

Мониторинг когнитивного развития

Бершадский Михаил Евгеньевич — профессор кафедры образовательных технологий АПКИПРО

Какую информацию нужно получить о параметрах начального состояния когнитивных процессов ученика, чтобы можно было спроектировать обучающие воздействия и спрогнозировать их успешность? Выделим две группы информации. Одна из них — когнитивная основа любой интеллектуальной деятельности независимо от предметного содержания. Эти первичные когнитивные способности имеют в основном нейрофизиологическую природу, хотя, как и большинство человеческих способностей, поддаются тренировке и совершенствованию. Вторая область в определённой степени является результатом произвольного 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) эта область начинает оказывать всё большее влияние на эффективность процесса обучения. Таким образом, для прогнозирования успешности обучения и проектирования его конкретной модели необходима информация об актуальном уровне формирования обеих составляющих когнитивной сферы личности ученика.

К области первичных базовых когнитивных способностей относится информация о когнитивных параметрах, не связанных прямо с учебной и предметной деятельностью: они или лежат в основе обучаемости, или оказывают существенное влияние на выбор методов, форм и средств обучения. Это:

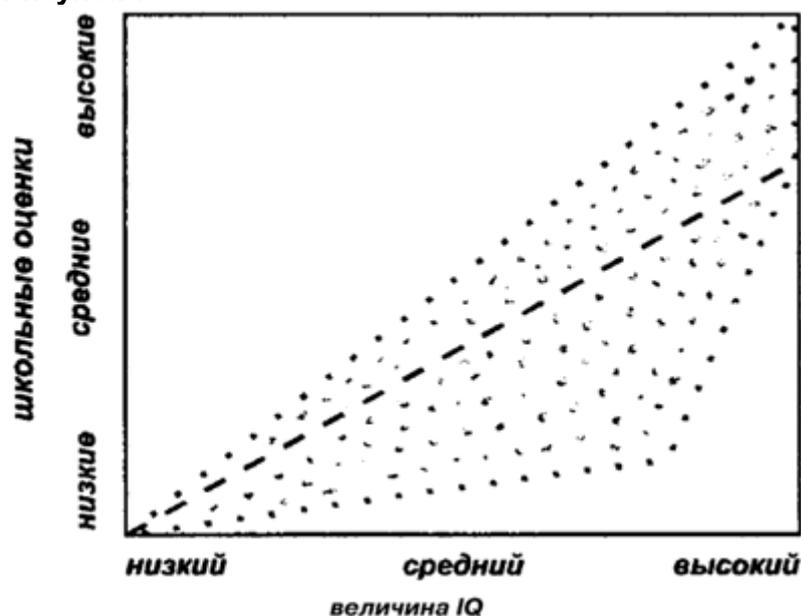
- уровень развития интеллекта, структура интеллекта (вербальный, математический, пространственный интеллект);
- длительность удержания произвольного внимания, объём внимания, устойчивость к помехам;
- объём кратковременной памяти;
- преобладающий вид долговременной памяти (образная, эмоциональная, символическая, знаковая, семантическая);
- превалирующая модальность получения информации для последующего сохранения (зрительная, слуховая, моторная);
- 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;
- умение совершать дедуктивные умозаключения.

Не беремся утверждать, что приведённый список характеристик когнитивной сферы ученика является исчерпывающим. Эта проблема ещё находится в стадии исследования. Сейчас же экспериментальные данные позволяют предположить, что данной информации достаточно для принятия осознанных управленческих решений по выбору воздействий на ученика.

Среди характеристик когнитивной сферы наибольшее влияние на обучаемость, безусловно, оказывает интеллект. Мы не будем дискутировать по поводу различных трактовок понятия «интеллект» в современной психологической литературе — эта задача не находится в сфере компетенции педагогики. Нас интересует интеллект чисто прагматически как некое свойство личности, определяющее успешность интеллектуальной деятельности. В этом смысле его можно «измерить» с помощью интеллектуальных тестов (мерой интеллекта выступает так называемый коэффициент интеллекта IQ). Необходимость включения этого показателя в систему когнитивного мониторинга объясняется обнаруженной исследователями связью между результатами обучения и величиной IQ. На рисунке 1 изображена типич-

ная связь между результатами измерения в многочисленных исследованиях коэффициента интеллекта детей и их школьными оценками. Очевидно, что с ростом IQ улучшаются и школьные оценки, о чём говорит пунктирная линия, полученная в результате усреднения результатов. Однако разброс индивидуальных результатов (точки на рисунке) в области средних и высоких IQ позволяет сделать вывод, что уровень интеллектуального развития — не единственный фактор, определяющий успешность обучения. Скорее его следует рассматривать как необходимое условие усвоения школьных программ и приобщения к определённой культуре. Только в этом смысле можно говорить о прогностичности тестов IQ, которые позволяют прогнозировать возможность усвоения учеником учебного материала, но не определяют реальные результаты обучения (это верно по отношению к каждому ученику, а не в статистическом смысле). Таким образом, измерение IQ учащихся — важнейшая и необходимая составная часть мониторинга когнитивного развития детей. Учатившаяся в последнее время критика тестирования IQ связана с использованием его результатов для селекции обучаемых. Нас же интересует получение информации, позволяющей прогнозировать успешность обучения и проектировать конкретную (желательно индивидуальную) модель учебного процесса. В этом смысле измерение IQ позволяет не только предсказать возможные трудности при усвоении учеником учебного материала, но и понять причины их появления.

Рисунок 1



Для измерения IQ используется немало разных тестов. Однако для школьного мониторинга подходят далеко не все. Конечно, тест — серьёзный научный инструмент, прошедший стандартизацию и валидизацию и обладающий высокой надёжностью. Но у школьного мониторинга своя специфика. Его проводят учителя, не имеющие специальной психологической подготовки. Кроме того, в мониторинге принимает участие большое число детей. И всё это связано, естественно, с дополнительными ограничениями. Во-первых, тест должен быть максимально информативен (предоставлять не только интегральную характеристику интеллекта, но и позволять получить информацию о его структуре, об отдельных интеллектуальных операциях). Во-вторых, необходимо учитывать квалификацию пользователя. Желательно, чтобы к заданиям теста прилагалась ясная письменная инструкция — как их выполнять, и учителю не нужно было разъяснять задания и определять успешность 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 наибо-

лее отвечает поставленным условиям тест структуры интеллекта Р. Амтхауэра. Этот тест почти не известен российским учителям, поэтому приведём его описание.

Тест состоит из девяти субтестов, каждый из которых предназначен для измерения различных функций интеллекта. Перед заданием каждого субтеста даётся подробная инструкция, приводятся образец выполнения заданий и способ занесения результата выполнения в бланк ответов. Приведём пример инструкции к заданиям субтеста III: «Мы предложим Вам три слова. Между первым и вторым словом существует определённая связь. Между третьим и одним из пяти слов, предлагаемых на выбор, существует аналогичная связь. Это слово Вам следует найти.

Пример 03

Лес: дерево = луг:...?

а) трава; б) сено; в) корма; г) зелень; д) пастбище.

Надо выбрать слово «трава». Поэтому в бланке для ответов в примере 03 зачёркнута буква «а».

Следующий пример:

Тёмный: светлый = мокрый:...?

а) дождь; б) день; в) влажный; г) ветер; д) сухой.

Поскольку тёмный — противоположность светлого, то к слову «мокрый» нужно подобрать слово также противоположного значения. Поэтому правильное решение — слово «сухой» (буква «д»).

При наличии инструкций и образцов выполнения заданий влияние учителя на процедуру тестирования сводится к минимуму. Если ученикам что-то неясно, учитель должен лишь повторно зачитать текст инструкции. За исключением субтеста IV все остальные задания являются вопросами закрытого типа — надо выбрать правильный ответ или приводится только один правильный ответ. Это позволяет объективировать результаты обследования и сделать их максимально независимыми от учителя. Задания могут предъявляться в письменной форме в двух вариантах А и Б (параллельные формы теста), поэтому возможно одновременное групповое тестирование большого числа детей. Существует и электронная версия теста Амтхауэра.

Первый субтест — логический отбор (ЛО) — предназначен для исследования индуктивного мышления и чутья языка. Ученик должен завершить предложение одним из приведённых слов. Субтест содержит 20 заданий данного типа, на их выполнение отводится 6 минут.

С помощью второго субтеста — определение общих черт (ОЧ) — исследуется способность к абстрагированию и оперированию понятиями, заданными в вербальной форме. Приводятся пять слов — четыре объединены по некоторому категориальному признаку, а одно является лишним. Учащийся должен вычленить это лишнее слово. Количество заданий и время их выполнения такое же, как и для первого субтеста.

Третий субтест — аналогии (Ан) — предназначен для типов связей между понятиями, которые может обнаружить учащийся. В каждом задании — 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 (примеры этого субтеста мы привели выше). Субтест содержит 20 заданий, время выполнения 7 минут.

С помощью заданий четвёртого субтеста — классификация (Кл) — оцениваются способности выделять общие признаки понятий и относить их к определённой категории.

В каждом задании — два слова и ученик должен обозначить их общим понятием. Ответ не может быть оценён однозначно, поэтому в инструкции для проводящего тест к каждому заданию 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 их выполнение отводится 8 минут. Приведём два примера заданий такого вида:

«Сахар — алмаз.

Дождь — снег».

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

Задания пятого субтеста — задания на счёт (Сч) — позволяют оценить, как ученики владеют арифметическими действиями в практических ситуациях. Субтест состоит из 20 арифметических задач, выполняемых в течение 10 минут. Чтобы иметь представление о сложности заданий, приведём следующие примеры:

«Ворота находятся в 15 м южнее дерева, а дерево стоит в 15 м южнее дома. Сколько метров от ворот до дома?

Если 4,5 м ткани стоят 360 рублей, то сколько стоят 2,5 м?»

Шестой субтест — ряды чисел (РЧ) — позволяет исследовать индуктивное мышление, проявляемое при оперировании числовыми последовательностями. В каждом из 20 заданий ученик должен обнаружить закономерность следования чисел в числовом ряду и продолжить его. На выполнение заданий отводится 10 минут. Приведём примеры нескольких числовых рядов, включённых в тест:

«19	17	20	16	21	15	22	?
94	92	46	44	22	20	10	?
5	8	9	8	11	12	11	?»

С помощью заданий седьмого субтеста — выбор фигур (ВФ) — исследуются пространственное воображение и комбинаторные способности. Исходный материал задания представляет собой изображения пяти геометрических фигур (см. рис. 2 в конце статьи).

В заданиях для учащихся даны изображения фигур, разделённых на части, из которых можно сложить одну из фигур а — д. Ученик должен определить, какую именно из фигур а — д можно получить из частей, изображённых в каждом задании. Образцы заданий приведены на рисунке 3 (см. в конце статьи). Субтест содержит 20 заданий, которые ученик должен выполнить за 7 минут.

Восьмой субтест — задания с кубиками (К) — также предназначен для исследования пространственного воображения и способности осуществлять мысленные пространственные трансформации объектов.

В исходном материале представлены изображения пяти разных кубиков, отличающихся расположением различных элементов на их гранях (см. рис. 4 в конце статьи).

В каждом задании дано изображение одного кубика, которое получается при вращении какого-либо из кубиков а — д (в исходном материале). Ученик должен определить тот из кубиков а — д, который при вращении даёт кубик, изображённый в задании. Приведём несколько примеров подобных заданий (см. рис. 5 в конце статьи). 20 заданий надо решить за 9 минут.

Девятый субтест — кратковременная память (КП) — содержит задание, предназначенное для изучения способности сосредоточивать внимание и сохранять усвоенную информацию. Исходная часть задания представляет собой таблицу, содержащую 25 слов, разделённых по пяти категориям:

1	2	3	4	5
тюльпан	жасмин	гладиолус	гвоздика	ирис
грабли	отвёртка	стамеска	молоток	напильник
перепёлка	воробей	чиж	дрозд	иволга
офорт	скульптура	театр	опера	архитектура
зебра	уж	бык	хорёк	тигр

Учащемуся отводится 3 минуты на запоминание слов, причём в задании особо оговаривается, что существенным является также расположение каждого слова в столбцах табли-

цы. Затем учащемуся предъявляется ещё одна таблица с заданиями, содержащая 20 строк по пять слов в каждой. В каждой строке ученик должен отыскать слово, которое было в первой таблице для запоминания, причём стоящее в том же столбце. Например, в задании 157 правильным ответом является слово «хорёк», так как и в исходной таблице оно находилось в четвёртом столбце. На выполнение 20 заданий отводится 6 минут.

№	1	2	3	4	5
157	гвоздика	молоток	опера	хорёк	медведь
158	кряква	жасмин	заяц	скульптура	лошадь

Всего тест содержит 176 заданий, время выполнения теста учеником — 90 минут (без подготовительных процедур и инструктажа перед каждым заданием). За правильное выполнение каждого задания начисляется один балл (кроме субтеста IV, об оценивании которого уже было сказано ранее). Первичные оценки по каждому субтесту переводятся в шкальные. Результаты обычно изображаются в виде профиля интеллекта, изображённого на рисунке 6 (см. в конце статьи)(профиль построен по данным тестирования учащегося 9-го класса одной из школ Московской области Романа Д.).

Из рисунка видно, что учащийся показал хорошие результаты по субтестам, связанным с оперированием вербальными понятиями, установлением связи между ними и их классификацией. Таким образом, ученик может быть успешен при усвоении гуманитарных предметов. Низкие оценки по субтестам, связанным с пространственным воображением и индуктивным мышлением, практически однозначно свидетельствуют о значительных трудностях, которые будет испытывать ученик при усвоении геометрии, физики и химии. Весьма средние показатели кратковременной памяти говорят о необходимости увеличения числа повторений, необходимых для заучивания материала. При этом прогностическая валидность теста Амтхауэра достаточно велика и достигает 72%.

Одним из наиболее важных для понимания и присвоения учащимися новой информации является процесс восприятия новых понятий и установления их связей с уже изученными. Какими методами, логическими приёмами и операциями пользуется ученик для решения этой задачи? Частичную информацию о данных процессах можно получить с помощью теста Амтхауэра. Однако, учитывая значимость информации о процессах формирования понятий, можно исследовать эту область когнитивного развития ученика более детально и на определённой предметной области.

Для изучения связей между понятиями и тех интеллектуальных операций, которые использует ребёнок для их установления, можно рекомендовать несколько психологических методик. Одна из них называется методикой исключения лишнего. Попробуйте предложить учащимся исключить лишнее понятие из ряда *курица, кошка, журавль, снегирь, дрозд*. Дети без труда укажут на слово *кошка*, классифицируя слова по понятному категориальному признаку. Это же исследование можно провести и на предметных понятиях. Например, так может выглядеть задание с физическими понятиями: *электрический ток, электрический заряд, сила тока, напряжение, удельное сопротивление*. Более 60% детей не в состоянии обнаружить понятие *электрический ток*, не являющееся физической величиной.

Вторая методика позволяет исследовать способность ученика обнаруживать различные виды связей между понятиями. Исходная психологическая методика основана на предъявлении ученику житейских понятий. Приведу фрагмент описания методики, содержащий инструкцию и задания, заимствованный из одной работы по психодиагностике¹.

¹ Практикум по общей, экспериментальной и прикладной психологии. М., 2000. С. 161–163.

Логика связей

Инструкция

Первые шесть пар слов (I–VI) задают определённые типы связей между понятиями. Определите аналогичные типы связей в остальных парах 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 физике. Низкие результаты, полученные учеником по данному тесту, свидетельствуют о плохой обучаемости — ученик не в состоянии обнаружить связи между понятиями, поэтому процесс обучения для него представляет собой механическое заучивание материала. Учитель может провести данный тест с физическими понятиями, 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 физических понятий). Хочу предупредить читателя, заинтересовавшегося данной методикой, что в тексте цитируемой работы приведены ошибочные ответы на некоторые задания.

Другая методика также проверяет способность делать умозаключения по аналогии на основании связи между понятиями, заданными в образце. Пусть дан следующий пример:

Механика: Законы Ньютона = МКТ:?

Газовые законы, количество теплоты, диффузия, основные положения МКТ, опыт Штерна.

Первая часть приведённого примера задаёт связь между понятиями механики и законов Ньютона. Эта связь между физической теорией и её ядром. Следовательно, в этой части

среди предложенных понятий нужно выбрать то, которое находится к понятию МКТ в том же отношении (для школьной теории таким понятием являются основные положения МКТ).

К сожалению, мы привыкли считать силлогистическое мышление чем-то второстепенным, превознося творческое мышление. Однако попробуйте сформировать поисковую когнитивную схему метода, если ребёнок не способен к силлогистическим умозаключениям. На самом деле она реализуется через цепочку классических силлогизмов. Рассмотрим пример, связанный с применением координатного метода к решению задачи на расчёт прямолинейного равномерного движения двух пешеходов. Начало поисковой деятельности при его применении можно представить в следующем виде:

- Движение тел изучается физической теорией, называемой механикой. Пешеходы идут (один из синонимов слова «движутся»). Следовательно, их движение можно описать, используя механику.

- Движение любых тел с постоянной скоростью является прямолинейным и равномерным. Пешеходы движутся с постоянными скоростями. Следовательно, их движение является прямолинейным и равномерным.

- Прямолинейное и равномерное движение описывается уравнением $x = x_0 + v_x t$. Движение пешеходов является прямолинейным и равномерным. Следовательно, для описания их движений необходимо воспользоваться уравнением $x = x_0 + v_x t$. В качестве примера архетипа сознания приведу хорошо известный феномен списывания, оказывающий серьёзнейшее влияние на весь учебный процесс и определяющий отношение нашего народа к интеллектуальной собственности. Архетипы функционируют на подсознательном уровне и формируются всем социальным окружением ребёнка на протяжении всей его жизни.

В них отражены нормы ценности, правила поведения, принятые в определённой культуре. Борьба с архетипами практически невозможно, но «врага» нужно знать, чтобы учитывать его воздействие.

Необходимость изучения объёма и продолжительности удержания произвольного внимания (существует специальная процедура её измерения, называемая методом корректурной пробы) следует из очевидной потребности в планировании времени выполнения учащимися определённого вида деятельности.

Читатель может подумать, что процесс изучения личности ученика занимает большую часть времени в обучении и на изучение учебных предметов его уже не остаётся. Это не так. Дело в том, что описанные выше когнитивные параметры личности — её базовые образования, определяемые в основном на генетическом уровне и только частично поддающиеся корректировке и развитию. Поэтому определение когнитивных параметров проводится не чаще одного раза в год и выполняется в основном школьным психологом. Полученные данные используются для прогноза успешности обучения и построения корректирующих воздействий.

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, учителю физики чрезвычайно важно знать, насколько усвоили учащиеся математические понятия и методы, которые необходимы для построения математических моделей физических явлений и применения физических методов. Любой учитель физики прекрасно знает, какие сложности возникают у учеников при трансформации выражения вида

$$v = S / t,$$

особенно в тех случаях, когда числитель и знаменатель являются сложными алгебраическими выражениями, например,

$$t = (S + v_2 \Delta t) / (v_1 + v_2);$$

- 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 оптимальный по затратам времени и трудоёмкости проверки способ исследования семантических полей житейских понятий — 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 в ответ на предъявленные понятия (4–5 слов). Понятия, написанные учащимися, достаточно точно выявляют значения тех терминов, которые интересуют учителя. Приведу пример одного из таких исследований семантических полей. В новых учебниках физики, изданных в последние годы, содержится развёрнутое методологическое введение, в котором описан процесс научного познания в физике, его основные этапы, вводятся понятия физической величины, закона, теории. На первый взгляд это полностью совпадает с той точкой зрения, которая изложена в данной статье. Но это только на первый взгляд. Многие авторы, описывая предмет изучения физики, используют во введении понятия «волны», «электромагнитного поля». В течение нескольких лет я регулярно проводил исследование семантических полей учащихся, связанных с понятиями «закон», «теория», «волна», «электромагнитное поле», применяя метод свободных ассоциаций. Как и следовало ожидать, понятие электромагнитного поля в сознании учащихся не вызывает никаких ассоциаций (если не принимать в расчёт ассоциаций со словом «поле», не имеющих никакого отношения к исходному понятию). Ни один из участников исследования не связал понятие теории с системой понятий, структурой, принципами, объяснением и предсказанием явлений, т.е. с существенными признаками понятия. В ответах часто фигурировали названия известных детям теорий (например, теории Дарвина). Понятие закона часто ассоциировалось с правом, а понятие волны вызывало вполне ожидаемые ассоциации с недавними летними каникулами.

Рисунок 2

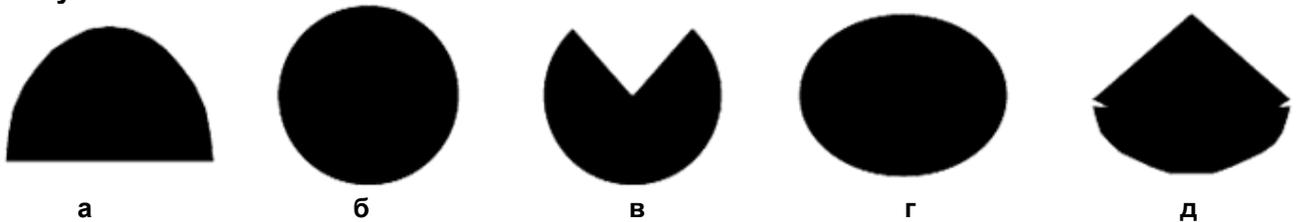


Рисунок 3



Рисунок 4



Рисунок 5

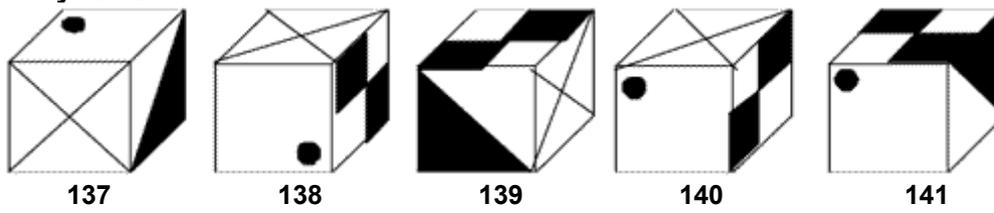


Рисунок 6

