов теста реальным достижениям. Проверка эмпирической валидности теста осуществлялась по результатам областных олимпиад школьников «Юные интеллектуалы Урала». Для выборки студентов было выявлено значимое соответствие оценки знаний по тесту «Великий химик» со средним показателем успеваемости по дисциплинам химического цикла и отсутствие значимых связей между показателями уровня химических способностей и средним показателем успеваемости, что подтверждает концептуальную валидность теста. Студенты, получившие высокие баллы по уровню способностей в тесте «Великий химик», оказались либо бывшими призерами олимпиад по химии областного уровня, либо призерами всероссийских олимпиад по химии среди студентов. О высоком уровне химических способностей данных студентов говорили как преподаватели, так и сокурсники.

### **Определение содержательной валидности**

Для определения данного вида валидности методика должна включать задания для оценки максимального числа параметров того свойства, которое она измеряет. С точки зрения К. Д. Кирнарской, тесты на специальные способности должны быть тоже специальными: будущие музыканты будут возиться со звуками, филологи — со словами, Пироговы — с кошками и рыбками, дипломаты — общаться со сверстниками и взрослыми по особым правилам. С помощью IQ тестов или тестов на креативность невозможно обнаружить ни будущих Конюховых, ни Мэрилин Монро<sup>4</sup>. Поэтому мы выбрали тот материал, который позволяет выявить все критериальные признаки того или иного понятия и соответствует достижениям современной химии.

Следующий момент, на который необходимо обратить внимание, состоит в том, что студенты при обучении в вузе часто оперируют более разнообразными и более «классическими» мыслительными и практическими дей-

ствиями, чем те, с которыми они будут впоследствии сталкиваться в своей профессиональной деятельности. Анализ немногочисленных результатов теста «Великий химик» преподавателей и бывших выпускников УрГУ показал, что несмотря на то, что они уже давно забыли, что когда-то учили в школе, вузе, получив обратную связь после прохождения первой пробы, они сразу же выполняли следующую пробу практически без ошибок. В нашем эксперименте приняли участие несколько учителей. Данные показали, что чем выше сформированность когнитивных структур репрезентации химических знаний у учителя, тем выше уровень способностей и качество знаний у учащихся. Результатам теста заслуженного учителя химии и его учеников могли бы позавидовать многие студенты химических факультетов.

### **Экспериментальные данные надежности**

Показатели надежности помогают оценить стабильность результатов тестирования. Методика «Great Chemist» относится к скоростным тестам, для которых не требуется вычислять внутреннюю согласованность<sup>5</sup>. Тестовые баллы под влиянием обучения и развивающих воздействий могут сильно изменяться, к тому же в самой методологии теста заложен принцип обучения и развития. На результаты могут оказывать сильное влияние установка, уровень способностей, усталость. Испытуемые со слабой нервной системой быстро устают, и их результаты заметно ухудшаются. У испытуемых с сильной нервной системой и высокими специальными способностями результаты улучшаются. Поскольку база стимульного материала значительно шире, чем число стимулов, предъявляемых для опознания, постольку вторая проба является своеобразным ретестом. При выполнении теста испытуемый решает 1 108 заданий на классификацию, установление тождества или различия, аналогию, происходит обучение и развитие, о чем свидетельствуют достоверные корреляционные связи между временем второй пробы (ретеста) и развиваемостью. Но, несмотря на это, мы получили значимое соответствие результатов теста и ретеста, что свидетельствует о надежности методики.

Определяя качество знаний по темам, мы исходили из следующих критериев: более 95 % верных ответов оценивались на «отлично», 85–95 % — на «хорошо», до 75–85 % — на «удовлетворительно», менее 75 % — на «неудовлетворительно».

При определении уровня сформированности когнитивных структур репрезентации химических знаний учитывалось время только тех заданий, в которых из 42 стимулов было допущено не более 5 ошибок. В результате анализа нами была выявлена неравномерность развития отдельных компонентов химических способностей, а следовательно, и структур, отвечающих за их развитие: структуры «вещество» развиты в большей степени, чем струк-

туры «химический процесс». Хуже всех сформированы структуры, отвечающие за способность осуществлять специфические количественные расчеты. Что, впрочем, согласуется с принципом дифференциации: структуры более высоких способностей формируются на основе более простых. Недоформированность структур низкого уровня не позволяет реализовать потенциал структур более высокого уровня, и при решении задач испытуемый опирается на работу памяти, а не на анализ существенных признаков задачи, позволяющих применить ту или иную схему решения.

Апробация данной методики осуществлялась на конференции «Психология способностей: Современное состояние и перспективы исследований» Института педагогики РАН 19–20 сентября 2005 г.<sup>6</sup> По результатам конкурса «Инновационные психологические технологии в новом столетии», организованного в рамках IV съезда Российского психологического общества (сентябрь, 2007), компьютерная программа «Great Chemist» награждена дипломом лауреата конкурса IV съезда РПО.

---

<sup>1</sup> См.: Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2006614415 Great Chemist от 28 декабря 2006 г. Сертификат качества № 20070005 выдан на основании решения экспертного совета по сертификации психологических технологий РПО № 125 от 12.09.2007.

<sup>2</sup> См.: Волкова Е. В. К вопросу о существовании химических способностей // Изв. Урал. гос. ун-та. Сер. 1. Проблемы образования, науки и культуры. 2007. № 52, вып. 22. С. 211–222.

<sup>3</sup> См.: Мальцев А. В., Пракина Н. А. Мониторинг уровня знаний учащихся Екатеринбург: анализ результатов централизованного абитуриентского тестирования 2000–2005 гг. Екатеринбург, 2006. С. 23–25.

<sup>4</sup> См.: Кирнарская Д. К. Психология специальных способностей. Музыкальные способности. М., 2004.

<sup>5</sup> См.: Нормы профессиональной этики для разработчиков и пользователей психодиагностических методик. Стандартные требования к психологическим тестам. Ярославль, 1991.

<sup>6</sup> См.: Волкова Е. В. «Great Chemist» — новый подход к диагностике специальных способностей // Психология способностей: Современное состояние и перспективы исследований: Материалы науч. конф., посв. памяти В. Н. Дружинина. ИП РАН, 19–20 сент. 2005 г. М., 2005. С. 98–103.

*Статья поступила в редакцию 27.03.2008 г.*