

© Ошемкова С.А., 2012

## ОБУЧЕНИЕ ФИЗИКЕ: ФЕНОМЕНЫ ПИАЖЕ У ШКОЛЬНИКОВ И ИХ ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ КОРРЕКЦИЯ

**Аннотация.** Данная работа посвящена изучению особенностей когнитивного развития современных школьников и поиску способов эффективного развивающего обучения физике в средней школе. В эксперименте приняли участие 274 учащихся 5–10 классов. Результаты исследования показали, что значительная часть школьников имеет недостаточное развитие как пространственно-временных представлений, так и логических структур мышления и демонстрирует феномены Пиаже, характерные для дошкольников и младших школьников. В работе описаны педагогические приемы, которые ведут к развитию когнитивных способностей детей, создавая условия успешного перехода к формальному мышлению.

**Ключевые слова:** развивающее обучение, понятийное мышление, феномены Пиаже.

© Oshemkova S., 2012

## TEACHING PHYSICS: PIAGET'S PHENOMENA OF SECONDARY SCHOOL STUDENTS AND THEIR PEDAGOGICAL CORRECTION

**Abstract.** The paper is devoted to the study of the specific features of modern schoolchildren cognitive development, as well as to the research of the effective ways for developmental teaching Physics. 274 students of 5th to 10th grade participated in the experiments. The results obtained show that the majority of schoolchildren lack both space-time perceptions development and logical thinking structures, demonstrating Piaget's phenomena which is characteristic for preschool children and primary school pupils. The study presents the descriptions of pedagogical methods intended for developing children's cognitive structures and creating the conditions for a successful transition to formal thinking.

**Key words:** developmental education, conceptual thinking, Piaget's phenomena.

В последнее десятилетие мы отмечаем заметное снижение результативности обучения детей физике, которое проявляется и в трудностях понимания сущности физических явлений, и в снижении темпа выработки навыков решения задач, и в снижении доступного уровня сложности этих задач. Затруднение вызывает даже проведение физического эксперимента по предварительной прописи.

Для того чтобы разобраться в сложившейся ситуации, мы поставили своей задачей подробно изучить *особенности когнитивного развития современных школьников* с тем, чтобы наиболее точно определить мишени педагогического воздействия.

Как известно, успешность изучения точных дисциплин тесно связана с развитием понятийного мышления. При этом готовность к формированию понятий складывается у ребенка постепенно в ходе его умственного развития.

В работах Л.С. Выготского [4] и Л.С. Сахарова [21], изучавших в эксперименте формирование искусственных понятий Ж. Пиаже и Б. Инельдер [15; 16], авторов одной

из наиболее разработанных теорий когнитивного развития, и многих других исследователей было показано, что *нормативное развитие детского мышления* проходит ряд основных последовательных стадий.

На первом этапе – от рождения до 2 лет – развиваются сенсомоторные функции ребенка. В этот период возможны только непосредственные манипуляции с вещами, но еще нет действий с символами, представлениями во внутреннем плане. При этом *общие глобальные категории* обнаруживаются уже у детей старше 12 месяцев.

Так, еще в 1980-х гг. исследователями было замечено, что если перед ребенком раннего возраста – 12-30 месяцев – положить несколько предметов, то его зрительное и двигательное поведение будет не случайным. По данным Д. Старки, ребенок будет два-три раза последовательно переводить взор и последовательно «касаться» предметов, в чем-то сходных между собой, будь то форма, цвет или их комбинация. Группа Дж. Мандлера, изучавшая формирование категорий у маленьких детей, применила этот метод «непроизвольной классификации» и обнаружила, что дети непроизвольно группировали предметы либо по их пространственно-ситуативной отнесенности, либо по таким *общим категориям*, как животные, растения, пища, посуда, мебель, средства передвижения и т. п. Группировки же *внутри общих категорий* легко осуществлялись только в том случае, если требовалось различить контрастные объекты (например, легковые машины и самолеты), и значительно труднее – при необходимости различения малоконтрастных объектов (например, легковых и грузовых машин) [22, с. 247].

К 22 месяцам у детей появляются элементы символической игры, начинается переход от действий с внешними объектами к действиям с представлениями, т. е. формируется *символическая функция*.

С 2 до 6-7 лет дети последовательно проходят стадии *синкретического и комплексного мышления*. Сначала они группируют предметы, сцепленные в их восприятии в один слитный образ, или составляют из них какие-либо фигуры: линейный ряд, домики, башенки. Затем они переходят к образованию комплексов-коллекций предметов, объединенных на основе взаимного дополнения по какому-либо признаку, например: чашка, блюдце, ложка («для чая»); младенец и колыбель («младенец в колыбели спит»).

В этом возрасте дети демонстрируют множество так называемых *феноменов Пиаже*, одни из которых, по данным Пиаже, *спонтанно снимаются к школьному возрасту*, другие – в *младшем школьном возрасте* [16].

Мы особо отметим следующие феномены.

## Феномены Пиаже при решении задач на сохранение

Феномены этого типа были обнаружены в пробах на сохранение количества вещества, веса и объема. В этих экспериментах детям давали два одинаковых глиняных шарика и на их глазах деформировали один из них, превращая его в колбаску, пирожок и т. п., после чего спрашивали детей, изменились ли количество, вес и объем глиняного комка. Либо показывали два одинаковых сосуда, наполненных подкрашенной жидкостью до одной высоты, а затем на их глазах переливали воду из одного из них в сосуд другой формы, и снова спрашивали, одинаково ли теперь воды в сосудах.

Дети на *первой стадии* развития утверждали, что в деформированном шарике стало больше глины, что он стал тяжелее и что если его опустить в сосуд с водой, он вытеснит больше воды, чем недеформированный. Про воду, перелитую в более узкий сосуд так, что уровень ее становился выше, дети говорили, что в новом сосуде воды стало больше.

На *второй стадии* развития дети могли один раз утверждать, что вещества стало

больше, а в другой раз – в тех же самых условиях – что стало меньше. Или: при небольших деформациях дети «сохраняли», а при значительных – «не сохраняли».

И только на *третьей стадии* – к концу дошкольного возраста в экспериментах Пиаже – дети уверенно говорили, что вещества (веса, объема) осталось «столько же» при любых трансформациях. И, как отметил Ж. Пиаже, раньше всего приобреталось сохранение количества вещества, затем – веса, и в последнюю очередь – объема.

Аналогичные результаты показали пробы на сохранение дискретного количества. В этих экспериментах детей просили из большой кучки предметов взять «столько же», сколько предметов лежит перед ними в виде некой фигуры. После того, как дети выполнили задание, – а до определенного возраста все дети раскладывали предметы второго множества так, чтобы они повторяли конфигурацию первого множества, – экспериментатор изменял конфигурацию второго множества, и снова спрашивал ребенка, осталось ли теперь объектов «поровну» или нет.

На *первой стадии* развития дети не могли создать множество, число элементов которого *точно равно* заданному, и только приблизительно воспроизводили форму и размеры первого множества.

На *второй стадии* дети воспроизводили и форму, и размеры, и число элементов первого множества, но отрицали количественное равенство этих множеств, если изменить конфигурацию второго множества.

И только на *третьей стадии* количество элементов воспринималось детьми независимо от пространственной конфигурации множества [13].

## Синкретичность восприятия пространства и времени

Как показали исследования Ж. Пиаже, дошкольник плохо различает характеристики *времени* (его начала, конца, продолжительности) и *пространства*, путая *продолжительность времени движения* тела с *протяженностью проходимого им пути*. Так, если два тела начинают двигаться одновременно и останавливаются в одно и то же время, но движутся с разной скоростью (и поэтому проходят разный путь), ребенок полагает, что они двигались разное время (тот объект, который прошел большее расстояние, двигался дольше). А тот объект, который двигался быстрее и прошел более длинный путь, расценивается детьми как остановившийся позднее [15; 22].

Аналогично, *более быстрым* ребенок считает объект, *находящийся впереди* («обгоняющий») и т. д. Так, если один объект начинает двигаться одновременно с другим, но с точки, расположенной намного позади другого, а останавливаются они одновременно, но первый – чуть-чуть позади второго, ребенок будет говорить, что он двигался медленнее. Если два тела, которые вышли из одной точки одно раньше другого, одновременно приходят в другую точку, ребенок утверждает, что скорости их были одинаковы, либо даже что первое двигалось быстрее, так как оно *сначала «обгнало»* второе [8, с. 97; 15, с. 190; 22, с. 172].

## Особенности восприятия пространства

Согласно данным Ж. Пиаже [8, с. 81; 14], С.Л. Рубинштейна [20], Н.Н. Поддьякова [19], Ф.Н. Шемякина [23], М. Мински [27], И.С. Якиманской [3; 24] и И. Я. Каплуновича [7], развитие пространственных представлений ребенка идет от различения топологических отношений к различению метрических и проекционных отношений. Сначала ребенок начинает отличать *открытые* фигуры от *замкнутых* и фигуры, содержащие *вну-*

*тренние включения*, от фигур с дополнительными элементами *вне их* или *на их границе*. А различие замкнутых фигур разной формы достигается позднее, поскольку требует выделения определенных параметров из общего глобального впечатления о фигуре [22]. Кроме того, Ж. Пиаже отмечал следующие феномены [8, с. 97; 22, с. 173].

*Невычленение длины*: если перед ребенком положить две одинаковые палочки так, чтобы концы их совпадали, он согласится с тем, что эти палочки одинаковой длины. Но если одну из палочек выдвинуть вперед, ребенок будет утверждать, что выступающая палочка длиннее.

Если перед ребенком положить равные по длине прямые линии, составленные из спичек, а затем в одной из них сдвинуть спички так, чтобы получилась ломаная, ребенок будет говорить, что ломаная меньше.

*Невычленение площади*: в экспериментах Пиаже детям давали два одинаковых прямоугольных листа бумаги, изображающих два луга; на каждый лист ставили игрушечную корову и спрашивали, «одинаково ли у них количество травы для еды»; после утвердительного ответа на каждом лугу ставили игрушечные фермерские домики, после чего повторяли вопрос; начиная с определенного момента, дети утверждали, что корове остается больше травы для еды на том лугу, где домики стоят скученно, и меньше там, где они разбросаны по всему лугу.

*Невычленение высоты предмета*: детям предлагали построить на своем столе башню из кубиков «такой же высоты», как та, которая стоит на другом столе; при этом стол ребенка был более низким чем тот, на котором стояла башня-модель. Маленькие дети, как правило, строили свою башню так, что ее верхняя часть находилась примерно на уровне верхней части башни-модели.

*Эгоцентризм в понимании пространственных отношений*: ребенок 5-8 лет может правильно определить свои собственные правую и левую руки, но не может показать, где правая и левая рука у стоящего к нему лицом экспериментатора.

На следующей стадии ребенок уже может справиться с этой задачей. Он может также правильно определить, что из предметов, стоящих в ряд, предмет А находится «слева», С «справа», а В «посередине», но еще не понимает, что В – справа от А и слева от С; это ребенок понимает только на третьей стадии развития.

## **Феномены Пиаже при выполнении сериации**

Операция *сериации* состоит в упорядочивании объектов определенного класса в соответствии с изменением значения какого-либо их свойства: величины, формы, цвета.

Например, детей просили разложить палочки разной длины в определенном порядке: начиная с самой короткой и кончая самой длинной. Или (так называемая «двойная сериация») расположить в одном и том же порядке кукол разного роста и трости, с которыми куклы ходят гулять («так чтобы каждая кукла могла быстро найти свою трость») [13; 16].

Дети на *первой стадии* развития совсем не способны к сериации; они ставят предметы рядом друг с другом в случайном порядке. Позже они раскладывают предметы на большие группы: «большие» и «маленькие», но внутри групп упорядочивание отсутствует [13; 16].

Далее дети переходят к этапу «наглядной сериации с хаотическим поиском при ее построении и с трудностями включения новых элементов в построенную серию, представляющую собой, в силу этого, некоторое ригидное целое» [13; 16].

При этом до тех пор, пока ребенок не может провести простую сериацию, он не может справиться и с «двойной»: установить взаимно-однозначное соответствие между

куклами и тростями. Как только ему становится доступна простая сериация, так сразу становится возможным и соответствие.

## Феномены Пиаже при решении задач на классификацию

Феномены Пиаже дети обнаруживают и при выполнении заданий на *классификацию*, т. е. распределение множества объектов по классам и подклассам на основе общности и различия их свойств.

Ж. Пиаже и Б. Инельдер [16] провели эксперименты двух типов:

– на *свободную классификацию*, когда детям предлагали разложить разнородные предметы по группам – «что к чему подходит»;

– эксперименты, направленные на проверку понимания детьми *отношений между включающим классом и его подклассами*.

Прослеживая путь развития у детей операции классификации, женеvские психологи выделили три основные стадии:

– *стадию фигурных совокупностей* (с 2,5 до 5 лет), находясь на которой ребенок группирует материал в фигурные наборы без всякого плана, причем по мере добавления в набор новых предметов критерий сортировки изменяется. Так, ребенок кладет вместе рисунки мужчины и свиньи, говоря: «Он гуляет, и у него есть огород для свиней». Затем добавляет обезьяну и птицу, потому что «они тоже там»;

– *стадию нефигурных совокупностей* (с 5-6 до 7-8 лет), на которой ребенок с большим успехом проводит классификацию объектов, но еще не владеет отношением включения между классом и его подклассами. Ж. Пиаже описал такие проявления невладения операцией классификации как, например, неспособность высказывать суждения типа «все А суть некоторые В» или «всех А меньше, чем всех В»:

В одном из экспериментов детям давали набор из 8-21 жетонов в форме синих кругов, красных и синих квадратов и, в частности, спрашивали: «Правильно ли утверждать, что все круги синие?» Подавляющее большинство детей 6-7 лет отвечали на вопрос отрицательно, мотивируя это тем, что «синие квадраты тоже существуют».

В другом эксперименте детям давали коробку с деревянными бусинками, большинство из которых были коричневого цвета, а две бусинки были белыми. Детям предлагали ответить на вопрос, чего больше в коробке: деревянных бусинок или коричневых (из каких бусинок – деревянных или коричневых – можно сделать более длинные бусы). До определенного возраста дети упорно отвечали, что коричневых бусинок больше, чем деревянных [15].

– *стадию подлинной классификации* (с 7-8 до 11-12 лет), на которой ребенок постепенно осознает, что подкласс включается в класс и не равен ему по объему.

## Познавательный эгоцентризм

Как установил Ж. Пиаже, детское мышление эгоцентрично. Познавательный эгоцентризм выражается в неспособности ребенка встать на точку зрения другого человека и в невозможности взглянуть на свою точку зрения как на одну из многих возможных.

Известный эксперимент «Три горы», описанный Ж. Пиаже и Б. Инельдер [8, с. 35], служит наглядным примером эгоцентрической позиции ребенка.

Ребенка подвели к макету гор разной высоты, каждая из которых имела какой-то хорошо заметный отличительный признак: домик, или реку, спускающуюся по склону, или снежную вершину. Экспериментатор давал ребенку несколько фотографий, на кото-



рых все три горы были изображены с различных сторон, и просил выбрать фотографию, как он видит горы в данный момент. Обычно ребенок выбирал правильный снимок.

После этого на другую сторону макета экспериментатор ставил куклу с головой в виде гладкого шара без лица, чтобы ребенок не мог следить за направлением ее взгляда. Теперь ребенка просили выбрать фотографию, где горы были изображены так, как видит их кукла. Большинство детей дошкольного возраста выбирали снимок, где горы были изображены так, как видят их сами дети.

Если ребенка и куклу меняли местами, то ребенок снова и снова выбирал снимок, где горы выглядят так, как он их видит со своего места.

По мнению Ж. Пиаже, познавательный эгоцентризм есть проявление недостаточной разделенности в познании свойств объектов и самого себя или самого себя и группы [22].

В процессе онтогенеза эгоцентризм перестает доминировать над другими качествами мышления, однако он всегда усиливается, когда ребенку встречается *совершенно новая* задача, в которой еще *не выделены* все стороны и отношения, *не произведена* соответствующая *ориентировка*.

П.Я. Гальперин и Д.Б. Эльконин [5] так описывают природу феноменов Пиаже:

«... ребенку ... не хватает представления о том, что количество жидкости измеряется объемом, а объем – тремя измерениями пространства, а не одним; не хватает представления о том, что объем – это не то же самое, что форма, и что один и тот же объем может иметь разную форму; не хватает поэтому и представления о том, что изменение одного из свойств может не затрагивать другие. Словом, не хватает *четкого разделения* таких *свойств предмета*, как его высота и его объем, его объем и его форма и т. д.

Для ребенка на этом уровне развития *различные свойства* отдельной вещи *не разделяются* и *не сопоставляются как параметры*: цвет вещи не отделяется от ее формы, форма – от ее размера, видимый размер – от ее действительного объема, ее объем – от количества ее вещества, ее вещество – от ее веса и т. д.»

Дальнейшие исследования показали, что выполнение разнообразных умственных действий: сравнений объектов, объединений и разъединений, сериаций и классификаций приводят к огромным *изменениям в репрезентативных системах* детей. На этой стадии развития ребенок начинает *выделять различные свойства* объектов и оперировать ими *независимо от других*.

Вопрос о том, как представлены *в восприятии наблюдателя* свойства стимула, которыми *экспериментатор может манипулировать независимо* (цвет, яркость, форма, размер, положение в пространстве и т. д.), активно изучался в когнитивной психологии 60-х – 80-х гг. прошлого века. Как выяснилось, одни свойства объектов отделены друг от друга в перцепции наблюдателя и выступают в субъективном пространстве как независимые друг от друга; они были названы *отделимыми*. Другие свойства объектов в перцепции наблюдателя не отделены друг от друга; они были названы *интегральными* [22]. Так, например, Гарнер и Фелфолди, используя методику скоростной классификации, показали, что для взрослых насыщенность и светлота цветового тона объектов являются интегральными свойствами, а размеры предметов – отделимыми [26].

В рамках специальной исследовательской программы была выдвинута гипотеза, что свойства объектов, являющиеся *психологически отделимыми для взрослых, интегральными для детей* и что *с возрастом идет рост их перцептивной отделимости*. В ходе этих исследований у детей старшего дошкольного и младшего школьного возраста экспериментально был обнаружен *возрастной рост перцептивной отделимости свойств объектов*, причем, как отмечалось во многих работах, *росту отделимости свойств* способствовали *целенаправленное обучение и вербализация* [22, гл. 9].

Эти эксперименты позволили с новой стороны взглянуть и на проблему формирования понятий и развития мышления. Ведь если решение каких-либо задач требует оперирования значениями свойств только *одной* какой-либо размерности и установления определенных отношений между ними, – в частности, задач на формирование обобщений, – то ясно, что решение будет происходить тем легче и быстрее, чем *лучше выделена* соответствующая *размерность* в познании субъекта [22].

Можно предположить, что и преодоление феноменов Пиаже также связано с возрастанием когнитивной отделимости свойств объектов. Теперь ребенок уже может *выделять* существенные признаки предметов и *объединяет* предметы в группу на основе этих выделяемых признаков. Он приобретает способность совершать операции с классами и устанавливать логические отношения между классами, объединяя их в иерархии, однако *пока он совершает операции только с конкретными объектами, но не с высказываниями*.

К концу дошкольного возраста ребенок уже сохраняет количество вещества, вес и объем, к началу подросткового возраста различает пространство и время, отличает скорость движения тела от пройденного им пути. В его суждениях постепенно преодолеваются синкретизм и эгоцентризм.

Развитие категориального мышления ребенка переходит на *стадию псевдопонятий* [4; 21]. Используя в речи спонтанные житейские *понятия*, ребенок *осознает* при этом *только предмет, на который они указывают, но не значение понятий*. Это выражается в отсутствии способности «к словесному определению понятия, к возможности в других словах дать его словесную формулировку, к произвольному употреблению этого понятия при установлении сложных логических отношений между понятиями» [4].

И, наконец, в следующем периоде развития, приходящемся на возраст 11–15 лет, появляется возможность развития так называемых *формальных операций*. Если в предыдущем периоде ребенок формулирует *суждения-высказывания о реальной действительности*, то теперь подросток высказывает уже *суждения о высказываниях*. И в этом смысле Пиаже назвал формальные операции операциями второй степени.

В этом периоде появляется *понятийное мышление*, которое базируется на умении ребенка выделить, абстрагировать элементы и затем интегрировать их в целостное понятие [4; 21].

Именно в этот момент, когда ребенок уже стал способен к образованию *истинных понятий*, ему предлагают для изучения *систематический курс физики*.

## Феномены Пиаже у подростков и взрослых

Однако в ряде работ, направленных на изучение мышления подростков и взрослых, было показано, что по разным причинам их стихийно сложившиеся когнитивные структуры функционируют с различными дефектами, что переход от детского мышления ко взрослому происходит не всегда в указанных Пиаже возрастных границах, и что в трудных условиях подростки и взрослые возвращаются к более ранним формам мышления [17; 25; 28].

Н.А. Подгорецкая, изучая логическое мышление у взрослых, обнаружила [17], что в трудных ситуациях взрослые, как и маленькие испытуемые Ж. Пиаже, выдавали *глобальную, нерасчлененную оценку явлений*. Особенно отчетливо это проявилось в ситуациях, где испытуемым предлагалось *выбрать параметр* для сравнения величин, *найти меру* для сопоставления классов, *проанализировать* в процессе рассуждения *различные точки зрения*.

В ходе эксперимента у испытуемых была выявлена большая *связанность предметным материалом*:

– во-первых, одна и та же логическая задача успешно *решалась* испытуемым на *одном специфическом содержании* и не выполнялась на другом;

– во-вторых, *ориентация на случайные, несущественные признаки* при хорошем знании специфического материала приводила к перебору многочисленных признаков и столкновению разных критериев классификации.

Сходство мышления взрослых в экспериментах Н.А. Подгорецкой и маленьких испытуемых Ж. Пиаже обнаружилось и в характере *нарушения логических правил*.

Кроме того, у обследованных взрослых испытуемых *не было в полной мере обобщения и осознанности приемов мышления*. Их *действия зависели* не только от содержания предложенных задач, но и *от последовательности предъявления заданий, от способов подачи* (в устной или письменной форме задан вопрос) и т.д. Резкое усложнение ориентировки толкало испытуемых к *экстериоризации* действий, максимальному их *разворачиванию*; некоторые испытуемые *вслух* решали задачи.

П.К. Вассон [28] приводит результаты изучения логического мышления высокоинтеллектуальных испытуемых: аспирантов и студентов последнего курса, которым предлагалась следующая задача: «Перед Вами лежат четыре карточки с изображенными геометрическими фигурами: либо треугольником, либо кругом красного или синего цвета. Карточки лежат в такой последовательности: красный треугольник, синий треугольник, красный круг, синий круг. Из предыдущего опыта Вы знаете, что каждая карточка имеет треугольник на одной стороне и круг на другой, и что используются только два цвета. Вам дается следующее положение: «Каждая карточка, которая имеет красный треугольник на одной стороне, имеет синий круг на другой стороне». Ваша задача – сказать мне, какую из карточек Вам необходимо перевернуть, чтобы узнать, истинным или ложным является данное предложение».

подавляющее большинство опрошенных полагало, что перевернуть надо карточки с изображением красного треугольника и синего круга.

Логически несостоятельные ответы взрослых, выполнявших классификацию карточек, были обнаружены и М. Аннетт [25].

Во всех указанных исследованиях у взрослых людей был выявлен тип мышления, характерный для дошкольников и младших школьников. Таким образом, можно было утверждать, что дефекты логического мышления, сформированного в стихийных условиях, могут иметь место в любом возрасте.

### **Феномены Пиаже, обнаруженные у школьников в наших исследованиях**

Наши исследования когнитивной сферы школьников 5–10 классов показали недостаточную сформированность пространственно-временных представлений и логической структуры мышления [10; 12].

Так, при исследовании *представлений* школьников *о пространстве, времени и скорости движущихся объектов* мы наблюдали феномены [12], описанные Ж. Пиаже для дошкольников и младших школьников [15].

В частности, при решении задач на движение школьники 5–10 классов демонстрировали *смешение времени и пространства*, в котором перемещался движущийся объект. Они часто не понимали, что два тела, одновременно начавших движение и одновременно прибывших в *два различных пункта*, остановились одновременно, путая *продолжительность затраченного времени с протяженностью пройденного телом пути*.



Так, среди ответов 274 учащихся 5–10 классов школ г. Фрязино Московской области, п. Оболенск и д. Райсемёновская Серпуховского района Московской области, д. Любница Валдайского района Новгородской области, которым была предложена задача:

«Мотоциклист и велосипедист выехали одновременно из города. Мотоциклист, двигавшийся со скоростью 80 км/ч, проехал 40 км и остановился на заправке. Велосипедист, скорость которого была 12 км/ч, проехав 6 км, остановился отдохнуть. Кто из них остановился раньше, мотоциклист или велосипедист? Приведите ваши рассуждения или вычисления», – часто встречались решения такого типа:

«Мотоциклист приехал раньше, чем человек, поскольку скорость мотоциклиста в 2 раза больше, и даже в 10. Мотоциклист едет быстрее, чем человек» (5 класс);

«Велосипедист остановился раньше, потому что мотоциклист проехал 40 км, а из этого следует, что он ехал дольше велосипедиста. Велосипедист проехал 6 км. Конечно, он ехал долго, но если сравнивать 40 км и 6 км, то 6 км проедется быстрее, чем 40 км» (7 класс);

«Велосипедист остановится позже, потому что у него скорость была меньше, а у мотоциклиста скорость была больше, и поэтому он остановится раньше велосипедиста» (10 класс).

Точно так же в значительном количестве случаев мы обнаружили, как и Ж. Пиаже в свое время [15], что для многих участников нашего эксперимента «более быстрый» означает «находящийся впереди», а тела, прибывающие в конечный пункт одновременно, имеют одинаковые скорости.

Так, решая задачу:

«Из города А в город В выезжают два велосипедиста через полчаса один после другого. Определите, кто из них ехал быстрее, если они *приезжают в город В одновременно*. Приведите ваши рассуждения», – школьники всех возрастов либо игнорируют часть условия; например:

«Тот велосипедист, который выехал через полчаса, *приехал первым*» (5 класс);

«Меньше скорость того велосипедиста, который *приехал позже*» (7 класс);

– либо отождествляют «более быстрый» и «находящийся впереди»:

«Велосипедист, который ехал впереди, – у него скорость была больше сначала. Но потом тот, который был сзади, его догнал. Значит, в конце у них скорость была одинаковой => у первого велосипедиста скорость больше» (7 класс);

«Быстрее ехал тот велосипедист, который выехал из города А первым» (10 класс);

– либо утверждают, что «прибыть одновременно» означает «иметь равные скорости». Так, кроме уже приведенного утверждения: «...догнал. Значит, в конце у них скорость была одинаковой», в ряде работ встречается утверждение, что *после того, как второй велосипедист догнал первого, он дальше «ехал с ним наравне»* (7 класс).

При решении третьей задачи:

«Из города А и города В, находящихся на расстоянии 6 км друг от друга, одновременно выезжают в город С два автомобиля. Через полчаса автомобиль, выехавший из города А, оказался в десяти километрах от города С, а автомобиль, выехавший из города В – в девяти километрах от города С. Скорость какого автомобиля меньше? Приведите ваши рассуждения и сделайте пояснительный чертеж:  $\overset{A}{\bullet} \xrightarrow{B} \overset{C}{\bullet}$ ». Учащиеся игнорировали часть условия, предлагая следующее рассуждение:

«Скорость того, кто выехал из А, больше, потому что от А до В – 6 км, и ему дальше ехать до С». Или:

«Скорость автомобиля из В была больше, потому что В ближе к С» (смешивается «скорость больше» и «приехал быстрее»), при этом часть условия: «...автомобиль, вы-

ехавший из города А, оказался в десяти километрах от города С, а автомобиль, выехавший из города В – в девяти километрах от города С», – игнорировалась так же, как и в предыдущем решении.

При этом в одной работе (5 класс) мы нашли пример «переходного» рассуждения: «Мне кажется, что скорость В меньше. Ему спешить некуда, его А еще не обогнал».

Сводные результаты этого исследования представлены в табл. 1.

Таблица 1

#### Успешность решения задач на движение

№ задачи	Успешность решения задачи / наличие феноменов Пиаже (%)			
	5 класс (113 уч.)	6 класс (72 уч.)	7 класс (49 уч.)	10 класс (40 уч.)
1	33,6 / 23,0	38,9 / 19,4	49,0 / 28,6	72,5 / 17,5
2	14,2 / 12,4	31,9 / 8,3	49,0 / 18,4	65,0 / 7,5
3	5,3 / 8,8	5,6 / 6,9	22,4 / 28,6	57,5 / 12,5

Мы отметили также у младших подростков *трудности ориентации в пространстве* – в сочетании с *выраженным эгоцентризмом в понимании пространственных отношений*. Так, только 34 школьника 5–6 классов из 165 испытуемых успешно справились с задачей:

«Играя на берегу лесного озера, дети нашли в камышах бутылку с запиской о местонахождении клада: «От самой высокой ели пройти на восток 3 км, затем повернуть налево и пройти еще 4 км, повернуть на запад и пройти 1 км, повернуть направо и пройти еще 3 км, снова повернуть направо – и еще 4 км; затем на юг 2 км, и, наконец, налево – и еще 1 км; здесь копать».

Воспользуйтесь нарисованной на обороте картой и покажите на ней линию, двигаясь по которой, дети смогут добраться до сокровищ. Какой путь, согласно записи, им надо теперь пройти, чтобы дойти от самой высокой ели до клада?»

14 испытуемых не смогли выдержать масштаб, несмотря на то, что им была предложена карта на бумаге в клетку. И 117 учащихся ошибались, когда нужно было поворачивать налево или направо, поскольку не понимали, чем отличается «повернуть направо» для персонажа задачи от того, что такое «направо» для них, сидящих за партой. Кроме того, некоторые дети не могли нарисовать линию «на восток» или «на юг», хотя легко указывали на карте стороны света. Часть школьников вообще не смогли нарисовать непрерывную линию. Сводные результаты этого эксперимента представлены в табл. 2.

Таблица 2

#### Успешность решения задач на ориентацию в пространстве

Качество решения задачи	Успешность решения задачи (%)	
	учащиеся 5-х классов (93 уч.)	учащиеся 6-х классов (72 уч.)
верное решение	9,7	34,7
с метрическими нарушениями	12,9	2,8
с топологическими и метрическими нарушениями	77,4	62,5

При исследовании *логической структуры мышления* школьников 5–7 классов мы обнаружили недостаточное развитие процессов классификации, а соответственно, и *неготовность к формированию понятийных обобщений* [10].

Так, наши испытуемые демонстрировали невысокий уровень умения выделять *существенные свойства предметов* и, опираясь на них, находить *обобщающее понятие* (чуть больше 70% во всех возрастных группах), ориентацию на «бросающиеся в глаза», но несущественные признаки, причем часто при объединении предметов – на одни признаки, а при исключении лишнего – на другие. Умение выделять *существенные признаки понятий* оказалось еще хуже развитым, но этот показатель резко увеличивался при переходе от 6-го к 7-му классу.

Таблица 3

**Сформированность умений выделять существенные признаки  
и использовать их для обобщения**

Группы испытуемых	Методика «Исключение предметов»	Методика «Существенные признаки»
5-классники (19 уч-ся)	12,32 (72,47%)	11,79 (58,95%)
6-классники (24 уч-ся)	12,17 (71,59%)	11,75 (58,75%)
7-классники (21 уч-ся)	12,52 (73,65%)	13,67 (68,35%)

При исследовании умения сравнивать объемы классов по методике Ж. Пиаже была показана *недостаточная сформированность логической части приема включения, приема обращения* и, особенно, *дефектность выявления меры для сравнения объемов классов*.

Испытуемым предлагались вопросы, аналогичные тем, которые давали своим испытуемым Ж. Пиаже и Б. Инельдер [16]:

1. Кого в мире больше: людей или продавцов?
2. Каких предметов в мире больше: зеленых или деревянных?
3. Чего в мире больше: не-конфет или не-леденцов?
4. Каких мальчиков учится в школе больше: высоких или умных?
5. В мире больше собак или животных?
6. Чего в природе существует больше: не-деревьев или не-растительности?
7. В мире больше не-хлеба или несъедобных вещей?
8. В природе больше уток или птиц?
9. Каких цветов существует в природе больше: роз или желтых?
10. Чего в природе больше: не-роз или не-цветов?
11. В мире существует больше предметов для езды или велосипедов?

При этом испытуемых предупреждали, что им могут встретиться вопросы, на которые нельзя дать определенного ответа. Полученные результаты сопоставлялись с данными Н.А. Подгорецкой, проводившей аналогичные исследования мышления взрослых [17].

Вопросы 1, 5, 8 и 12 были направлены на проверку умения испытуемых сравнивать объемы классов, один из которых является подклассом другого (т. е. таких А и В, что  $A \subset B$ ); вопросы 3, 6, 7, 10 – на проверку умения сравнивать объемы классов, дополнительных к А и В, при  $A \subset B$  (т. е. таких  $\neg A$  и  $\neg B$ , что  $A \subset B$ ); и, наконец, вопросы 2, 4, 9 – на проверку умения сравнивать объемы пересекающихся классов.

На многие вопросы испытуемые отвечали, исходя из житейского опыта. Так, одни дети при ответе на вопрос, каких мальчиков в школе больше: высоких или умных, пы-

тались вспомнить, как часто они встречаются высоких мальчиков, и задавались вопросом, что значит «умные». Другие рассуждали, что, мол, в начальной школе умные мальчики все-таки встречаются, однако высокими их не назовешь. Много трудностей вызвали вопросы, связанные с пониманием того, что же представляют собой так называемые «дополнительные классы» («Что такое «не-конфеты»? «не-хлеб»? «не-растительность»?»)»

В 96,5% ответов пятиклассников и в 92% ответов семиклассников (в сравнении с 70% аналогичных ответов взрослых испытуемых, по Н.А. Подгорецкой) делалась попытка сравнивать несопоставимые объемы пересекающихся классов [10].

Мы изучали также умение школьников сопоставлять высказывания и находить логические противоречия и умение принимать позицию другого человека в процессе решения логических задач.

Анализ ответов испытуемых показал, что умения делать *логические умозаключения о высказываниях* стихийным образом формируются *крайне медленно*, и лишь незначительная часть подростков демонстрирует умения, характерные для стадии формальных операций.

Так, в экспериментах, в которых испытуемым предлагалось ответить на вопросы следующих задач и привести свои рассуждения:

«До царя дошла весть, что кто-то из трех богатырей убил Змея Горыныча. Приказал царь им явиться ко двору. Молвили богатыри:

Илья Муромец: «Змея убил Добрыня Никитич».

Добрыня Никитич: «Змея убил Алеша Попович».

Алеша Попович: «Я убил змея».

Известно, что только один богатырь сказал правду, а двое лукавили. Кто убил змея?» и

«На острове живут рыцари, которые всегда говорят правду, и лжецы, которые всегда лгут. Путник встретил троих островитян и спросил каждого из них: «Сколько рыцарей среди твоих спутников?» Первый ответил: «Ни одного». Второй сказал: «Один». Что сказал третий?», – школьники показали следующие результаты.

Таблица 4

#### Сформированность умений находить логические противоречия и делать суждения о высказываниях

№ задачи	Группы испытуемых 5-классники	Ответы испытуемых (%)			
		неверные без объяснений	неверные с объяснениями	верные без объяснений	верные с объяснениями
1	5-классники	16 (84,2%)	0	3 (15,8%)	0
	6-классники	14 (58,3%)	0	9 (37,5%)	1 (4,2%)
	7-классники	9 (42,9%)	0	10 (47,6%)	2 (9,5%)
2	5-классники	17 (89,5%)	2 (10,5%)	0	0
	6-классники	20 (83,3%)	1 (4,2%)	3 (12,5%)	0
	7-классники	16 (76,2%)	2 (9,5%)	3 (14,3%)	0

Успешность выполнения заданий, требующих умения *принимать позицию другого человека* в процессе решения логических задач, оказалась значительно выше. Испытуемым предлагалось письменно ответить на вопрос, *возможна ли* каждая из предложенных ситуаций, и *если да, то в каком случае, и если нет, то почему*.

Ситуации:

1. У двух зрячих один брат слепой, но у этого слепого нет зрячих братьев.
2. Она мне соседка, а я ей не соседка.



3. Он – мой дед, но я ему не внук.
4. Я тебе дочь, но ты мне не мать.
5. У меня есть сестра, а у моей сестры сестры нет.

Ответы испытуемых анализировались со следующих позиций: признания или непризнания возможности существования ситуаций, наличия или отсутствия каких-либо объяснений, наличия или отсутствия логически обоснованных объяснений.

В наших экспериментах ответы с *логически верными* объяснениями представили 13,68% 5-классников, 41,67% 6-классников и 40,95% 7-классников. Однако усложнение условия задачи тут же подтолкнуло школьников к использованию до-логических житейских рассуждений. Так, при решении задачи о мудреце:

«Три мудреца вступили в спор, кто из них более мудр. Спор помог решить случайный прохожий, предложивший им испытание на сообразительность.

– Вы видите, – сказал он, – у меня 5 колпаков: 3 черных и 2 белых. Закройте глаза!

С этими словами он надел каждому мудрецу по черному колпаку, а два белых спрятал в мешок.

– Можете открыть глаза, – сказал прохожий. – Кто угадает, какого цвета колпак на нем, тот – самый мудрый.

Долго сидели мудрецы, глядя друг на друга... Наконец, один воскликнул:

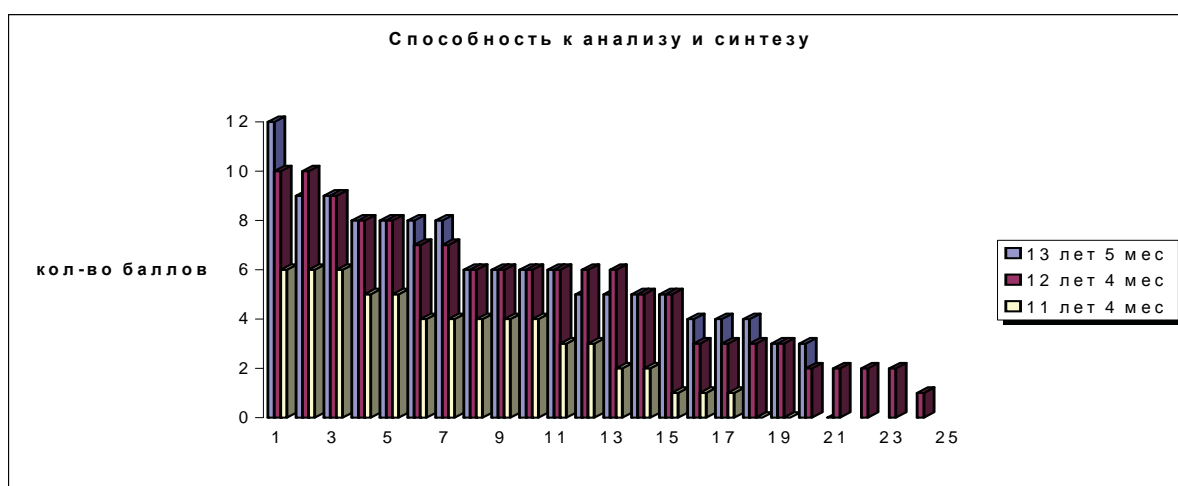
– На мне – черный!

Как он догадался?») – только четверо испытуемых (6,25%) *предприняли попытку логического решения*, и лишь одна из четверых (1,56%) смогла провести полное рассуждение [10].

Кроме того, исследование способностей школьников к установлению логических отношений с использованием абстрактного невербального материала (по методике «Стандартные прогрессивные матрицы Равена») показало *невысокую способность к анализу и синтезу* во всех группах испытуемых [10].

Диаграмма 1

Способность к анализу и синтезу («Стандартные прогрессивные матрицы Равена», серия E), 5–7 класс



Итак, наши эксперименты показали, что значительная часть обследованных школьников имеет недостаточное развитие как пространственно-временных представлений, так и логических структур, а следовательно, не готова к формированию понятийных обобщений. Полученные нами данные свидетельствуют о том, что умственное развитие

этих детей не достигло стадии формального мышления, а значит, им пока недоступны операции с высказываниями, построение физических и математических моделей явлений, а также выдвижение и проверка гипотез.

Кроме того, в дополнительных экспериментах 27,1% учащихся 5–10 классов продемонстрировали такие грубые феномены Пиаже, как *феномены несохранения*.

Мы предложили 129 школьникам следующую задачу:

«Берем два одинаковых листа бумаги, поднимаем их на одинаковую высоту и отпускаем. Листы падают одинаково медленно. После этого комкаем один из листов, и, держа гладкий и скомканный листы на одной высоте, задаем вопрос: “Что упадет быстрее: гладкий или скомканный лист бумаги? Объясните, почему”».

А.К. Звонкин [6], предлагавший эту задачу *пятилетним детям*, так описывает ответы:

«...Я хочу спросить, какой из двух листов упадет быстрее, но Дима меня опережает:

– А теперь этот (он показывает на комок) *стал тяжелее*.

– Почему!?!

– Потому что он упадет быстрее».

В наших экспериментах *испытуемые-подростки* дали 35 подобных ответов: «... быстрее упадет скомканный лист, потому что гладкий – он *легкий*, а скомканный *притягивает земля*», – отвечали пятиклассники, и «скомканный упадет быстрее, потому что у него *больше масса*» или, как вариант, «*больше вес*», – отвечали десятиклассники.

Таким образом, значительная часть школьников оказалась не готовой к изучению систематического курса физики.

Для решения этой проблемы мы обратились сначала к литературным данным, описывающим методы преодоления феноменов Пиаже. В частности, в известной монографии «Умственное развитие: Принцип дифференциации» Н.И. Чуприковой [22, гл. 11] приводится детальный обзор и анализ таких методов, базирующихся на исходно разных теоретических основаниях, но оказавшихся одинаково эффективными.

В фокус ее внимания попали такие методы тренировок, как:

– «*когнитивное обучение*» по Б. Инельдер, Х. Синклеру и М. Бове (лаборатория Ж. Пиаже), проводивших эксперименты по формированию у детей дошкольного возраста ряда логических и пространственных понятий, моделируя условия спонтанного развития ребенка и провоцируя возникновение у него *познавательного конфликта*;

– «*обучение сохранению на основе дискриминативного обучения*» (Р. Гельман, 1967, затем Р. Мэй и С. Тишоу, 1972), основанное на применении определенным образом подобранных наборов многомерных стимулов с подкреплением только одного из свойств; как показали Р. Мэй и С. Тишоу, положительное влияние тренировки тем сильнее, чем выше требования к дифференцированию;

– «*обучение сохранению на основе представления о необходимости преодоления глобальности суждений ребенка об объектах*» Л.Ф. Обуховой (на основе теории поэтапного формирования умственных действий П.Я. Гальперина), считавшей, что: 1) причина феноменов Пиаже – в глобальности суждений об объекте, в отсутствии выделения ребенком разных свойств объекта; 2) чтобы преодолеть феномены Пиаже, ребенку нужно научиться опосредованному выражению и оценке разных свойств объекта, для чего его нужно вооружить соответствующими мерами;

– «*обучение сохранению при помощи вербальных правил*» по Д. Филду, когда правила формулируются в процессе решения тренировочных задач, и по К. Овербеку и М. Шварцу, когда правила формулируются при решении самих задач на сохранение;

– «*обучение сохранению на основе теории обучения Р. Ганье путем усвоения иерархии признаков свойств веса и длины*», при котором экспериментаторы (Р. Кингсли и Ф.

Холл) составляют список необходимых знаний, дифференцирующих признаки и проявления одних свойств от признаков и проявлений других;

– «обучение сохранению количества жидкого вещества на основе дифференцированных вопросов» по Дж. Брунеру и Дж. Шепарду, основанное на том, что: 1) у несохраняющих детей нет различения понятий о тождестве и эквивалентности; у них сначала имеется лишь аморфное представление о «том же самом»; 2) маленькие дети находятся «в плену» перцептивных впечатлений, и судят о количестве жидкости по такому «бросающемуся в глаза» признаку, как уровень воды в сосуде; тогда преодоление этого «плена» заключался в том, чтобы побуждать детей дифференцировать в своем познании высоту и ширину стаканов, уровень воды в них и ее количество;

– «обучение сохранению на основе словесного обозначения и сравнения объектов по разным свойствам после деформации» по Э.М. Сонстрем, предложившей для обучения сохранению количества пластилина идею добавить к *чисто физическим операциям изменения формы* пластилиновых шариков «методику словесного обозначения» и тем самым «сделать более яркими компенсирующиеся признаки»;

– «обучение сохранению путем вопросов–ответов» по Ч. Брэйнерду, состоящее в том, что ребенку в процессе решения задач на сохранение задают вопросы, а после каждого ответа не только говорят, правильно ли он ответил, но и сообщают развернутую формулировку правильного ответа;

– «обучение сохранению путем наблюдения за правильными ответами других людей» по Т.И. Розенталю и Б. Циммерману, состоящее в том, что несохраняющие дети наблюдают за поведением человека, правильно решающего задачи на сохранение и правильно объясняющего свои решения;

– «обучение сохранению путем формирования правильных значений слов», процедура которого заключается в вербальной тренировке в понятиях *больше по количеству* и *больше по длине*, связывая свойства объектов с соответствующими словами-названиями.

Анализ, проведенный Н.И. Чуприковой, показал, что во всех процедурах тренировок имеется совсем немного общих элементов, приводящих к когнитивному разделению параметров объектов:

«1) *связывание* через подкрепление или многократное повторение *признаков*, характеризующих *разные свойства объектов*, с *разными словесными обозначениями*, и укрепление соответствующих связей;

2) *демонстрация разных способов изменения разных свойств*, сопровождаемая *словесными указаниями* (например, сжатие, растягивание, расплющивание и т.п. изменяет форму, а прибавление и убавление – количество);

3) *демонстрация и обучение* (с применением словесных обозначений) *использовать разные способы и меры* для измерения и сравнительной оценки разных свойств (например, счет элементов для числа, полоски бумаги для длины, квадратики для площади, гири для веса);

4) *использование «конфликтных» ситуаций*:

а) *применение для оценки по разным свойствам «конфликтных» наборов стимулов*;

б) *противопоставление* – в демонстрациях и словесных объяснениях – специфических способов *изменения и измерения* разных свойств объектов;

в) *демонстрация с соответствующим словесным объяснением, что изменение одних свойств объектов может не приводить к изменению других*» [22, с. 224].

Кроме того, мы приняли во внимание также данные о том, что стадии формирования истинных понятий *необходимо* предшествует *стадия представлений*. Так, во-первых, само формирование понятий происходит при схематизации и обобщении представлений

в процессе мышления. Л.С. Рубинштейн писал о «своеобразной реконструкции наглядного образа, в результате которой в самом образе выступают на передний план те наглядные черты предмета, которые объективно наиболее характерны и практически существенны для него; несущественные же черты как бы ступшевываются и отступают на задний план... И в результате той обработки и преобразования, которой неизбежно подвергается образное содержание представлений, будучи включенным в мыслительную деятельность, образуется целая ступенчатая иерархия все более обобщенных и схематизированных представлений, которые, с одной стороны, воспроизводят восприятия в их индивидуализированной единичности, а с другой – переходят в понятия»...

Во-вторых, «в моменты затруднений... протекающая в понятиях мысль часто обращается к представлениям, испытывая потребность «сличить мысль и вещи», привлечь наглядный материал, на котором можно было бы непосредственно проследить мысль» [20].

Как отмечают Л.А. Венгер [2] и Н.Н. Поддъяков [18], оперирование образами-представлениями является лишь проявлением «более сложных характеристик действий наглядно-образного мышления. Последнее предполагает, прежде всего, *дифференциацию плана представлений от плана реальной действительности, возможность замещать реальные объекты представлениями о них и относить результаты оперирования представлениями к самой действительности*» [2].

Еще Ж. Пиаже связывал переход от сенсомоторного мышления к символическому и интуитивному (т. е. образному) с зарождением и развитием символической функции (т. е. способности ребенка отделять обозначающее от обозначаемого). Л.А. Венгер обращает внимание на то, что у маленького ребенка «такое отделение первоначально возникает в условиях изобразительной игры, когда ребенок использует *игровые заместители реальных предметов и замещает при помощи собственных действий действия изображаемого лица*...

Возникая в игре, символическая функция быстро распространяется и на другие сферы жизни и деятельности ребенка, а мышление перестает нуждаться во внешних опорах и, оперируя представлениями, становится основным средством решения возникающих перед ребенком познавательных и практических задач» [2].

Разрабатывая пропедевтический корректирующий курс «Математика и механика» для учащихся 5-6 классов [9], мы принимали во внимание тот факт, что обнаруженные нами *массовые феномены Пиаже у школьников* говорят о том, что эти испытуемые демонстрируют *тип мышления, характерный для дошкольников* (или, в крайнем случае, для младших школьников). Это позволило нам опереться на результаты исследований мышления и восприятия *дошкольников* Н.Н. Поддъякова [18], Л.А. Венгера [1] и других, а также на выводы Н.И. Чуприковой [22], которая проводила анализ тренировок по преодолению феноменов Пиаже преимущественно у *дошкольников*.

Целью данного курса было формирование *общих представлений* о пространстве, времени, движении и взаимодействии тел с *постепенным выделением разных признаков* изучаемых объектов и явлений, с четким *разграничением* сходных объектов и явлений.

По нашим наблюдениям, именно работа с *образным содержанием представлений* приводила детей к пониманию сути физических задач, позволяла составлять и удерживать алгоритм их решения и приводила в итоге к формированию понятий.

Большое внимание мы уделили также заданиям, направленным на преодоление познавательного эгоцентризма школьников.

В первую очередь, это относилось к развитию способностей детей мысленно занимать положение другого человека в пространстве и двигаться в этом пространстве, ориентируясь то во внешней системе координат («север – юг – запад – восток»), то во



внутренней («направо – налево»). Вначале мы были вынуждены использовать кукол, которым поднимали правую руку, чтобы выполняющий задание ребенок понимал, куда должна поворачивать кукла, если инструкция предписывает «повернуть направо». Однако через некоторое время дети переставали использовать кукол, но при выполнении задания несколько поворачивали свой корпус в ту сторону, куда требует инструкция. Еще некоторое время спустя повороты корпуса были заменены движением глаз. Теперь дети выполняли замещающее действие во внутреннем плане.

Кроме того, в курс обучения мы ввели задачи физического содержания, в которых требовалось оценивать описанную ситуацию с разных точек зрения, в частности, то относительно неподвижной, то относительно движущейся систем отсчета [11]. При решении задач в движущейся системе мы предлагали детям представлять себя за рулем автомобиля, на велосипеде, в движущемся поезде, на плоту, плывущем по реке, мысленно наблюдая за изучаемыми объектами.

Контроль результатов обучения показал, что школьники 5-7 классов, обучавшиеся по экспериментальной программе, значительно легче, чем испытуемые контрольной группы, могли мысленно вставать на позицию другого человека, совершать действия во внутреннем плане, в том числе мысленно переходить из одной системы отсчета в другую.

Таблица 5

**Успешность решения задач на ориентацию в пространстве  
в экспериментальных группах**

Качество решения задачи	Успешность решения задачи (%)					
	уч-ся, проходившие обучение по экспериментальной программе с 5-го класса (36 уч.)			уч-ся, проходившие обучение по экспериментальной программе с 6-го класса (23 уч.)		
	до обучения	после года обучения	после двух лет обучения	до обучения	после года обучения	после двух лет обучения
верно	13,9	47,2	83,3	30,4	52,2	65,2
с метрическими нарушениями	5,6	16,7	0	4,3	0	8,7
с топологическими и метрическими нарушениями	80,6	36,1	16,7	65,2	47,8	26,1

Таким образом, мы можем говорить о *снижении познавательного эгоцентризма в понимании пространственных отношений*, а значит, и о лучшей дифференциации пространственных характеристик и отношений, и о лучшем различении своей собственной точки зрения и точки зрения другого человека.

Для улучшения дифференциации пространственных отношений мы использовали также задания на «перцептивное моделирование». Мы предлагали детям задачи на построение разверток поверхностей геометрических тел, на узнавание тел по их разверткам, на узнавание разверток среди предъявленных фигур, на определение с помощью развертки кратчайшего расстояния между точками на поверхности тела. Моделирующее перцептивное действие позволяет ребенку, по словам Л.А. Венгера, «воспринимать сложную форму не глобально, в целом, а как систему определенным образом взаимосвязанных элементов, делает восприятие расчлененным, аналитическим» [2].

Для развития представлений о движении мы проясняли смысл слов «быстрее», «медленнее», «ближе», «дальше», «дольше», «раньше», «позже». Затем мы связывали

эти слова с такими характеристиками движения, как скорость, время движения, расстояние между объектами, пройденный путь. Кроме того, мы предлагали детям визуализировать и схематически изображать изучаемые движущиеся объекты относительно других опорных тел, в том числе, отмечать их положение в пространстве через определённые промежутки времени.

Контрольные эксперименты показали, что школьники 5–7 классов, обучавшиеся по данной программе, демонстрировали существенно более высокие результаты, чем испытуемые контрольной группы, в решении задач на движение – при значительном снижении феноменов Пиаже. Результаты эксперимента представлены в следующей таблице.

Таблица 6

**Успешность решения задач на движение в экспериментальных группах**

№ задачи	Успешность решения задачи / наличие феноменов Пиаже (%)					
	уч-ся, проходившие обучение по экспериментальной программе с 5-го класса (36 уч.)			уч-ся, проходившие обучение по экспериментальной программе с 6-го класса (23 уч.)		
	до обучения	после года обучения	после двух лет обучения	до обучения	после года обучения	после двух лет обучения
1	58,3 / 19,4	61,1 / 16,7	88,9 / 8,3	52,2 / 13,0	91,3 / 4,3	95,7 / 4,3
2	22,2 / 16,7	47,2 / 13,9	91,7 / 5,6	47,8 / 4,3	73,9 / 4,3	95,7 / 4,3
3	8,3 / 11,1	47,2 / 13,9	47,2 / 11,1	8,7 / 13,0	39,1 / 13,0	47,8 / 8,7

Кроме того, у школьников экспериментальных групп раньше формируются умения выделять существенные признаки понятий и использовать их для обобщения. Однако нам не удалось повысить итоговые результаты значительно выше 70%.

Таблица 7

**Сформированность умений выделять существенные признаки понятий и использовать их для обобщения (по методике «Существенные признаки»)**

Группы испытуемых	Количество верных ответов в контрольных группах	Количество верных ответов в экспериментальных группах после двух лет обучения
6-классники	11,72 (58,60%)	14,19 (70,95%)
7-классники	13,57 (67,85%)	15,26 (76,30%)

И, наконец, мы провели сравнительный анализ *динамики развития* способностей школьников к анализу и синтезу с использованием абстрактного невербального материала (по методике «Стандартные прогрессивные матрицы Равена»). Сравнение баллов, полученных участниками экспериментальной и контрольной групп при выполнении серии Е, показало значимое различие ( $p \leq 0,01$ ) результатов обучения по U-критерию Манна-Уитни.

Таблица 8

**Сравнение динамики развития способностей к анализу и синтезу  
(«Стандартные прогрессивные матрицы Равена», серия E), 5–6 классы**

Экспериментальная и контрольная группа, начало 5 класса (входной контроль)		Экспериментальная и контрольная группа, окончание 6 класса (выходной контроль)	
Средний балл, экспериментальная группа (36 уч.)	Средний балл, контрольная группа (25 уч.)	Средний балл, экспериментальная группа (36 уч.)	Средний балл, контрольная группа (25 уч.)
4,64	4,52	7,19	5,16
Сравнение выборок по U-критерию Манна-Уитни не выявило значимых различий в выборках ( $p>0.05$ )		Сравнение выборок по U-критерию Манна- Уитни выявило значимые различия в выборках ( $p<0.01$ )	

Таблица 9

**Сравнение динамики развития способностей к анализу и синтезу  
(«Стандартные прогрессивные матрицы Равена», серия E), 6–7 классы**

Экспериментальная и контрольная группа, начало 6 класса (входной контроль)		Экспериментальная и контрольная группа, окончание 7 класса (выходной контроль)	
Средний балл, экспериментальная группа (23 уч.)	Средний балл, контрольная группа (21 уч.)	Средний балл, экспериментальная группа (23 уч.)	Средний балл, контрольная группа (21 уч.)
5,87	5,43	7,52	5,67
Сравнение выборок по U-критерию Манна-Уитни не выявило значимых различий в выборках ( $p>0.05$ )		Сравнение выборок по U-критерию Манна- Уитни выявило значимые различия в выборках ( $p<0.01$ )	

Таким образом, анализ полученных результатов обучения показал эффективность предложенной нами методики для развития как пространственно-временных представлений, так и логических структур мышления, необходимых для изучения систематического курса физики.

**ЛИТЕРАТУРА:**

1. Венгер Л.А. Восприятие и обучение. – М.: Просвещение, 1969.
2. Венгер Л.А. Психологические основы диагностики умственного развития дошкольников // Диагностика умственного развития дошкольников; под ред. Л.А. Венгера, В.В. Холмовской. – М.: Педагогика, 1978. – С. 7-31.
3. Возрастные и индивидуальные особенности образного мышления учащихся / Под ред. И.С. Якиманской. – М.: Педагогика, 1989.
4. Выготский Л.С. Мышление и речь. – М., 1934.
5. Гальперин П.Я., Эльконин Д.Б. К анализу теории Ж. Пиаже о развитии детского мышления // Послесловие к кн.: Флейвелл Д.Х. Генетическая психология Жана Пиаже. – М., 1967. – С. 596-621.
6. Звонкин А.К. Малыши и математика. Домашний кружок для дошкольников. – М.: МЦНМО, МИОО, 2006. – 240 с.
7. Каплунович И.Я. Психологические закономерности развития пространственного мышления // Вопросы психологии. 1999. – № 1. – С. 60-68.
8. Обухова Л.Ф. Концепция Жана Пиаже: за и против. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1981. – 191 с.

9. *Ошемкова С.А.* Генетический подход к обучению пропедевтическому интегрированному курсу «Математика и механика» // Проблемы контроля и оценки качества образования по физике. Общеобразовательные учреждения, педагогический вуз. Доклады научно-практической конференции. – М.: МГОУ, 2008. – С. 104-107.
10. *Ошемкова С.А.* Изучение логического мышления школьников 5-7 классов // Методы аналогии и моделирования курса физики. Общеобразовательные учреждения, педагогические вузы. Доклады научно-практической конференции. – М.: МГОУ, 2011. – С. 90-102.
11. *Ошемкова С.А.* Механическое движение. Учебное пособие для учащихся V-VI классов. – М.: МГОУ, 2011. – 46 с.: ил.
12. *Ошемкова С.А.* Представления о времени и пространстве и феномены Пиаже у школьников // Научные и методические проблемы точных и естественных наук: сборник научных трудов. – М.: Изд-во МГОУ, 2011. – С. 127-136.
13. *Пиаже Ж.* (совместно с А. Шеминской). Генезис числа у ребенка // Избранные психологические труды. – М.: Просвещение, 1969. – С. 233-565.
14. *Пиаже Ж.* Как дети образуют математические понятия // Вопр. психол. 1964. – № 6. – С. 121-126.
15. *Пиаже Ж.* Психология интеллекта // Избранные психологические труды. – М.: «Просвещение», 1969. – С. 55-231.
16. *Пиаже Ж., Инельдер Б.* Генезис элементарных логических структур. Классификация и сериация. – М.: Изд-во ЭКСМО-Пресс, 2002. – 416 с.
17. *Подгорецкая Н.А.* Изучение приемов логического мышления у взрослых. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1980. – 150 с.
18. *Поддьяков Н.Н.* Мышление дошкольника. – М.: Педагогика, 1977. – 272 с.
19. *Поддьяков Н.Н.* Формирование у дошкольников способности наглядно представлять перемещения предметов в пространстве // Сенсорное воспитание дошкольников; под ред. А.В. Запорожца и А.П. Усовой. М.: Изд-во АПН РСФСР, 1963. – С. 163-185.
20. *Рубинштейн С.Л.* Основы общей психологии. – СПб.: Питер, 2002. – 720 с.
21. *Сахаров Л.С.* О методах исследования понятий // Психология, 1930. – Т. III. – Вып. I.
22. *Чуприкова Н.И.* Умственное развитие: Принцип дифференциации. – СПб.: Питер, 2007. – 448 с.
23. *Шемякин Ф.Н.* Ориентация в пространстве // Психологическая наука в СССР. М., 1959. Т. 1. С. 140–142.
24. *Якиманская И.С.* Развитие пространственного мышления школьников. – М.: Педагогика, 1980. – 240 с.
25. *Annett M.* The classification of instances of four common class concepts by children and adults // Brit. J. Educ. Psychol., 1959. – V. 29.
26. *Garner W.R.* Selective attention to attributes and to stimuli // Journ. of Experim. Psychol.: General. 1978. – V. 107. – № 3. P. 287-308.
27. *Minsky M.* The structure for knowledge representation // Winston P.H. (ed.) The psychology of computer vision. – N.Y., 1975. – P. 249-338.
28. *Wasson P.C.* Regression on reasoning? – Brit. J. Psych., 1969, – V. 60.