



**ՌՌԻԲԵՆ ՆԱԳԳՅԱՆ**

**ՍԻՄԵՏՐԻԱՅԻ ՍԿԶԲՈՒՆՔԸ  
ՀՈԳԵԲԱՆՈՒԹՅՈՒՆՈՒՄ ԵՎ ԿՐԹԱԿԱՆ  
ՀԱՄԱԿԱՐԳՈՒՄ**

**Վերամշակված 2-րդ հրատարակություն**

**ԵՐԵՎԱՆ  
«Լուսարաց հրատարակչատուն»**

**2019**

**РУБЕН НАГДЯН**

**ПРИНЦИП СИММЕТРИИ  
В ПСИХОЛОГИИ И ОБРАЗОВАНИИ**

**Издание 2-е, исправленное и дополненное**

ЕРЕВАН  
“Издательский дом Лусабац”  
2019

УДК 159.9:37  
ББК 88+74.00  
Н 160

Работа обсуждена на Ученом совете Международного научно-образовательного центра Национальной академии наук Республики Армения и рекомендована к публикации

**Рецензенты:**

**В.И. Панов** – доктор психологических наук,  
член-корреспондент РАО (Москва)

**Г.В. Акопов** – доктор психологических наук (Самара)

**В.А. Мазилев** – доктор психологических наук (Ярославль)

**В.А. Федоров** – доктор педагогических наук (Екатеринбург)

**В.Л. Гапонцев** – доктор физико-математических наук (Екатеринбург)

**Нагдян Р.М.**

Н 160 Принцип симметрии в психологии и образовании/ Р. М. Нагдян.–  
Ер.: «Издательский дом Лусабац», 2019.- 268 с.

В книге, с точки зрения принципа симметрии, проведен теоретический анализ процессов непосредственно-чувственного отражения, восприятия и мышления, который показал, что психическое, как и все остальные явления природы обладают свойствами симметрии и асимметрии. Этим подчеркивается идея единства природы, единства физических и психических явлений. Из этого же анализа видно, что некоторые психологи, при построении своих теорий, пользовались соображениями и принципами симметрии, хотя и делали это, очевидно, интуитивно.

В работе дается обоснование концепции обучения, основанной на принципе симметрии, которая может быть использована для создания программ обучения в начальной и средней школе, нацеленных на формирование креативного мышления, решения глобальных проблем и создания целостной картины мира.

Книга вызовет интерес у студентов и аспирантов, психологов и педагогов, философов, а также у читателей, интересующихся значением принципа симметрии для восприятия и познания окружающей действительности.

УДК 159.9:37  
ББК 88+74.00

ISBN 978-9939-69-327-9

© Нагдян, 2019



## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ОТ АВТОРА</b> .....	7
<b>ПРЕДИСЛОВИЕ.</b> О книге Р.М. Нагдяна «Принцип симметрии в психологии и образовании» (В.Л. Гапонцев, В.А. Федоров) .....	11
<b>ГЛАВА 1. МЕТАФИЗИЧЕСКИЙ ХАРАКТЕР ПРИНЦИПА СИММЕТРИИ И ЕГО РОЛЬ В ПРИРОДЕ И ПОЗНАНИИ</b> .....	14
1.1. Метафизический характер принципа симметрии и его методологическое значение в науке .....	14
1.2. Проявления принципа симметрии в природе .....	21
1.3. Значение принципа симметрии в познании .....	31
1.4. О возможности применения принципа симметрии в качестве методологического принципа психологии .....	38
<b>ГЛАВА 2. ПРИНЦИП СИММЕТРИИ В ПРОЦЕССАХ ВОСПРИЯТИЯ И МЫШЛЕНИЯ</b> .....	41
2.1. Симметрия-асимметрия в процессах непосредственно чувственного отражения: концепция А.И. Миракяна .....	41
2.2. Особенности функциональной асимметрии человека: школа Б.Г. Ананьева .....	53
2.3. Симметрия и асимметрия в бинарных структурах мышления ребенка и дипластии: концепции А. Валлона и Б.Ф. Поршнева .....	61
2.4. Симметрия и асимметрия в явлениях развивающегося интеллекта: концепция Ж. Пиаже .....	71

<b>ГЛАВА 3. ПРИНЦИП СИММЕТРИИ КАК ПОДХОД К ОРГАНИЗАЦИИ ПСИХОЛОГИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА</b> .....	87
3.1. Постановка проблемы исследования мышления, основанного на принципе симметрии .....	87
3.2. Асимметрия решения взаимообратных задач равной логической сложности .....	89
3.3. Операциональная асимметрия взаимообратных мыслительных процессов как свойство мышления .....	101
<b>ГЛАВА 4. ПРОЕКТ КОНЦЕПЦИИ ОБУЧЕНИЯ, ОСНОВАННОЙ НА ПРИНЦИПЕ СИММЕТРИИ</b> .....	107
4.1. Философско-методологический аспект .....	107
4.2. Структурно-функциональный аспект .....	120
4.3. Психолого-педагогический аспект .....	123
4.4. Описание нового учебного предмета «Симметрика» .....	133
4.5. Программа первой ступени обучения и методические указания .....	143
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b> .....	154
<b>ЛИТЕРАТУРА</b> .....	159
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 1.</b> Тексты по «Симметрике» .....	171
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 2.</b> Гапонцев В.Л., Федоров В.А., Гапонцева М.Г. Принцип симметрии как основа интеграции наук и его значение для образования .....	256

## ОТ АВТОРА

Направление исследования психики зависит от той философско-методологической позиции, которую занимает ученый перед началом своего поиска. Этой позицией, в частности, определяется понимание того, какое место занимает психика среди других явлений природы. С этой точки зрения можно выделить четыре способа понимания психического.

Первый способ связан с пониманием психического как высшего продукта развития материи, как переход от физического через биологическое к психическому, от элементарных систем к сложным. Этот способ понимания можно назвать эволюционным (материалистическим, естественнонаучным, причинно-следственным). Результатом такого способа мышления являются обобщения типа: «Психика есть функция или свойство мозга» и т.п. И при этом психофизиологи ссылаются на результаты исследований с высокой степенью корреляций между воздействиями на определенные участки мозга и изменениями в проявлениях соответствующих психических процессов и состояний, сопровождающиеся либо их усилением, либо подавлением. Однако, как известно, проблема психофизиологического параллелизма не разрешена: что происходит в «зазоре» между физиологическим и психическим до сих пор никому не известно.

Второй способ понимания – обратный первому. Это взгляд на природу, вплоть до элементарных физических

явлений, с позиций психического. При таком подходе, в частности, оказывается, что элементарные частицы, основа мироздания, не подчиняясь законам причинно-следственной детерминации, проявляют свойства, напоминающие свойства психических явлений. По этому поводу К.Г. Юнг пишет: «...микрофизический мир атома обнаруживает черты, чье родство с психическим бросается в глаза даже физику. Здесь выявляется, очевидно, по крайней мере, в виде намека, возможность «реконструкции» психического процесса в совершенно другой среде, а именно в среде микрофизики материала»<sup>1</sup>, что позволяет выдвинуть предположение о возможном онтологическом единстве физических и психических явлений.

Третий способ понимания обнаруживается при поиске различий между психическими и другими явлениями природы. Обычно этим путем идут исследователи, которые хотят определить место психического среди других явлений природы.

Четвертый способ понимания – обратный третьему. Он выявляется при поиске общего между психическими и другими явлениями природы. Это попытка понять психическое и объяснить его, используя знания других наук, претендующих на общенаучную значимость. На этом пути создаются междисциплинарные связи, которые в настоящее время установлены между психологией и физикой, теорией информации, математикой, логикой, физиологией, лингвистикой и т.д. А в последнее время, начиная с конца XX века, делаются интенсивные попытки установления связей между психологией и квантовой

---

<sup>1</sup> Юнг К.Г. Психология бессознательного. – М., 1998. С. 300.

механикой<sup>2</sup>. Глубокий анализ необходимости и возможности создания междисциплинарных связей и связей между разными областями психологической науки был проведен известным современным российским психологом – методологом, теоретиком и историком психологии – В.А. Мазилковым в предложенной им концепции коммуникативной методологии<sup>3</sup>.

Подход, использованный в данной работе, соответствует четвертому пути, так как используемые в качестве инструментов концептуального анализа понятия симметрии и асимметрии являются общенаучными понятиями, а описываемые ими особенности можно обнаружить во многих явлениях природы и продуктах деятельности человека.

Однако, необходимо отметить, что описываемые выше способы понимания психики представляют собой символическую «четвертку», так как, возможно, существуют и другие классификационные основания способов понимания психического. Особенностью этой четвертки является то, что она имеет бинарную структуру, состоящую из двух пар симметрично противоположных представлений о способах понимания и изучения психики.

С другой стороны, эти бинарности, состоящие из двух парных оппозиций (противоположностей) являются метафорой целостности мира и диалектических принципов его развития, порождающая определенное направление движения мысли исследователя. И именно эта метафора, в основе

---

<sup>2</sup> См., например, работы: Петренко В.Ф., Супрун А.П. Методологические пересечения психосемантики сознания и квантовой физики. – М.: СПб., НЕСТОР-ИСТОРИЯ, 2017; Супрун А.П., Янова Н.Г., Носов К.А. Метапсихология. – М.: ЛЕНАНД, 2010; Менский М.Б. Сознание и квантовая механика. – Фрязино, “Век-2”, 2010 и др.

<sup>3</sup> См.: В.А. Мазилков. Стены и мосты: методология психологической науки. – Ижевск, ERGO, 2015.

которой лежит симметрия противоположностей, является иллюстрацией ко всей работе и подчеркивает основную идею, на которой построено данное исследование.

Учитывая фундаментальное значение принципа симметрии в познании явлений мира и для его целостного восприятия, и то, что его применение требует наличия своеобразного мировоззрения и формы (образа) мышления, в работе показана необходимость и возможность введения в программу изучаемых в школе дисциплин факультативного курса, знакомящего учеников с многочисленными проявлениями принципа симметрии и ее закономерностями, способствующими формированию у них соответствующего целостного мировоззрения и креативного, гибкого образа мышления.

В предлагаемой вниманию читателей книге раскрывается содержание концепции обучения, основанной на принципе симметрии, дается разностороннее обоснование концепции, программа нового учебного предмета – «симметрика», а также методические указания для ее реализации.

Хочу выразить искреннюю благодарность рецензентам книги за проявленный интерес к данному исследованию и поддержку – профессорам Г.В. Акопову, В.Л. Гапонцеву, В.А. Мазилу, В.И. Панову и В.А. Федорову.

***РУБЕН НАГДЯН***

Июль, 2019, Ереван, Армения

## **ПРЕДИСЛОВИЕ**

**О книге Р.М. Нагдяна**

### **«Принцип симметрии в психологии и образовании»**

В своей монографии Р.М. Нагдян глубоко анализирует проблему применения соображений симметрии в образовании. Он опирается на оригинальные результаты, полученные на основе своих исследований в психологии. В качестве дополнительных аргументов автор широко использует анализ исследований специалистов в области различных разделов науки от психологии (он делает отсылки к работам основателя Женевской школы психологии Жана Пиаже) до физики и математики. В частности, им детально проанализированы взгляды на симметрию Пьера Кюри, классическая работа которого по применению соображений симметрии в рамках термодинамического описания конденсированных сред, имеет непреходящее значение для физики в целом. В монографии нашли отражение и результаты таких классиков математики как Феликс Клейн, Эрлангенская программа которого является поворотной точкой в формировании представления о формах симметрии, как об основе построения аксиоматических систем, формирующих различные разделы математики. В свете сформулированного Германом Вейлем представления об общей идее симметрии возникает возможность общей систематизации разделов научного знания. Демонстрацией этой возможности является схема деления области научных знаний, предложенная физиком-теоретиком Евгением Вигнером, выдающимся специалистом в области квантовой теории поля. Все эти имена, и не

только они, как и развиваемые ими представления о симметрии нашли отражение в двух первых главах монографии Рубена Нагдяна.

В качестве приложения упомянутых выше теоретических оснований принципа симметрии в последней главе монографии предложено описание нового учебного предмета «Симметрика». Авторам данной рецензии предложение такого учебного предмета представляется крайне актуальным. Это связано с тем, что наши собственные исследования привели к выводу о необходимости поиска разрешения кризиса современного образования в пересмотре существующей структуры содержания образования. Наши взгляды по этому вопросу изложены в работе, которую автор монографии счел возможным включить в текст в качестве ПРИЛОЖЕНИЯ 2. Суть этих взглядов заключается в необходимости формирования нового элемента структуры содержания образования, а именно, сквозной линии (термин сквозная линия упоминается в смысле академика РАО В.С. Леднева) «Симметрия». Эта сквозная линия образования должна реализовать в образовании верхний уровень структуры научного знания в схеме, предложенной Е. Вигнером. Этот уровень отражает исторически формирующуюся систематизацию всего накопленного знания. В настоящее время этот уровень структуры научного знания практически не находит систематического отражения в структуре образования.

Сквозная линия «Симметрия», должна, в частности, состоять из набора отдельных курсов (предметов) связанных с систематическим применением представлений о симметрии в качестве фактора, систематизирующего общую картину научного знания. При этом непрерывность обучения может быть обеспечена достаточно широким набором курсов, учи-



тывающих специфику обучения в отношении как уровня строгости изложения, так и других параметров. Такой подход представляется естественным, так как он многократно апробирован. В качестве примера можно привести различные курсы «Алгебра», которые широко варьируются как по содержанию, так и по уровню строгости в зависимости от конкретных потребностей и возможностей учащихся. Поэтому предложенный Р.М. Нагдяном предмет «Симметрика» представляется нам одним из первых возможных и необходимых наборов курсов, требующихся для построения сквозной линии «Симметрия».

Считаем, что монография Р.М. Нагдяна «Принцип симметрии в психологии и образовании» может быть **рекомендована к изданию** и, несомненно, будет полезна в методологическом, теоретическом и технологическом плане для исследователей, работающих в области психологии и педагогики, а также для практиков психологии и образования.

***В.Л. Гапонцев***

Доктор физико-математических наук, профессор

***В.А. Федоров***

Доктор педагогических наук, профессор

# **ГЛАВА 1. МЕТАФИЗИЧЕСКИЙ ХАРАКТЕР ПРИНЦИПА СИММЕТРИИ И ЕГО ПРОЯВЛЕНИЯ В ПРИРОДЕ И ПОЗНАНИИ**

## **1.1. Метафизический характер принципа симметрии и его методологическое значение в науке**

Психика, являясь, вероятно, самым сложным явлением природы, приковала к себе внимание специалистов из многих областей науки. На это указывал еще Ж. Пиаже, подчеркивая связи психологии с математикой, физикой, кибернетикой, биологией, генетикой, социологией, экономикой, лингвистикой, логикой [Пиаже, 1969]. Об этом же писал известный советский психолог Б.Г. Ананьев (1957).

Кроме этой тенденции, ведущей к комплексному, с точки зрения многих наук, изучению человека и, в частности, его психики, наблюдается и другая - применение в психологии понятий, категорий и принципов других наук, претендующих на философскую обобщенность. В качестве примера можно привести работы Ж. Пиаже, где успешно применен аппарат теории множеств и логики; методы термодинамического анализа явлений привели Н.И. Кобозева к термодинамической теории мышления [Кобозев, 1970]; В.А. Ганзен, изучив специфические особенности закономерностей целостных объектов, показал необходимость целостного исследования психических явлений, благодаря

чему философская проблема диалектики части и целого нашла свое применение и в психологии [Ганзен, 1976]. А в последние несколько десятилетий в психологии все большее внимание начали уделять и применять для объяснения психических явлений принципы и понятия квантовой физики и Специальной теории относительности [Супрун, Янова, Носов, 2010; Петренко, Супрун, 2017; Прыгин, 2018 и др.].

Одним из фундаментальных принципов природы и познания являются принципы симметрии, которые нашли приложение почти во всех науках о неживой и живой природе [Гильде, 1982; Урманцев, 1988; Шафрановский, 1985; Шубников, Копчик, 1978 и др.].

Удивительная «проницаемость» понятий симметрии и асимметрии почти во все сферы науки, подсказывает нам, что мы имеем дело с закономерностью природы, которая каждый раз проявляется по-новому, в зависимости от того, через призму какой науки мы смотрим на природу. То есть симметрия и асимметрия являются одними из немногих, наблюдаемых человеком, проявлений природы, которые позволяют понимать ее в онтологическом смысле, что уже можно было заметить в мифах и философии античных мыслителей. Это означает, что симметрию, несмотря на ее очевидность, можно отнести к метафизическим понятиям, подобно материи, пространству, времени причине, силе и т.д. Называя симметрии правильностями, В.И. Вернадский пишет: «Эти правильности более глубоки, чем физические и химические явления, в которых они проявляются» [Вернадский, 1965, с. 36]. Тем самым В.И. Вернадский ясно указывает на метафизический характер понятия симметрии. Нам доступны лишь сами физические (и другие) явления, но за их пределами, недоступными нашему непосредственному наблюдению или исследованию, существует некая метафи-

зическая сущность, проявляющаяся в разных видах форм симметрии внешних и внутренних свойств существующих в природе явлений.

Метафизическая природа симметрии состоит в том предположении, что она является неотъемлемым атрибутом бытия, проявляясь в закономерностях свойств материи, пространства, времени, в динамике взаимодействий, структуре вещества и т.д., и поэтому может быть обнаружена в любом явлении и процессе природы. С точки зрения первоначал бытия, неизвестно, и невозможно ответить на вопрос, что является причиной возникновения симметрии или асимметричности Вселенной, почему Вселенная должна быть организована именно таким (симметричным) образом.

Для древних греков симметрия, означающая гармонию, соразмерность, однородность и порядок, в их метафизическом восприятии мира играла фундаментальную роль, считалась причиной возникновения многих вещей в природе и обоснованием ее организации. Как утверждали пифагорейцы, из куба возникла земля, из пирамиды - огонь, из октаэдра - воздух, из додекаэдра - сфера Вселенной, Парменид утверждал, что мир и Бог шарообразны, а Филолай считал, что Земля совершает кругообразные движения. А по Демокриту, атомы, из которых состоит все, что есть в природе, - шарообразны. Эти метафизические обобщения древних греков, первоначально имевшие эмпирические основания в их быту, привели к формированию особого образа мышления, представляющего Вселенную (или Космос) симметричной (симметризированной), как в своей цельности, так и в частях, ее составляющих. Отметим, кстати, что Космос с древнегреческого переводится как «красота» и, следовательно, симметрия считалась также тем, что порождает или характеризует красоту. Этот образ мышления через мифы,

мистику (например, отношение пифагорейцев и их последователей к числам), через науку и искусство передавался из поколения в поколение и, в конечном счете, превратился, как мы предполагаем, в неосознаваемую основу европейского научного мышления. В.И. Вернадский пишет: «представление о симметрии слагалось в течение десятков, сотен, тысяч поколений. Правильность его проверена коллективным реальным опытом и наблюдением, бытом человечества в разнообразнейших природных земных условиях» [Вернадский, 1965, с. 176-177].

М.К. Мамардашвили приводит одно из оригинальных объяснений того, почему соображения симметрии относятся к метафизическим. Показывая различие между онтологическим и научным, М.К. Мамардашвили приводит пример распространения луча света, которое, согласно оптическим исследованиям, является прямолинейным. «Это утверждение о мире, - пишет М.К. Мамардашвили, - не является онтологическим утверждением и, следовательно, не входит в философию. В число онтологических утверждений будет входить некая посылка о характере мира вообще, содержащаяся здесь. А именно, что в мире есть симметрия, что нет причин лучу идти ни вправо, ни влево... Онтологическими являются утверждения... такого рода, когда к заключению о том, что луч идет по прямой, я прихожу не на основе анализа физических явлений, не на основе обобщений и наблюдений, а по соображениям симметрии» [Мамардашвили, 1996, с. 54]. Эти соображения симметрии и являются метафизическими, которые имплицитно указывают на особенности мира, в котором мы существуем. М.К. Мамардашвили приводит еще один пример метафизического высказывания, основанного на соображениях симметрии - это соображения античного философа о том, что Земля занимает

центральное место в мире, потому что нет никаких причин, чтоб она сместилась вправо или влево, вверх или вниз. В этом высказывании древнегреческого философа есть более общая посылка, а именно: мнение о том, что пространство, в котором существует все, однородно и изотропно, то есть симметрично. «Оба эти утверждения - о свете и о Земле - о двух совершенно разных предметах, но у них есть некоторое общее допущение о характере мира. Такие допущения и откапываются философией, извлекаются на свет божий, и о них рассуждают в разделе философии, называемой онтологией» (там же). Отметим также то, что, согласно М.К. Мамардашвили, онтология, с одной стороны, относится к теории познания, точнее, к эпистемологии - научному познанию, а с другой, является производной от метафизических рассуждений.

Вероятно, этим метафизическим образом мышления («симметрия есть свойство всех вещей, проявляется везде и всюду»), направленным на поиск сходства, повторяемости, упорядоченности, соразмерности, гармонии и красоты, объясняется то, что симметрия и асимметрия обнаруживаются во многих явлениях природы, а сами принципы симметрии проявляют себя как наиболее глубокие и адекватные средства познания. Именно поэтому возникает уверенность в том, что в психических явлениях (и, в частности, в психическом отражении), как и в природных явлениях, также должны проявляться соответствующие симметрии и асимметрии, а принципы симметрии позволят открыть новые горизонты в их изучении [Нагдян, 1985]. Отметим, что, кроме метафизической составляющей образа нашего мышления, основой этой уверенности является необыкновенно богатый теоретико-эмпирический материал о проявлениях симметрии и асимметрии, накопленный во всех областях

естественнонаучного и гуманитарного знания. То есть симметрия «переходит» в категорию научных понятий после того как становится объектом исследования ученых из разных областей науки.

Теоретико-познавательное значение принципа симметрии впервые было глубоко раскрыто П. Кюри, который осознал необходимость применения этого понятия в физике, подчеркивая при этом, что физики «...часто пользуются условиями симметрии, но обычно пренебрегают определением симметрии в тех или иных явлениях, потому что довольно часто условия симметрии в них просты и почти очевидны - **a priori**» [Кюри, 1966, с. 106]. Эти слова П. Кюри как нельзя лучше подходят и к некоторым современным психологам, которые, встречаясь с проявлениями симметрии, так же пренебрегают определением симметрии при исследовании тех или иных психических явлений.

Основываясь на глубоком изучении групп симметрии, которые могут существовать в природе, П. Кюри показал, как можно использовать эти факты с геометрической и с физической точек зрения, чтобы предвидеть возможность появления нового феномена в условиях опыта. «Принцип симметрии, так живо интересовавший ум П. Кюри, - писала М. Кюри, - является одним из тех немногочисленных великих принципов, которые господствуют в физических явлениях; исходя из понятий, вытекающих из опыта, они мало-помалу приобретают все более совершенную форму» [Кюри, 1961, с. 8].

П. Кюри придавал большое значение также диссимметрии - отсутствию некоторых элементов симметрии, и показал связь симметрии и диссимметрии в причинно-следственных отношениях физических явлений.

В многовековом опыте человечества понятие симметрии связывалось с устойчивостью тел и явлений, с сохранением определенных их свойств и отношений, с состоянием равновесия; асимметрия являлась причиной изменений, движения, характеризовала неустойчивость и переход в новое состояние.

Анализ истории рассмотрения природы с точки зрения симметрии и асимметрии показывает, что в неживой природе большое внимание уделялось симметрии, а в живой - асимметрии [Галактионов, 1978; Гаузе, 1940; Депенчук, 1963; Компанец, 1978; Урманцев, 1974]. Односторонний подход оставлял в тени многие стороны изучаемых явлений, нарушая целостность исследования. Методологически правильным, как показала история развития научного знания, является принцип единства симметрии и асимметрии, раскрытый в работах А.В. Шубникова (1933), В.С. Готта и А.Ф. Перетурина (1967), Ю.А. Урманцева (1974) и др.

При более широком рассмотрении принцип единства симметрии и асимметрии можно рассматривать как одну из форм проявления диалектического закона единства и борьбы противоположностей. Таким образом, понятия симметрии и асимметрии на современном уровне развития наук рассматриваются как категории познания, основывающиеся на диалектическом соотношении тождества и различия, существующем «... как между атрибутами материи, так и между их состояниями и признаками» [Готт, Перетурин, 1967, с. 36].

В настоящее время они нашли свое применение во многих науках. Однако в психологии они пока еще, по нашему мнению, не занимают положенного им места.

Эффективность применения принципов симметрии во многих областях знания, с одной стороны, и неразработан-



ность этих же принципов в психологии - с другой, и определяют актуальность исследуемой проблемы.

Для дальнейшего анализа этой проблемы хотя бы коротко представим особенности проявлений принципа симметрии в природе и познании.

## **1.2. Проявления принципа симметрии в природе**

Первыми природными объектами, с которыми связано начало подлинно научного изучения симметрии, были кристаллы [Вайнштейн, 1979; Федоров, 1979].

Идеализация формы реальных кристаллов позволила ввести абстрактное математическое понятие симметрии и вывести наиболее общие ее закономерности. Это позволило в дальнейшем предсказывать виды возможных симметрий кристаллов, которые затем действительно были обнаружены в природе.

Но форма и внутреннее строение кристаллов никогда не бывают абсолютно симметричными. Нарушение симметрии кристаллов считалось явлением случайным и обычно не учитывалось в теоретических исследованиях. А между тем оказалось, что, например, нарушения симметрии кристаллической решетки, так называемые дислокации, совершенно необходимы для роста кристаллов. Или, как показали кристаллографические и физические исследования П.Кюри, если для внешней формы кристалла и внутреннего строения характерна симметрия, то для проявления его физических свойств, наоборот, необходимо отсутствие каких-либо элементов симметрии, т.е. диссимметрия. Как пишет П.Кюри: «это и есть та диссимметрия, которая создает явление» [Кюри, 1966].

Среди кристаллов имеются такие, которые, вследствие своего особого строения, образуют пары. Их называют «ле-

выми» и «правыми» кристаллами, по аналогии с руками человека. В отличие от симметричных кристаллов, эти асимметричные кристаллы являются оптически активными, то есть, обладают свойством вращать плоскость поляризации проходящего через них света либо влево, либо вправо. Л. Пастер показал, что оптическая активность «правых» и «левых» кристаллов обусловлена асимметрией молекул кристалла, которая в простейшем случае может быть либо «правой», либо «левой»; те же кристаллы, которые состоят из симметричных молекул (или из совокупности «правых» и «левых» молекул в равном количестве), не проявляют оптической активности [Пастер, 1960].

После этих работ Л. Пастера началось интенсивное исследование состава и расположения атомов в молекулах неорганических веществ, которые в большинстве случаев образовывали симметричные полиэдры. Причем симметрия оказалась настолько важной характеристикой молекул для выявления их физико-химических свойств, что образовалась специальная область науки, исследующая свойства симметрии молекул кристаллов - стереохимия.

Изучение элементарных частиц показало, что и им присущи свойства симметрии и асимметрии. Открытие симметрии элементарных частиц способствовало дальнейшему их изучению, так как уже был разработан мощный математический аппарат, приспособленный именно для исследования симметрии. Можно выделить несколько видов симметрии элементарных частиц. Во-первых, в первом приближении можно считать, что все элементарные частицы обладают симметрией шара или вращающегося шара. Во-вторых, все частицы одного и того же вида неотличимы друг от друга. Наиболее замечателен третий вид симметрии, который проявляется в том, что подавляющее большинство частиц

имеют свои антиподы - античастицы. Античастица отличается от частицы лишь своим зарядом, во всем же остальном (масса, спин, время жизни и т.д.) они являются идентичными частицам. Открытие античастиц сразу же повлекло за собой рождение ряда предположений о существовании антиатома, антивещества и даже антимиров, укрепив, тем самым, представления людей о симметрии Природы.

Однако история исследований элементарных частиц, прослеженная Ю.В. Сачковым, показывает, что по мере их изучения наблюдается выпадение некоторых свойств симметрии и тенденция к все большей асимметризации свойств элементарных частиц [Сачков, 1963]. Резюмируя свой анализ, Ю.В.Сачков приходит к выводу, согласующемуся с принципами П.Кюри для микрообъектов: «Для физического явления более существенно не наличие определенных элементов симметрии, но их отсутствие» (там же).

Живая природа, как естественное продолжение развития неживой природы, также обладает свойствами симметрии и асимметрии [Галактионов, 1978; Гаузе, 1940; Депенчук, 1963; Компанеец, 1978; Урманцев, 1974 и др.].

Предположительно одним из первых эталонов гармоничности, соразмерности, пропорциональности – словом, всего того, что входит в смысл греческого слова «симметрия» – были тела животных и человека. У греков же находим одно из первых (хотя и мифологических) объяснений того, как человек приобрел свойственную ему симметрию. Так, в «Пире» Платона Аристофан говорит, что вначале человек был круглым, его спина и бока образовывали круг. Чтобы смирить гордыню людей и лишить их могущества, Зевс рассек их пополам... и при этом пригрозил: «А если они и после этого окажутся дерзкими, я опять рассеку их надвое, чтоб ходили они на одной ноге».

Как показывают научные исследования, древние греки в своих мифах были недалеко от истины, и приходится только удивляться тому, насколько у них была велика вера в симметрию, которая помогла им сделать далеко идущие предположения о сферичности Вселенной и небесных тел, о кругообразных движениях Земли и т.д.

В работе Г.Спенсера «Система синтетической философии» [Спенсер, 1901] подробно рассмотрены вопросы симметрии в связи с философским обобщением данных биологии, в частности, касающихся морфологии животных и растений, и обнаружено, что почти в каждой систематической группе живых организмов имеются изменения типов симметрии в их строении от сферической к разным видам билатеральной симметрии. Изучая соотношение симметрии и асимметрии морфологической формы живых организмов с внешними влияниями, Г.Спенсер приходит к выводу об их причинной зависимости и указывает, что существуют убедительные доказательства соответствия между «несимметричностью формы и несимметричным распределением окружающих сил», а также «между степенью эффекта и действующей причины» [Спенсер, 1901, с.93]. Эти выводы Г.Спенсера хорошо согласуются с принципами П.Кюри, выявленными при изучении физических свойств кристаллов, что свидетельствует об их широком распространении в природе.

Г.Спенсеру принадлежит также рассмотрение фактов зависимости симметрии организмов от способа их перемещения и выделение трех основных групп организмов: свободно плавающих, прикрепленных к субстрату и активно передвигающихся, имеющих, соответственно, симметрию шара, круга и билатеральную симметрию.

Симметрия и асимметрия морфологического строения растений и животных описаны также в многочисленных

современных исследованиях, анализ которых привел Ю.А. Урманцева к следующим важным выводам: «...на морфологическом уровне:

1) величина симметрии организмов в ходе эволюции жизни имеет тенденцию к закономерному падению, образуя многочисленные эволюционные ряды симметрии;

2) на низших ступенях организмы представлены множеством видов симметрии; при этом их число много больше 32 - числа видов симметрии кристаллов; однако к вершинам эволюционного древа число видов симметрии резко уменьшается: возникают многократно асимметризованные формы;

3) ...появляются микробиоформы с запрещенными для кристаллов осями симметрии порядка 5, 7, 8, 9...;

4) как в онто-, так и в филогенезе имеют место переходы типа диссимметризация- симметризация, причем процесс, в целом, сильно сдвинут в сторону диссимметризации» [Урманцев, 1974, с. 217-218].

Как видно, наиболее существенной особенностью симметрии живой природы является способность живого организма менять вид своей симметрии в фило- и онтогенезе - эволюция симметрии. В неживой природе нет такого явления, хотя и там все подвержено движению, изменению и развитию. Так, например, общеизвестно, что кристаллы растут, но симметрия данного кристалла раз и навсегда задана соответствующей дискретной структурой определенных атомов. Все это говорит о принципиально ином «механизме» образования симметрии в живой природе. Поэтому, можно полностью согласиться с мнением Ю.А.Урманцева, считающего, что вышеприведенные выводы говорят в пользу идеи В.И.Вернадского о специфическом характере биологического пространства [Урманцев, 1974, с.218].

На молекулярном уровне вещество биологического происхождения проявляет иное соотношение симметрии и асимметрии. В этом случае симметрия проявляется при «кристаллизации» мономерных молекул в полимерные цепные молекулы (например, образование белков из аминокислот) и далее при объединении их в сложные и комплексные цепные молекулы при образовании двумерных плоских слоев (например, мембран) и трехмерных биокристаллов. Однако исследования показывают, что во всех этих случаях на пространственные строения биомолекул накладывается так много ограничений, что величина и число групп симметрии их резко уменьшается по сравнению с молекулярными образованиями в неживой природе [Галактионов, 1978; Принцип симметрии, 1978; Урманцев, 1974].

В основном почти все биомолекулы - аминокислоты, ферменты, алкалоиды и т.д. - являются оптически активными и могут существовать в виде двух зеркальных изомеров - правых и левых. Однако для своего строения живая природа, как правило, выбирает один из этих изомеров - либо правый, либо левый. В этом строгом постоянстве заключается одна из уникальных особенностей живого вещества. Так, например, почти все аминокислоты имеют левую конфигурацию, а если некоторые организмы вырабатывают в процессе обмена веществ какую-то долю аминокислот правой конфигурации, то все равно они никогда не включаются в состав белков. Выбор «левых» аминокислот при образовании белковых молекул обусловлен определенной симметрией строения ферментов - веществ, ускоряющих процесс синтеза белков. Именно благодаря своей асимметричности фермент как бы «узнает» (согласно известному в биохимии правилу «ключа и замка») аминокислоту соответствующей

асимметричности и «вводит» ее в процесс синтеза белка [Галактионов, 1978].

На молекулярном уровне вещество биологического происхождения проявляет иное соотношение симметрии и асимметрии. В этом случае симметрия проявляется при «кристаллизации» мономерных молекул в полимерные цепные молекулы (например, образование белков из аминокислот) и далее при объединении их в сложные и комплексные цепные молекулы при образовании двумерных плоских слоев (например, мембран) и трехмерных биокристаллов. Однако исследования показывают, что во всех этих случаях на пространственные строения биомолекул накладывается так много ограничений, что величина и число групп симметрии их резко уменьшается по сравнению с молекулярными образованиями в неживой природе [Галактионов, 1978; Принцип симметрии, 1978; Урманцев, 1974].

В живой природе симметрия проявляется не только в пространственной организации живого вещества или в морфологии организмов, но также в динамике биологических процессов, во взаимодействиях организмов с окружающей средой.

При изучении биоритмов живых организмов А.П. Дубровым (1980) была выявлена симметрия функциональных процессов, разновидность динамической биосимметрии. Сущность функциональной симметрии заключается в том, что изменения в показателях какого-либо функционального процесса, относящегося к организмам одного и того же вида и в одинаковых условиях, в течение, например, суток, могут происходить в разных направлениях (в сторону увеличения или уменьшения), порой достигая прямой противоположности.

Графические изображения этих противоположных процессов дают зеркально-симметричные линии, поэтому их условно называют «правыми» («+») процессами, или D-ритмами, и «левыми» («-») процессами, или L-ритмами. А у некоторых организмов того же вида за исследуемый промежуток времени показатель может не измениться: такие процессы или ритмы называются «симметричными» («0») или S-ритмами.

Из этих наблюдений был сделан вывод, что одинаковые организмы поддерживают свой гомеостаз различным образом, и, тем не менее, все они нормально развиваются [Дубров, 1980, с. 8].

Другими словами, на одни и те же внешние (или внутренние) раздражители одинаковые организмы могут реагировать совершенно по-разному, группируясь по типу функциональной реактивности, соответственно, на правые, левые и симметричные биообъекты.

Анализ, приведенный А.П.Дубровым, показал, что явление зеркальности биоритмов и ответных реакций в живой природе носит фундаментальный характер, проявляясь на всех уровнях развития живой материи – от простейших до человека, независимо от возраста, пола, в норме и патологии, в биохимических, физиологических и психофизиологических процессах.

Отмечая значение функциональной симметрии для сохранения и развития организмов, А.П.Дубров пишет: «Природа устроена так, что среди организмов любых видов имеются особи самых различных функционально-симметричных групп, и это способствует сохранению тех из них, которые наиболее адекватно реагируют на изменение факторов внешней среды. Интересно, что в определенные годы происходит преимущественное образование правых, левых



или симметричных форм организмов, тем не менее, любая из сохранившихся особей дает в потомстве DSL-формы и тем самым все время создаются возможности для тонкой и точной приспособленности организмов любых видов к непрерывно изменяющимся факторам окружающей среды» [Дубров, 1980, с.46].

В физиологии высшей нервной деятельности имеются данные о том, что изучаемые в них явления также обладают свойствами симметрии и асимметрии.

С этой точки зрения интересны исследования по переносу условных рефлексов Н.И.Красногорского и Г.В.Анрепа [Павлов, 1962].

Сущность экспериментов Н.И.Красногорского заключается в том, что выработанные на коже одной половины тела животного положительные и отрицательные рефлексы «... точнейшим образом воспроизводятся, повторяются без малейшей предварительной выработки на симметричных местах другой половины тела животного» [Павлов, 1962, с. 18], на других (асимметричных) местах такого эффекта не наблюдалось.

Явление воспроизведения условных рефлексов на симметричных половинах тела животного объяснялось тем, что возбуждение нервных структур одного полушария иррадирует на другое, то есть нервные процессы распространяются на оба полушария, хотя первоначально они возникают в одной симметричной половине мозгового конца анализатора. При этом, относительно данного явления утверждалось, что симметричность пространственного перемещения нервных процессов в мозговом субстрате является следствием симметричного строения мозга.

Факты, полученные Г.В. Анрепом, дополняют результаты исследований Н.И. Красногорского. Об этом И.П. Пав-

лов пишет: «Факт состоял в следующем. Если мы сделаем условным раздражителем кожно-механический раздражитель определенного пункта кожи на одном конце тела, то при первых пробах механического раздражения других мест кожи тела также получается условный эффект, тем более слабый, чем дальше лежит пробно раздражаемый пункт от пункта, на котором вырабатывается условный рефлекс. И вот, совершенно те же отношения воспроизводятся на другой стороне» (там же, с.13). То есть, на симметричную сторону переносится не только условный рефлекс, но и стационарная иррадиация условного рефлекса (по терминологии И.П. Павлова).

Опираясь, в основном, именно на эти опыты, И.П. Павлов поставил перед физиологами своего времени очередные по актуальности вопросы физиологии больших полушарий: «Что значит эта парность? Как понимать, как представлять себе одновременную деятельность больших полушарий? Что рассчитано в них на замещаемость, какие выгоды и излишки дает постоянная объединенная работа обоих полушарий?» (там же, с. 210).

Поставленная И.П. Павловым проблема положила начало огромному количеству работ в области физиологии и психологии, посвященных парной деятельности больших полушарий и анализаторных систем животных и человека, - проблема, которая теперь известна как проблема функциональной асимметрии [Ананьев, 1955, 1958; Бианки, 1967; Брагина, Доброхотова, 1981; Суворова, 1975 и др.].

Таким образом, анализ данных научной литературы показал, что симметрия и асимметрия являются свойствами не только объектов, характеризующихся пространственной организацией, но и процессов, если иметь в виду некоторые динамические характеристики их протекания. Причем сим-

метрия и асимметрия в явлениях природы существенным образом определяет проявление физических, биологических, физиологических свойств объектов, вещей, процессов и т. д., целостность их организации, многообразие взаимодействий и движущие силы развития.

### **1.3. Значение принципа симметрии в познании**

Обнаружение многочисленных проявлений симметрии в живой и неживой природе, а затем изучение свойств самой симметрии, создали необходимые условия для превращения симметрии в средство познания. Симметрия и асимметрия приобрели статус *категорий* познания [Акопян, 1978; Готт, 1988] в силу возможности их глубокого проникновения в сущность явлений, их тесной связи с другими фундаментальными категориями познания. В настоящее время, по всеобщему признанию, принцип симметрии является одним из важных методологических принципов [Акопян, 1978; Овчинников, 1985; Урманцев, 1974; Шубников, 1933] и др.

Коротко охарактеризуем наиболее существенные аспекты применения симметрии как средства познания.

#### **1) Симметрия - как принцип классификации**

В кристаллографии все известные виды кристаллов расклассифицированы по признакам симметрий их внешнего и внутреннего строения. Эффективность этого метода проявилась, в частности, в том, что теоретически предсказанные Е.С. Федоровым (1949) виды внутренней структуры кристаллов 20 лет спустя были экспериментально открыты путем рентгеноструктурного анализа.

В физике элементарных частиц в связи с постоянно увеличивающимся числом обнаруживаемых частиц так-

же возникла необходимость их систематизации. Исходя из соображений симметрии, физикам-теоретикам удалось не только свести все известные частицы в единую систему, но и предсказать возможность существования новых, впоследствии открытых, элементарных частиц [Берестецкий, 1965; Гелл-Манн, 1964].

*В химии* имеется замечательный пример классификации, подчиняющийся законам симметрии - это периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева. Симметрия здесь проявляется в периодическом повторении физико-химических свойств с возрастанием их масс (или иначе, в периодическом повторении числа валентных электронов атомов с возрастанием их атомного числа).

Вероятно, Д.И. Менделеев пользовался соображениями симметрии, и это помогло ему предсказать существование некоторых, открытых к тому времени, элементов вещества.

Соображения симметрии находят свое место и в *математических* науках. Так, Э. Галуа предложил классифицировать алгебраические объекты (уравнения) по их группам симметрии, а Жордан геометрические. Развивая эти идеи, Ф. Клейн [Клейн, 1966] переистолковал соображения симметрии как основной классификационный признак, различающий между собой не геометрические объекты, а сами геометрии (Евклида, Лобачевского, Римана), о чем свидетельствуют открытые впоследствии геометрии Вейля, Скоутена, Бахмана и др. Благодаря этому подходу, ученые получили мощный метод изучения самых разных пространств [Бахман, 1969].

*В биологии* симметрия давно использовалась как основа для классификации и описания растений и животных. Значение симметрии для биологии было настолько велико, что Э. Геккель даже ввел специальный термин - «промор-

фология», обозначая им, в весьма расширительном смысле, учение о симметрии живых организмов. Теперь эта область природы изучается биосимметрикой - наукой о биологических инвариантах.

Использование в биологии симметрии как способа классификации и описания живых организмов, привело к постановке таких важных вопросов, как изучение закономерностей эволюции симметрии в филогенезе и онтогенезе [Урманцев, 1988], изучение зависимости симметрии животных организмов от особенностей окружающей среды и раскрытие в связи с этим приспособительного значения симметрии; проблема правого и левого в мире фауны и флоры и т.д.

## ***2) Связь принципа симметрии с законами сохранения***

Законы сохранения (массы, энергии, количества движения, заряда и др.), как известно, являются самыми фундаментальными законами природы [Вигнер, 1971; Визгин, 1972; Карпинская, 1978]. Отличие от более частных законов, таких как закон всемирного тяготения Ньютона или закон притяжения и отталкивания зарядов Кулона, состоит в том, что законы сохранения относятся сразу к целому классу явлений (механических, электромагнитных и др.).

Достоверность выявленной закономерности, относящейся к какому-нибудь явлению, проверяется законом сохранения. При этом важной чертой законов сохранения является то, что они в общей форме определяют возможность или невозможность протекания тех или иных процессов, независимо от их конкретной природы.

В работах Э. Нетер доказывается, что каждый закон сохранения определяется соответствующей симметрией [Нетер, 1969].

Симметрии, из которых вытекают законы сохранения, условно разделены на геометрические и динамические

(Е.Вигнер). К геометрическим симметриям относятся симметрии, выражающие свойства пространства (однородность и изотропность) и времени (однородность). Эти симметрии определяют законы сохранения импульса, углового момента и энергии. К динамическим симметриям относятся симметрии, выражающие свойства физических *взаимодействий*. Следует отметить, что динамические симметрии свойственны элементарным частицам, поэтому следующие из них законы сохранения относятся только к ним.

Значение законов сохранения, а, следовательно, и выявление симметрий в квантовой физике и физике элементарных частиц тем более возрастает, что они имеют дело с *ненаблюдаемыми* объектами.

Исследователи часто используют обратные теоремы Э.Нетер. По экспериментально найденным законам сохранения они пытаются восстановить те группы симметрии, которые согласно теоремам Э. Нетер могут породить найденные законы сохранения. Найденная совокупность симметрий позволяет, в свою очередь, получить значительно большее количество информации о системе и об истинном значении законов сохранения.

Проявление законов сохранения *в биологии* видно на таком ярком примере как явление наследственности. Не вызывает сомнения, что передачей от родителей потомству мельчайших подробностей, например, внешности, управляют определенные биологические законы сохранения и лежащие в их основе симметрии. Другой пример - это возможность появления близнецов, где связь биологических законов сохранения с симметрией наиболее очевидна. Однако, в настоящее время, эти вопросы мало изучены.

### **3) Симметрия как объяснительный принцип**

Предшествующие разделы уже подводят нас к пониманию объяснительной функции симметрии. Классификация объектов по типам их симметрии позволяет не только указать место каждого объекта в выбранной системе, но и обосновать и описать, т.е. в какой-то степени объяснить существование недостающих объектов. В случае законов сохранения объяснительная роль симметрии имеет более глубокий характер, менее очевидна, хотя более фундаментальна.

Наиболее наглядно объяснительные возможности симметрии обнаруживаются при изучении свойств кристаллов. Исследования П. Кюри показали, что наличие у кристаллов того или иного физического свойства объясняется взаимодействием симметрии структуры и симметрии воздействующих на него усилий.

Экспериментальным путем П. Кюри были открыты следующие закономерности. Во-первых, «...когда некоторые причины производят некоторые действия, элементы симметрии причин должны обнаруживаться в этих произведенных действиях», во-вторых, «... когда некоторые действия проявляют диссимметрию, то эта диссимметрия должна обнаруживаться и в причинах их порождающих» [Кюри, 1966, с. 102]. Эти принципы позволили связать причинно-следственные отношения явлений с их симметрией и диссимметрией.

Соображения симметрии и соответствующий математический аппарат, основанный также на понятиях симметрии, послужили плодотворным средством описания и объяснения многих явлений в кристаллофизике [Копцик, 1985; Щмутцер, 1974]. Были объяснены такие явления как пирозлектричество, пьезоэлектричество, сегнетоэлектричество и их обратные эффекты, явление двойного лучепреломления

в некоторых кристаллах и многое другое. Сила этого метода исследования проявляется также в том, что с его помощью удается предсказать и создавать новые кристаллы, обладающие заданными физическими свойствами.

Попытки применения соображений, связанных с принципом симметрии, для объяснения явлений, имеются и в биологии. Так, например, сопоставление строения тела живых организмов с симметрией и асимметрией внешних воздействий привело Г. Спенсера к мысли об их причинной зависимости, что существует соответствие между «... несимметричностью формы и несимметричным распределением окружающих сил» и что «... существует соотношение между степенью эффекта и степенью действующих причин» [Спенсер, 1901, с. 113].

4) *Симметрия как средство математического анализа.*

Абстрагирование от объектов свойств симметрии привело к созданию особого математического аппарата, обладающего необычайной широтой применения и адекватностью.

Как было показано в предыдущем параграфе, со всяким симметричным объектом можно проделать определенные преобразования, изменения, которые оставляют объект тождественным самому себе по инвариантным признакам. Полная совокупность таких изменений, операций симметрий, для данного объекта называется группой симметрии или просто группой. То есть элементом группы является определенная операция симметрии. Последовательное применение двух элементов группы –  $A$  и  $B$  – приводит к новому изменению  $AB$ . Произведение  $AB$  определяется законом «умножения» группы (или законом композиции), от которого зависят особенности проявления группы.



Группа подчиняется следующим аксиомам:

а) в результате умножения двух элементов группы получается элемент той же группы (если  $A \in \Gamma$  и  $B \in \Gamma$ , то и  $AB \in \Gamma$ );

б) существует элемент  $E$  называемый единицей группы. Умножение на единицу не меняет элемента группы ( $AE=EA=A$ );

в) всякому элементу группы соответствует некий обратный элемент, который в произведении с ним дает единицу (для  $A \in \Gamma$  существует  $A^{-1} \in \Gamma$  такой, что  $AA^{-1}=E=A^{-1}A$ );

г) должен действовать закон ассоциативности ( $AB/C=A/BC$ ) для любой тройки элементов  $\Gamma$ .

Развитая на этих аксиомах теория называется теорией групп, которая, в сущности, является алгеброй, законы которой управляют операциями симметрии безотносительно к тому, что представляет конкретный объект симметрии. Требованием неспецифичности аксиом этой теории «для каких бы то ни было движений материи (физических, химических, геологических, биологических, социальных) объясняется поразительная для философов, математиков и физиков-теоретиков применяемость теории групп (симметрии)» [Урманцев, 1974, с.123].

Опираясь на данные многочисленных экспериментов и теории, относящиеся к раскрытию молекулярных и атомных спектров, явлений теории относительности (общей и специальной), явлений квантовой механики, физики элементарных частиц и т.д., т.п., можно утверждать, что теория групп является самой глубокой и адекватной теорией для познания явлений природы.

#### **1.4. О возможности применения принципа симметрии в качестве методологического принципа психологии**

Таким образом, вышеприведенный обзор научной литературы показал, что во многих науках - кристаллографии, физике, химии, биологии, философии и др. - ставилась задача изучения свойств симметрии и асимметрии входящих в сферу их исследований явлений, решение которой приводило к плодотворным и эффективным результатам.

Обобщая эти данные о симметрии (и асимметрии), касающиеся многих наук, можно выделить следующие её аспекты:

- 1) симметрия - как явление природы;
- 2) симметрия - как объект исследования;
- 3) симметрия - как средство познания.

Как показывает история развития психологии, ни один из перечисленных аспектов симметрии не был предметом *специального* психологического исследования (или обсуждения).

Причина такого «отставания» психологии, вероятно, заключена в специфике объектов ее исследований, лишенных, прежде всего, наблюдаемой пространственности или возможности какой бы то ни было адекватной геометрической изображаемости, свойственных материальным объектам. Ведь, когда речь идет о симметрии, то в первую очередь имеют в виду пространственную симметрию, которая к тому же наиболее легко представляема. Поэтому, кажется, что психические явления не могут обладать симметрией и асимметрией. Это впечатление усиливается благодаря кажущейся неустойчивости, неповторяемости и текучести психических явлений в их конкретных проявлениях.

Однако, имеющийся в советской, постсоветской и зарубежной литературе естественнонаучный и философский анализ явлений симметрии и асимметрии, дает нам основание для следующих выводов.

Во-первых, как было показано выше, симметрия и асимметрия присущи всем явлениям природы, а если учесть, что психическое является частью окружающей нас действительности и высшим продуктом развивающейся материи, то можно допустить, что психические явления также должны обладать свойствами симметрии и асимметрии.

Во-вторых, плодотворность применения принципов симметрии в научном познании указывает на возможность применения этих же принципов и в психологии, как части научного познания.

В-третьих, развитие теории симметрии позволило расширить представления о симметрии, что привело к выявлению и исследованию симметрии свойств, отношений и процессов, касающихся не только материальных, но и идеальных явлений, в том числе, и психических.

Поэтому, если учесть, что психические явления, как и все явления природы, должны обладать свойствами симметрии и асимметрии, то можно предположить, что *принципы, идеи и понятия симметрии и асимметрии могут быть использованы как средства анализа и синтеза для нового методологического подхода к теоретическому и экспериментальному исследованию, по крайней мере, познавательных процессов восприятия и мышления.*

На возможность применения идей симметрии в психологии также указывает системный характер психического, раскрытый в работах Б.Г. Ананьева (1957), Б.Ф. Ломова (1975) и др. Это обусловлено тем, что одним из оснований системного подхода в психологии является комплексность

исследований в установлении междисциплинарных связей. При установлении междисциплинарных связей возможно использование «сквозных» понятий, каковыми являются симметрия и асимметрия. Кроме того, как показано Ю.А. Урманцевым (1974) в созданной им общей теории систем, *симметрия и асимметрия являются системными категориями*, соответствующим образом характеризующими как материальные, так и идеальные системы. Однако данное предположение требует специального теоретического анализа.

## **ГЛАВА 2. ПРИНЦИП СИММЕТРИИ В ПРОЦЕССАХ ВОСПРИЯТИЯ И МЫШЛЕНИЯ**

### **2.1. Симметрия-асимметрия в процессах непосредственно-чувственного отражения: концепция А.И. Миракяна**

В предыдущей главе было показано, насколько разнообразны проявления симметрии и асимметрии в природе и насколько глубоко проникли в науку понятия и принципы симметрии и асимметрии. Речь идет не столько о том, что понятия симметрии применялись в самых разных областях научного знания, а что в них специально ставился и обосновывался вопрос о необходимости и эффективности применения понятий, принципов и соображений симметрии. И только в психологии принципы симметрии долгое время оставались вне внимания исследователей.

Однако это еще не говорит о том, что психологи вовсе не обращались к явлениям и, соответственно, к понятиям симметрии и асимметрии.

Чтобы доказать выдвинутое в предыдущей главе предположение о возможности применения принципов симметрии-асимметрии для изучения психических явлений, в данной главе ставится цель показать, что в психологии имеются примеры изучения психических явлений с использованием понятий и идей симметрии, хотя часто при этом авторы не применяли самого понятия симметрии или асимметрии, а употребляли производные от них понятия, и,

кроме того, ни один автор в своих работах не обращался к симметрии как к принципу, являющемуся закономерностью природы и процессов познания.

Анализ проявлений принципа симметрии в психическом целесообразно начать с самых первых этапов его генеза - с процесса непосредственно-чувственного отражения.

В этих целях с позиций принципов симметрии рассмотрим концепцию психического отражения А.И. Миракяна [Миракян, 1987; 1992а; 1992б; 1999; 2004]. Выбор именно этой концепции обусловлен следующими факторами. Во-первых, это современная теория, относящаяся к последней четверти XX столетия; во-вторых, эта теория претендует на фундаментальность, то есть на описание базисных принципов и закономерностей процесса непосредственно-чувственного отражения, на основе которых возможно создание более целостной и близкой к реальности общей теории познавательных процессов; в-третьих, концепция А.И. Миракяна важна с методологической точки зрения, так как теоретические и экспериментальные исследования, выполненные в рамках этой концепции, построены на основе выдвинутой А.И. Миракяном новой научной парадигмы изучения процессов психического отражения, которую коротко можно было бы назвать «афизикальным подходом», положившим начало новому направлению в психологии, а именно, трансцендентальной психологии [Миракян, 1999; 2004].

Обращаясь к работам А.И. Миракяна, отметим, что эта часть нашей работы не включала проведение последовательного описания результатов его теоретических и экспериментальных исследований (они в достаточной мере освещены выше). Нам важно было показать, *каким образом* он использует соображения и идеи, основанные на принципе

симметрии, и *какое место* они занимают в его концепции непосредственно-чувственного отражения.

Проведенный А.И. Миракяном историко-методологический анализ изучения закономерностей психического отражения в философии, психологии, психофизиологии и кибернетике, показал, что, начиная с античных времен до наших дней, образ мышления исследователей, приспособленный для изучения явлений внешнего мира, не позволял им проникнуть в сущность процесса психического отражения. Физикальный образ мышления, оперирующий продуктами (результатами) уже завершившегося процесса психического отражения, вполне приемлем для естественных наук. Но, когда речь идет об изучении принципов и закономерностей самого процесса психического отражения, этот («продуктивный») способ мышления оказывается совершенно не действенным, так как, если в качестве исходных данных исследования использовать результаты психического отражения, то затем, опираясь на них, нельзя вывести закономерностей самого процесса отражения, приводящего к тем же результатам. Поэтому, «...в качестве исходных данных необходимо брать такие данности (понятия, принципы, закономерности, отношения и т.д.) которые индифферентны, независимы относительно реальности психического отражения и связаны с природными закономерностями возможности порождения психического отражения, возникшего на определенной ступени развития материи и поэтому несущего в себе основные закономерности самой материи» [Миракян, 1992, с. 98].

Таким образом, психическое отражение рассматривается как природное явление, возникшее на определенной ступени развития материи, что, как нам кажется, влечет за собой несколько допущений. Так, если рассматривать при-

роду с позиций ее эволюционного развития, то, вероятно, можно сказать, что явления неживой и живой природы, трансформируясь в особые структурно-процессуальные образования, переходят в психические через процесс психического отражения. А если рассмотреть процесс психического отражения как данность, существующую в настоящий момент, то можно предположить, что именно процесс психического отражения отделяет (является переходным) реальность до восприятия от той реальности, которая осознается человеком, являясь результатом восприятия [Нагдян, 2003]. И, наконец, как это уже было отмечено А.И. Миракяном в вышеприведенной цитате: являясь звеном в неразрывной цепи развивающейся материи, процесс психического отражения должен нести в себе следы закономерностей, общих для всех явлений природы.

Поэтому далее А.И. Миракян обращается к «...исследованию фундаментальных принципов и закономерностей развертывания процессов отражения в живой и неживой природе» [Миракян, 1992а, с. 99], то есть к соответствующим закономерностям материи.

Как показал анализ, при построении теоретической модели фундаментальных закономерностей материи, то есть ее исходных особенностей, и вытекающих отсюда общих принципов отражения, А.И. Миракян использует принципы симметрии противоположностей, то есть принципы антисимметрии. Принципы антисимметрии являются проявлениями совместно реализующихся двух законов диалектики – закона единства и борьбы противоположностей и, вытекающим из него, закона единства тождества и различия. Поэтому уже само использование принципов антисимметрии переводит исследования с метафизического уровня на уровень диалектической метафизики. При этом



антисимметричными могут быть как объекты и явления, так и их свойства и отношения, переходящие друг в друга при перемене знака, цвета, направления, состояния и т.д. на их противоположное значение. В качестве примеров антисимметрии можно привести электрически противоположно заряженные элементарные частицы, например, электрон и позитрон, а также позитив и негатив фотографии, бесконечно малые и бесконечно большие величины, рождение и смерть, симметрия и асимметрия и т.д.

Теперь перейдем к анализу антисимметричных пар понятий (и соответствующих им явлений), используемых А.И. Миракяном в своей теоретической модели, описывающей возможность порождения отражения на основе независимых от данностей психического исходных особенностей материи или материального. Поэтому при дальнейшем анализе следует учесть, что речь пойдет не о реальности, осознаваемой нами в результате нашего восприятия, а о реальности до восприятия, до отражения, когда еще нет вычленившихся восприятием объектов, их свойств и отношений.

*а) Дискретное - единое.* Дискретность и единость в их диалектическом соотношении можно принять как исходные особенности материи или материальности. Диалектичность их взаимоотношения определяется тем, что, с одной стороны, материальность состоит из бесконечного многообразия пространственно-временных, энергетически-дискретных форм, представляющих нерасчлененную единость, а с другой - каждая относительно дискретная форма включает в себе единое, как нерасчлененное многообразие составляющих ее элементов.

*б) Распадение - порождение, разрушение - самосохранение.* Дискретные формы распадаются и порождаются, благодаря существованию двух диалектически противополо-

ложных тенденций - самосохранения и разрушения, приводящего к единому. Именно в этом вечном и непрерывном процессе взаимопротивоположных изменений появляется возможность порождения многообразия форм живого, которое, соответственно своей «... природно-заданной цели - самосохранения собственной формы в борьбе с тенденцией превращения в нерасчлененное единое - по необходимости приобретает новую возможность - возможность отражения предупреждающего воздействия окружающей среды» [Миракян, 1992б, с. 37]. Отсюда вытекает, что функцией отражения является создание возможности самосохранения и адекватного функционирования в окружающей среде. Обращаясь к языку теории симметрии, можно сказать, что при изменении условий окружающей среды, отражение выполняет функцию превращения формы живого в самое себя. Поэтому самосохранение - это одно из проявлений динамической симметрии в природе, а отражение, в своем конечном результате - процессуальное преобразование симметрии, порождающее ту же форму. (Придавая процессу формопорождения более глубокий и общий смысл, имея в виду возможности изменения новой формы с одновременным сохранением ее дискретности, А.И. Миракян считает его сущностью психического отражения). Почему «в своем конечном результате»? Потому что в этом контексте речь не идет о внутреннем содержании процесса отражения: при рассмотрении отражения в качестве процессуального преобразования (операции) симметрии оно проявляется лишь как функция, приводящая к определенному *результату* - самосохранению. Как покажет дальнейший анализ, именно там, во внутреннем содержании процесса отражения, главная роль принадлежит асимметрии. Отметим также, что для осуществления процесса отражения между элементами

формы живого должна образоваться система многообразных связей, обеспечивающих передачу и фиксацию воздействия.

в) **Образование - разрушение отношений.** Особенности проявлений законов физико-химических связей, существующих между элементами дискретной формы или между самими дискретными формами, определяются возможности образования и разрушения отношений между ними. Эта, общая для форм живой и неживой природы, структурно-процессуальная особенность материальности проявляется в виде межэлементных или межформенных взаимодействий. Существенное различие особенностей образования отношений в живой и неживой системах А.И. Миракян видит в том, «...что в ней соответственно природно-заданной цели - самосохранения форм - имеется возможность структурно-процессуального составления и фиксации образовавшихся отношений и составления отношений между созданными отношениями, т.е. возможность образования информации в виде памяти, которая не разрушается при образовании новых отношений» [Миракян, 1992б, с. 38]. Этот же процесс приводит к расчленению единичности времени, его дискретизации, порождая возможность отражения времени в виде предыдущего и последующего образования дискретных отношений.

г) **Анизотропность - гомогенность.** В качестве одной из объективных особенностей материи выступает ее «...пространственно-временная анизотропность и гомогенность, которые связаны с пространственно-временными свойствами материи и с сосуществованием дискретно-единичных распадающихся и порождающихся ею форм» (там же). Как видно, А.И. Миракян изначально исходит из принципов симметрии, так как анизотропность (неравнозначность,

неоднородность) и гомогенность (однородность) являются частными проявлениями фундаментальных свойств явлений природы - симметрии и асимметрии.

Под гомогенностью А.И. Миракян понимает пространственную однородность дискретных форм. Вместе с тем, между находящимися в данный момент в определенных точках пространства дискретными формами, образующими гомогенную однородность, могут создаваться анизотропные отношения в любом направлении занимаемого ими пространства. Этим и определяется основная пространственно-гомогенно-анизотропная особенность материи.

А под временной гомогенно-анизотропной особенностью материи А.И. Миракян понимает то, что «при распадении и порождении форм материи внутри единого времени происходят изменения форм, которые относительно друг друга составляют анизотропные отношения в виде предыдущих и последующих форм, что приводит либо к гомогенной (в случае неизменности форм), либо к анизотропной (в случае различных форм) дискретизации единого времени» (там же, с. 39). И так как отражение понимается как процесс формопорождения, то из вышеприведенного следует, что отражение «...возможно при условии образования пространственно-временных анизотропных отношений между однородными дискретными формами, так как при образовании гомогенных пространственно-временных отношений возможность формопорождения отсутствует» (там же). Следовательно, любая отражательная система должна обладать определенной анизотропной материальной структурой.

Приведенная выше теоретическая модель порождения процесса психического отражения, хорошо согласуется с принципом П. Кюри: «Диссимметрия творит явление», который оказался справедливым на всех уровнях разви-

тия материи. Рассмотрим более подробно принцип Кюри, который, как известно, был выведен им для физических объектов и процессов. Механические, электрические и магнитные свойства физических объектов - кристаллов - определяются симметрией этого объекта. При взаимодействии кристалла со средой или с другим объектом, обладающим другой симметрией, степень симметричности кристалла в новой системе уменьшается (то есть увеличивается степень асимметричности), что приводит к появлению новых свойств кристалла, благодаря изменению его механических и электромагнитных характеристик. Так, диссимметрия, то есть уменьшение степени симметричности, приводит к появлению нового явления. Тот же процесс можно описать и в терминологии А.И. Миракяна: появление, при *взаимодействии* двух объектов, возможности образования анизотропных отношений (в данном случае, анизотропность есть различие симметрий объектов и их расположения в пространстве) приводит к разрушению в одном из объектов его прежней формы и порождению новой, что и влечет за собой возникновение явления, отражающего особенности взаимодействия с другим объектом.

Таким образом, для осуществления возможности формопорождения любая отражательная система должна обладать анизотропной материальной структурой (например, анизотропная структура сетчатки глаза, Кортиева органа уха, пальцев рук и т.д.). Наличие такой пространственно-временной анизотропности давало бы возможность фиксировать формы объектов и их свойства.

д) ***Различие - сходство (одинаковость)***. Необходимость в применении антисимметричных понятий «различие» и «сходство», которые являются синонимами понятий *асимметричности* и *симметричности*, возникает, когда речь

идет о таких свойствах объекта, которые сопредставлены в реальности, подлежащей отражению, - в глобальности. Эти свойства, во всем своем многообразии, с одной стороны, сопредставлены в глобальности в диалектическом соотношении дискретности и нерасчлененного единого, а с другой, выступают как различные в процессе зрительного восприятия. А это означает, что анизотропность отражательной системы обладает важной характеристикой - возможностью выявления и фиксации различия и сходства. Следовательно, именно между дискретными элементами *анизотропной* структуры возможно образование таких отношений, в которых посредством фиксации *различия* и *сходства* порождается сопредставленность отраженных форм.

Развивая свои идеи далее в этом направлении, А.И. Миракян выявляет другой важный принцип психического отражения - *принцип образования анизотропных отношений*, а именно то, что анизотропность дает возможность образования отношений между дискретными элементами отражательной системы. При этом «... важно то, что образование отношений, как и анизотропность, являются не только особенностью материальной природы, но и выступают как всеобщие принципы, также лежащие в основе психических процессов отражения» [Миракян, 1992а, с.101]. Причем в живой системе образование отношений может происходить лишь в определенной структуре, имеющей возможность фиксации образовавшихся отношений, которые и определяют разрешающую способность отражательной системы. Под фиксацией А.И. Миракян понимает «...связь между двумя дискретными элементами (участниками отношений) в едином (третьем), обеспечивающем фиксацию их различия или сходства» (там же). Образование двуединых отношений в этом контексте рассматривается как элементарный

механизм формопорождения, превращения гомогенности в анизотропность или как своеобразная «клеточка», реализующая возможность отражения.

Причем по предположению А.И. Миракяна, элементы, в которых образуются двуединые отношения, могут быть *одинаковыми*, однородными в одном объективном качестве и одновременно *различными*, анизотропными в другом качестве. Тем самым, в данном конкретном случае, А.И. Миракян демонстрирует один из частных проявлений принципа единства симметрии и асимметрии. Как, например, кристалл кварца, неоднородный в отношении направления механического сжатия, одновременно обладает симметрией шара в случае распространения в нем тепла. Уточним, однако, что в живой системе в результате процесса отражения это объективное различие и одинаковость порождаются, как отраженная форма, и фиксируются (выявляются и сохраняются), как следствие образования двуединых отношений в соответствующем (двуедином) элементе отражательной системы.

Кроме того, естественной границей, отделяющей две одинаковые дискретности, по существу, является ось симметрии, относительно которой проявляются их различие и сходство. А это означает наличие возможности появления симметричности - при образовании отношений между двумя дискретными элементами отражательной системы, - что позволяет конкретизировать двуединые отношения, как симметрично-двуединые отношения. Поэтому «симметричность является имманентным свойством процесса образования двуединых отношений между двумя дискретными элементами относительно разделяющей их границы. В силу того, что в живом образовании отношений фиксируется в определенной анизотропной структуре отражательной системы, обеспечивающей возможность образования двуеди-

ных отношений, то можно предположить, что симметричность должна быть одной из структурообразующих основ отражающей системы» [Миракян 1992б, с. 42-43].

Таким образом, проведенный выше анализ показал, что соображения, идеи, понятия и принципы симметрии играют важную, если не основную, роль в концепции непосредственно-чувственного отражения А.И. Миракяна.

Особенно важным нам кажется описание изменений особенностей проявлений симметрии и асимметрии при переходе из реальности, подлежащей отражению, в реальность процесса психического отражения. Значимым в описании этого перехода является и то, что вместо эволюционного подхода, который был бы проявлением обычного физикального образа мышления (так как обращаются к уже отраженным, то есть имеющимся в науке, представлениям об атомах, молекулах, клетках и т.д. и их свойствах), А.И. Миракян использовал афизикальную парадигму, согласно которой для изучения процесса психического отражения необходимы данности, индифферентные по отношению к реальности психического, то есть те (данности принципов и закономерностей), что лежат в основе самодвижения материи. Симметрия, асимметрия и аналогичные им понятия - гомогенность, изотропность, сходство, однородность, одинаковость - вместе с совокупностью соответствующих им симметрично противоположных понятий оказались достаточно эффективными для построения априорной теоретической модели процесса психического отражения.

Экспериментальные исследования как А.И. Миракяна, так и его учеников и последователей, а также конкретные практические разработки по моделированию процесса психического отражения, выполненные на основе этой теории, подтвердили ее действенность и право на существование.



И, наконец, хотим обратить внимание на то, что **парность** (или **бинарность**), которая в контексте данной теории выступает в качестве минимально необходимого условия для образования симметрично-двуединых отношений и фиксации, является не только основой для выделения объекта из нерасчлененной гомогенности и выявления сходства и различия или установления границ между объектами, но и, как это будет показано в последующих главах, имеет особое значение для возникновения, существования и развития психического в целом. Об одной такой возможности сам А.И. Миракян пишет: «Косвенным доказательством, удостоверяющим правомерность постулирования образования именно двуединых отношений как исходного элементарного механизма, лежащего в основе процесса отражения является тот известный, но в принципе удивительный и до сих пор необъяснимый факт, что органы чувств живых существ представлены парами: два глаза, две руки, два уха и т.д.» [Миракян, 1992б, с. 42]. А из этого факта, как известно, следует, что взаимодействие между органами восприятия, составляющими пару, приводит к порождению новых психических функций восприятия и возникновению явлений функциональной асимметрии. Анализу этих явлений с позиций принципов симметрии посвящен следующий раздел.

## **2.2. Особенности функциональных асимметрий человека: школа Б.Г. Ананьева**

В психологической литературе имеются многочисленные данные о проявлениях функциональных асимметрий. Однако для того, чтобы показать, что симметрия и асимметрия, как свойства явлений и процессов, изучались и в психологии, мы обратились только к тем данным о функ-

циональной асимметрии, которые получены в русле одного направления, обобщены одной мыслью и позволяют рассмотреть их с разных сторон. Этим условиям отвечают многолетние и плодотворные исследования функциональных асимметрий, проведенные под руководством известного советского психолога Б.Г. Ананьева.

Еще в 1948 году Б.Г. Ананьев писал, что «в симметрии строения и асимметрии функционирования дистантрецепторов и двигательного аппарата скрыта одна из самых крупных загадок современной психофизиологии, без раскрытия которой нельзя разрешить ни одного вопроса теории восприятия пространства» [Ананьев, 1948, с. 18]. Если учесть приведенные выше результаты анализа работ А.И. Миракяна и то значение, которое придавалось в его теории образованию анизотропных (асимметричных) отношений, симметрично-двуединым отношениям для порождения процесса восприятия, то можно сказать, что слова Б.Г. Ананьева были пророческими для того времени. Именно с целью разрешения «одной из самых крупных загадок» психологии восприятия пространства Б.Г. Ананьев обратился к явлениям многократного резервирования функций в парных органах восприятия, их дублирования и компенсации, что привело к исследованию функциональных симметрий и асимметрий парных рецепторов и регуляторных функций больших полушарий головного мозга человека.

В области зрительного восприятия В.И. Кауфманом (1953), а в последствии и Е.Ф. Рыбалко (1963), было обнаружено явление ведущего поля зрения, то есть асимметричность монокулярных полей зрения. Такие же эксперименты были проведены М.Г. Бруксоном (1953), при участии детей с нормальными способностями и детей с умственной отсталостью. Сравнительный анализ данных показал, что кроме

резкого концентрического сужения обоих полей зрения у детей с умственным отставанием, более часто встречаются случаи полного равенства полей зрения (симметрия). Это означает, что периметрическое исследование полей зрения в отношении их симметрии и асимметрии может иметь психодиагностическое значение.

Интересные данные по функциональной асимметрии ощущения *глубины* получены В.А. Мацановой (1953). Исследование монокулярного восприятия глубины показало, что у испытуемых с полным равенством монокулярных систем (симметрий) монокулярное восприятие глубины невозможно. Если же имеет место функциональная асимметрия монокулярных систем, то обнаруживается резко выраженная асимметрия глубинного глазомера и способность к монокулярному восприятию глубины. Выявились и другого рода асимметрии, характеризующиеся монокулярным глубинным глазомером как правого, так и левого глаза. Эти испытуемые обладали особой подвижностью во взаимоотношении монокулярных систем, мгновенной способностью *переключения* ведущей роли с одного глаза на другой. «Можно предположить, - пишет Б.Г. Ананьев, - что в подобных случаях *переключение* взаимной индукции нервных процессов определяет максимальную пластичность обеих частей светового анализатора» [Ананьев, 1955, с. 146].

Онтогенетические исследования выявили сложную картину изменений функциональных симметрий и асимметрий в сенсорном развитии детей. Данные, характеризующие онтогенетическую эволюцию монокулярных асимметрий у детей дошкольного и школьного возраста получены Б.Г. Ананьевым и Е.Ф. Рыбалко (1964).

В этом исследовании показана динамика изменений и сочетаний функциональных симметрий и асимметрий зри-

тельного восприятия в онтогенезе. Согласно этим данным, в наименьшей мере асимметрия проявляется в остроте зрения (33,9%), в наибольшей степени она выражена в поле зрения (99,4%), а затем - в глазомерной деятельности (93%). Приведенные цифры представляют собой сумму левшей и правшей в группе.

Анализируя и обобщая работы по зрительному восприятию, Б.Г. Ананьев приходит к выводу, что «... чем сложнее различительно-пространственная деятельность, осуществляемая зрительной системой, тем чаще проявляется асимметрия ее функций» [Ананьев, 1958, с. 255].

В области слухового восприятия также обнаружены динамические функциональные симметрии и асимметрии. Камертонные и аудиометрические исследования остроты слуха (М.В. Неймарк) у одних и тех же испытуемых показали, что соотношения между функциональными симметриями и асимметриями существенно зависят от способа определения остроты слуха - левосторонняя асимметрия при камертонном исследовании сменяется на правостороннюю при аудиометрическом; изменяется число случаев равной остроты слуха при переходе от первого способа ко второму. Этим подтверждается факт многообразия пластичности анализатора, отражающего многообразие изменений окружающей среды.

Важный факт был обнаружен в связи с вопросом о факторе асимметрии. Первоначально предполагалось, что «... фактором асимметрии является преобладание той или иной стороны самого анализатора, независимо от направления звука. Но затем оказалось, что фактором асимметрии относительно независимо от сторон анализатора служит само направление звука» [Ананьев, 1955, с. 159]. Аналогичный факт был обнаружен в опытах И.Г. Клейтман по изучению

монокулярных ощущений глубины. Оказалось, что значение имеет не только то, каким глазом человек различает разность расстояний между двумя параллельными объектами, но и то, какой именно объект изменяет свое положение: правый или левый. При этом обнаружилось, что левая или правая сторона воспринимаемого поля различно дифференцируются каждой монокулярной системой [там же, с.146].

Таким образом, функциональная асимметрия определяется не только морфологическими и функциональными возможностями анализатора, но и асимметрией «среды», то есть асимметрией взаимодействия со средой.

В работе Л.В. Климовой [Ананьев, 1955, с. 162] анализу подвергались связи между явлениями функциональной асимметрии слуха и зрения у одних и тех же испытуемых. Этот анализ показал, что в подавляющем большинстве случаев обнаруживается общность зрительных и слуховых асимметрий. По этому поводу Б.Г. Ананьев пишет: «Функциональная асимметрия есть явление более или менее общее для системной работы коры головного мозга данного человека, а не только узко специальное для отдельного анализатора» (там же). Однако, согласно статистическому анализу, эти интермодальные связи не являются устойчивыми и глубокими, поэтому совпадение функциональной асимметрии зрения и слуха можно считать весьма относительным явлением.

Изучение Б.Ф. Ломовым периодов времени для ощупывания плоскостных фигур отдельно правой и левой руками (до получения адекватного образа) показало, что в подавляющем большинстве случаев период времени ощупывания левой рукой короче, чем правой. То есть, в данных опытах проявилась левосторонняя асимметрия в развитии осязания. Это же явление подтвердилось в опытах Б.Ф. Ломова (1954) на объемных фигурах.

Таким образом, в зрительном, слуховом и тактильном восприятии функциональные и динамические асимметрии являются одним из необходимых условий адекватного отражения пространственных свойств и отношений объектов, обеспечивая в своей динамике гибкость восприятия.

Обобщая эти и многие другие данные по функциональной асимметрии [Ананьев, 1955, 1963; Ананьев и сотрудники, 1959; Ананьев, Рыбалко, 1964] и др. Б.Г. Ананьев приходит к выводу, что парность всех воспринимающих органов, билатеральные связи с мозгом, а также парность и совместная работа больших полушарий головного мозга человека образуют специфическую билатеральную систему регулирования, являющуюся дополнительным «горизонтальным» контуром регулирования. Именно на симметричной парной структуре возможна не полностью совмещенная работа парных рецепторов и полушарий головного мозга, приводящая к прогрессивному развитию стереоскопичности и дальномерности сенсорных функций, необходимых для отражения таких свойств пространства, как протяженность, трехмерность глубины, направление и т.д. В такой системе возможны многообразные и динамичные симметрично-асимметричные функциональные отношения, которые образуют механизм дублирования, компенсации и гибкой перестройки работы парных органов, в соответствии с изменениями условий и объектов восприятия.

Систематически развивая свои идеи, Б.Г. Ананьев выходит за пределы психологии. В функциональной асимметрии, внешним проявлением которой является та или иная форма правшества-левшества, Б.Г. Ананьев усмотрел специфическую реализацию общеприродной тенденции и универсальность проявлений симметрии и асимметрии в неживой и живой природе. Рассматривая данную проблему в духе Л.

Пастера, П. Кюри и В.И. Вернадского, Б.Г. Ананьев писал: «Явления правшества и левшества в человеческом развитии нельзя полностью понять без их связи с более общими явлениями правизны и левизны в природе - фундаментальными феноменами, изучаемыми в геохимии, кристаллографии, физике и других областях современного естествознания» [Ананьев, 1958, с. 255]. По существу эти слова означают, что симметрия и асимметрия, как всеобщие свойства явлений природы, присущи и психическим явлениям, поэтому возможно не только обнаружение этих свойств в психическом, но и установление с их помощью определенных связей и отношений с другими явлениями природы.

Здесь интересно отметить также то, что Б.Г. Ананьев при поиске объяснений особенностей психических проявлений пытался выйти за пределы конкретно психической реальности и искал их в независимых, относительно этой реальности, общеприродных тенденциях (по крайней мере, ставил вопрос об этом), что в дальнейшем было осуществлено А.И. Миракяном при исследовании процесса психического отражения, но уже с позиций афизикальной парадигмы.

Следует отметить, что результаты исследований функциональных асимметрий, полученные Б.Г. Ананьевым и его сотрудниками, были подтверждены работами многих других авторов [Арутюнян, Петросян, 1999; Брагина, Доброхотова, 1981; Суворова, 1975; Хачапуридзе, 1962].

Таким образом, изучение проявлений симметрии и асимметрии в процессах восприятия позволило Б.Г. Ананьеву вплотную подойти к раскрытию некоторых механизмов отражения, показав необходимость и значение бинарных эффектов и динамических латерализаций для их существования.

Логика этих исследований такова, что требует более углубленного понимания, почему именно морфологическая билатеральная симметрия должна образовывать ту структуру, посредством которой реализуются нейрофизиологические процессы - биологические основания психических явлений; какие потенциальные возможности скрыты в билатеральной симметрии; почему эволюция приводит именно к такой пространственной организации тела и органов восприятия высших животных и человека. Не менее важен для психологии вопрос об отношении билатеральной симметрии, как физического качества человека, к образованию психического.

Раскрывая сущность системного подхода в психологии, Б.Ф. Ломов подчеркивает реальность существования таких отношений (между физическим и психическим) и необходимость учитывать их при анализе психических явлений. «Человек не только живет в физической среде, - пишет Б.Ф. Ломов, - он сам является физическим телом и, как таковое, обладает рядом физических качеств в их специфическом земном выражении. На первый взгляд может показаться, что физические качества человека не имеют никакого отношения к психологии» [Ломов, 1975, с. 38]. И далее, развивая эту мысль, Б.Ф. Ломов отмечает, что «...действие физических законов проявляется опосредствованно (и, пожалуй, многократно опосредствованно); эти законы погружены в основание жизни весьма глубоко» (там же).

И как раз у Б.Г. Ананьева показывается, насколько усложняется данное физическое качество (в нашем контексте - билатеральность, парность анализаторных систем человека), трансформируясь в психологическое, становясь динамичным свойством психического отражения, детерминированным изменчивостью внешних и внутренних условий.



Более того, все полученные в этой области психологии теоретические и экспериментальные данные хорошо согласуются с методологическим принципом «асимметричности взаимодействия в системе психического», выдвинутым Ю.М. Забродиным (1977).

Таким образом, работы Б.Г. Ананьева и его последователей дают основание для постановки проблемы изучения явлений симметрии и асимметрии не только на уровне физической, анатомической, физиологической, но и психической организации человека, показывают их значение в формировании познавательной деятельности. Поэтому выявление свойств симметрии-асимметрии психических процессов должно играть также важную роль в освещении проблем генетического развития мышления.

### **2.3. Симметрия и асимметрия в бинарных структурах мышления ребенка и дипластии: концепции А. Валлона и Б.Ф. Поршнева**

Как видно из предыдущего раздела, понятие функциональной асимметрии возникло вследствие противопоставления фактам морфологической зеркальной симметрии парных органов восприятия фактов неодинакового отражения ими пространственных свойств и отношений объектов. Этим и объясняется причина того, почему исследователи функциональной асимметрии должны были рассуждать в терминах симметрии и асимметрии, *хотя и не ставили перед собой специальной задачи изучения психических процессов вообще и процессов восприятия в частности с точки зрения симметрии и асимметрии.*

В процессах мышления симметрия и асимметрия проявляются в более скрытой форме, поэтому в работах, по-

священных их изучению, понятия симметрии-асимметрии вообще не используются.

В данном разделе мы поставили перед собой задачу теоретически исследовать особенности генезиса, становления мышления, как познавательного процесса, с точки зрения свойств симметрии и асимметрии путем содержательного анализа явлений, описываемых в литературе. При этом, нам кажется целесообразным продолжить поиск симметрий и асимметрий, проявляющихся в бинарных образованиях, учитывая важную роль бинарных эффектов в отражении действительности. Поэтому, из всего многообразия литературных данных мы остановились на исследованиях А. Валлона по изучению бинарных структур мышления ребенка и Б.Ф. Поршнева по дипластии мышления.

Под бинарными сочетаниями или «парами», используемыми ребенком при познании мира, А. Валлон понимает первоначальный способ объяснения ребенком воспринимаемых явлений, самую элементарную, далее неделимую, операцию мышления. «Дуальность предшествует единичному, - пишет А. Валлон, - пара или чета предшествует изолированному элементу» [Wallon, 1951, p.120]. Основными свойствами детского мышления являются единство (идентификация) и дифференциация, противоречия и элементарность, причем, как отмечает А. Валлон, идентификация составляет первичную формулу пары. В качестве примера приведем фрагмент экспериментальной беседы А. Валлона с детьми, заимствованный нами из работы О.М. Тутунджяна [Тутунджян, 1966, с. 168].

«Л. 6:0 – Что такое дождь? – Дождь это ветер. – Значит дождь и ветер одинаковы? – Нет. – Что такое дождь? – Дождь это когда есть гром. – А что такое ветер? – Это дождь. – Значит это одно и то же? – Нет, неодинаково.

– Что неодинаково? – Ветер. –Что такое ветер? – Это небо».

Из приведенного фрагмента видно, что «пара» обладает свойствами симметрии, так как в ней отождествляются два разных понятия. Другими словами, для ребенка два разных понятия «пары» приобретают одно и то же значение («дождь – ветер», «ветер – небо», «ветер – дождь»). Пространственный аналог симметрии этого явления очевиден: взять хотя бы парные органы человека, которые тождественны (зеркально), но в то же время – различны, и один из факторов этого различия – разное местоположение в физическом пространстве. Точно так же члены «пары» тождественны по значению, но в то же время различны, потому что занимают разное место в «понятийном» пространстве ребенка. Данная аналогия приведена пока что лишь с целью сделать наглядным симметрию «пары». Итак, симметрия «пары» – это равенство значений членов «пары» и их единство. Причем, эта идентификация мнима, то есть не соответствует действительности. Из приведенного фрагмента видно также полностью неосознанное ребенком различие, которое тяготеет вновь к образованию «пары». Поэтому «пара» – это в то же время дифференциация, потенциально заложенная в ней. О.М. Тутунджян, анализируя концепцию А. Валлона, пишет по этому поводу: «Ребенок одновременно альтернативно или последовательно воспринимает одно и то же явление как идентичное и как разное. Идентификация и дифференциация - явления и противоположные и взаимодополняющие. Они существуют, взаимоисключая друг друга, потому что идентификация мнима, а дифференциация аморфна и неустойчива». [Тутунджян, 1966, с.175]. Из приведенной цитаты ясно, что мышление ребенка изначально обладает свойством симметризации, то есть делать тож-

дественным любые неодинаковые объекты, для чего необходимо наличие не менее двух объектов. Если обратиться к теории симметрии, то идентификация – это аналог операции симметрии, но с гораздо более широкими возможностями. Но мышление обладает и другим противоположным свойством – неустойчивой дифференциацией, разрушающей тождественность объектов, входящих в «пару», делающей их разными и поэтому, рассматриваемая нами как процесс асимметризации, который является необходимым условием для перехода ребенка к правильной идентификации явления с самим собой, к единичному, к инварианту мышления. Этот переход, согласно А. Валлону, осуществляется через индивидуальный опыт ребенка и повышение уровня своих представлений и понятий.

А. Валлоном было выявлено много возможных разновидностей «пар». Среди них – «пары» перцептивной идентификации, «пары созвучия», «пары контрасты» и др. А в работе «Механизмы памяти» А. Валлон и Э. Эвар-Хмельницкая (1951) показали, что «пары», как элементарные, нераздельные единства, проявляются также и при запоминании. В американской психолингвистике Р.Н. Уир вскрыла тот же факт наличия парных структур мышления в языке детей [Weir, 1962].

А. Валлон утверждает, что бинарная структура мышления является неким пределом деградации мышления взрослых, а также – и может в особо обнаженном виде – обнаруживается при некоторых психических заболеваниях. А. Валлону принадлежит также идея о возможности существования «пар» в мышлении людей отсталых цивилизаций и первобытного человека.

Исследования по палеонтопсихологии позволили предположить, что первобытные люди действительно обладали

такой же бинарной структурой мышления, которая в плоскости исторического развития была названа дипластией. Б.Ф. Поршнев, первый раскрывший содержание параллели между дипластией и «парами» А. Валлона, основывает свою концепцию на том, что мыслительная деятельность имеет исключительно общественную природу [Поршнев, 1974].

По мнению Б.Ф. Поршнева, именно отношение «я и ты» у Фейербаха или «Петра и Павла» у Маркса, возникновение дифференциации отношения к себе и отношения к другому, способствовало созданию условий для «отлета» ума от действительной жизни путем создания многочисленных табу [Поршнев, 1974, с. 460]. «Удаление» от действительности привело к депривации, лишению организма нормальных реакций на раздражения из внешней среды, которая первоначально выражалась как запреты прикосновения, запреты восприятия или глядения на что-либо. Однако, несмотря на широкое распространение первоначальных табу, «неизбежно образовывались исключения во времени, в круге особей и предметов, в территории. Отбор и характер этих исключений – уже зачатки культуры» [Поршнев, 1974, с. 463].

В качестве подтверждения, Б.Ф. Поршнев приводит примеры из палеолитического искусства. Анализируя изображения огня, крови, зубов хищников, морских раковин, женские статуэтки, Б.Ф. Поршнев приходит к выводу, что «все это, как бы равные транскрипции одной и той же категории «нельзя», «неможно», однако преобразованное в «а все-таки трогаем» (там же). Нарушение депривации выразилось, следовательно, в создании подобиий – внешнего удвоения явлений.

Таким образом, не только наименование в речи, но и произведения, творения рук первобытных людей не были

обобщениями, а были «двойниками», «портретами» индивидуальных особей или конкретных предметов и вещей.

В плоскости эволюции мышления, феномен создания «двойников» был назван дипластией, в которой «два явления явно различные, несовместимые, исключают друг друга, в то же время отождествлены. Они образуют пару – ту самую, которую А. Валлон для онтогенеза называет бинарной структурой» [Поршневу, 1974, с. 468].

Важно подчеркнуть, что дипластия – это не смешение, когда человек два объекта принимает за один и тот же, тогда бы не было и удвоения. Дипластия – такая операция, где между двумя предметами или представлениями налицо - 1) очевидное различие или независимое бытие и 2) сходство или слияние; если нет и того, и другого хоть в какой-то степени – отождествление невозможно. Сказанное и означает, что мы имеем дело с явлением симметрии, где в качестве операции симметрии выступает специфическое мысленное преобразование – бинарное сочетание или дипластия.

По Б.Ф. Поршневу, этому тождеству отвечала какая-то эмотивная реакция (фактор симметрии), «склеивающая» несоединимое, которая находила подкрепление только при наличии двух противоречащих друг другу раздражителей. Причем эта эмотивная реакция носила весьма универсальный характер: конкретные дипластии могли быть бесконечно разнообразными, но существенно только то, что это – дипластия. И лишь дальнейшая эволюция приводит к поляризации эмоций на положительные и отрицательные, расчленению по модальностям и, наконец, к детальной нюансировке. В дипластии потенциально заложены две другие операции ума, одновременно и противоположных и дополняющих друг друга. Это – сериация и классификация. Действительно, в предельном случае «пара» может состоять из

двух очень похожих явлений так, что члены этой «пары» могут быть взаимозаменяемы. А это есть предпосылка к построению серии. В первобытном, как и в детском мышлении, сериация проявляется в виде повторения какого-либо изобразительного знака, действия, жеста, звуков, на основе которого развивается ритм и орнамент. С точки зрения симметрии, при переходе от дипластии к серии, симметрия не исчезает, а преобразуется в другой вид – в симметрию подобия.

Классификация образуется также из дипластии, члены которой, наоборот, максимально противоположны. Это уже операция деления, которая в простейшем случае приводит к разграничению на «то» и «не то», на «да» и «нет», на два явления, которые ничего общего между собой не имеют. Вот это и есть зародыш той операции ума, которая в своем развитии уже противоположна дипластии и называется дихотомией, то есть делением надвое» [Поршневу, 1966, с. 188]. Бинарному объединению в качестве оппозиции начинает выступать бинарное деление. Явление бинарной оппозиции глубоко архаично и весьма характерно для первобытной социальной и духовной культуры: две противоположные фратрии рода, два тотема, наделенных свойством оппозиции, дуальная организация обрядов и мифов древних людей, современных примитивных цивилизаций и т.д. Как видно из приведенных примеров дихотомичность – это проявление симметрии противоположностей или антисимметрии, широко распространенной в природе: частица и античастица, день и ночь, рождение и смерть, мужчина и женщина и т.д. Интересен вывод Б.Ф. Поршнева о причинах возникновения дихотомии: «деление ощущений, чувств, эмоций людей на положительные и отрицательные определяются не физиологией животных и человека, где нет причин выискивать

делимость всех процессов только на две противоположные группы, а закономерностями социальными, в частности, социально-психологическими» [Поршнев, 1966, с. 189].

Конечно, можно согласиться с тем, что особенности социальной организации оказывают существенное влияние на образование и усиление дихотомии эмоций и ума первобытных людей, однако не без основания можно предположить, что своими корнями это явление уходит далеко вглубь природы и проявляется как одно из многообразных выражений ее фундаментальной закономерности – антисимметрии.

Дипластия в ходе эволюции не исчезла. Как было уже сказано выше, она проявляется на определенной стадии развития мышления ребенка в виде основного способа познания действительности, а в мышлении взрослого человека дипластия проявляется там, где строгие правила логических суждений оказываются или бессильными, или не нужными. Эта сфера фантазии и творчества, где может происходить мысленное или воображаемое сравнение признаков разных объектов, создание искусственных подобий и удвоение объектов, установление несуществующей связи между объектами – все то, что характеризует дипластию, как дологическую операцию мышления. Наиболее ярко это проявляется в поэтическом мышлении, когда отождествляются совершенно разные явления, порождая метафоры и сравнения: «женщина – прекрасный цветок», «страсть – огонь», «голос – ручей», «жизнь – свеча» и т.д. Причем, вероятно, надо верить в искреннюю убежденность поэта в том, что созданные им внутренне противоречивые тождества – реальны, так как части этих пар объединяются в нерасчлененное единое в третьем – в его эмоциональной реакции. Другими словами, дологическая операция мышления характеризуется как абсурд, который в данном случае не является



негативным явлением и существует, благодаря выполнению условия  $A = B$ , то есть  $A$  тождественно  $B$  (Б.Ф.Поршневу), что и является самым общим недифференцированным определением условия существования симметрии (по этому поводу см. анализ проблемы равенства Ю.А. Урманцева (1974) с точки зрения симметрии).

Таким образом, использование принципа симметрии при анализе онтогенетических исследований мышления А.Валлоном и реконструктивных исследований Б.Ф.Поршнева по палеонтопсихологии позволило выявить специфические, свойственные только психическим явлениям, особенности проявлений симметрии и антисимметрии. Мы можем выделить два аспекта проявлений симметрии в мышлении, находящихся в неразрывном единстве. Во-первых, с результирующей точки зрения, симметрия выступает как равенство, тождество значений или эмоциональных реакций, относящихся к различным объектам; во-вторых, с процессуальной точки зрения, в мышлении мы имеем дело с преобразованиями или операциями симметрии, превращающими нетождественные объекты в тождественные и приводящие к начальным дологическим формам отражения действительности. Поэтому в мышлении, как психическом познавательном процессе, объединены онтологический и гносеологический аспекты симметрии, то есть, с одной стороны, в бинарных структурах мышления или дипластии симметрия выступает как свойство явления (мышления), с другой – бинарные структуры мышления выступают как преобразования симметрии, являясь средством отражения или познания. *Следовательно, в мышлении симметрия как явление природы и как средство познания выступает в единстве, в чем и заключается специфика психологических симметрий.*

Вместе со способностью делать разные объекты тождественными, мышление одновременно обладает и противоположным свойством, то есть, способностью нарушать эту тождественность, которое проявляется и в бинарных структурах мышления и в дипластии. Именно этот процесс асимметризации создает условия для составления новых пар, и этот непрерывный процесс взаимопереходов симметрии в асимметрию и наоборот, то есть создание пар и их нарушение, детерминированные взаимодействием с окружающей средой приводит как в процессе исторического развития, так и в онтогенезе к формированию и закреплению более адекватных способов отражения действительности, к развитию мышления, творческих способностей и т.д.

Здесь мы наблюдаем также проявление принципа сохранения симметрии (П. Кюри, Н.Ф. Овчинников, Ю.А. Урманцев), который утверждает, что при нарушении симметрии она не исчезает, а принимает новые формы. И, действительно, бинарные структуры мышления и дипластия – это лишь первичные, самые элементарные, формы отражения действительности. *В процессе десимметризации* происходит нарушение равенства значений и/или эмотивных реакций, относящихся к разным объектам, и вместо прежних преобразований симметрий формируются новые более сложные *операции симметрии* подобия, отношений, антисимметрии (симметрия противоположностей), приводящие в результате к классификации, сериации, разделению на дихотомические ряды объектов действительности, с чего и начинается развитие логического мышления.

## **2.4. Симметрии и асимметрии в явлениях развивающегося интеллекта: концепция Ж. Пиаже**

С целью выявления особенностей симметрии и асимметрии мышления, проявляющихся в процессе его онтогенеза, мы обратились к концепции генетического развития интеллекта Ж. Пиаже.

Обращение к психологической концепции Ж. Пиаже обусловлено тем, что именно в ней наиболее выпукло проявляется возможность применения принципов симметрии как метода исследования в психологии.

В своих работах Ж. Пиаже прямо не употребляет понятия симметрии, однако наличие таких понятий, как сохранение, равновесие, инварианты и т.д., составляющие основу категориального аппарата его теории, говорит о том, что Ж. Пиаже опирался на необходимость соблюдения закономерностей симметрии, хотя в известной нам литературе об этом он не писал.

Целью данного раздела является анализ значения понятий симметрии и асимметрии для построения теории генетического развития интеллекта, не касаясь вопроса критической оценки теории. Отметим только, что генетическая психология Ж. Пиаже, несмотря на некоторые недостатки, является одной из фундаментальных теорий в современной психологической науке [Пиаже, 1969].

Устремление Ж. Пиаже к принципам симметрии выражается, прежде всего, в самом подходе при построении теории. Анализ позволил выявить три аспекта такого подхода, которые отвечают требованиям симметрии. Первый аспект - повторяемость (инвариантность во времени изучаемых явлений), второй - выделение двух взаимопротивоположных

сторон явления (процесса, функции и т.д.), и третий аспект - это идея равновесия, на которой по существу построена вся теория Ж. Пиаже.

Выделенные аспекты не составляют иерархической системы (Ж. Пиаже не делал подобного разделения, необходимого нам для анализа - все три аспекта Ж. Пиаже реализует одновременно), поэтому порядок их обсуждения может быть произвольным. Однако выбранный порядок удобен тем, что при рассмотрении первых двух аспектов мы раскроем, с точки зрения симметрии, содержание наиболее значимых проявлений интеллекта, изученных Ж. Пиаже, а при рассмотрении третьего аспекта выясним значение симметрии в организации динамики функционирования интеллекта.

**1. Повторяемость.** Как было показано в предыдущей разделе, повторяемость - это одно из проявлений симметрии. Примерами такой симметрии могут служить всякого рода ритмы, циклы, регуляции и т.п. - повторение времен года, смены дня и ночи, привычного распорядка дня и т.д. (симметрия во времени); повторение элемента симметрии орнамента или геометрической симметричной фигуры и т.д. (симметричная повторяемость в пространстве). Особая значимость этих видов симметрии выражается в том, что, как известно, они лежат в основе выявления законов природы: о законах можно говорить только тогда, когда явления повторяются или воспроизводимы.

*а) Качественные стадии.* Одним из основных понятий теории Ж. Пиаже является понятие качественной стадии, обозначающее определенный уровень развития интеллекта, который через несколько лет, качественно изменяясь, образует новую стадию. Однако при этом важно не только само изменение. При определении стадий важно и то, что

они должны возникать в строгой последовательности (один из моментов определения стадий). Тогда можно говорить о ряде стадий как об элементе симметрии, а сама симметрия выразилась бы в том, что *каждый ребенок* в своем развитии проходит все стадии в одной и той же последовательности.

Как следствие этой симметрии, становится возможным идентифицирование способностей детей по определенным стадиям их интеллектуального развития, независимо от их возраста, так как ряд стадий составляет порядковую, а не интервальную шкалу.

Таким образом, этот вид симметрии имеет отношение не напрямую к самим стадиям, а к их возникновению. То есть мы можем исследовать развитие любого ребенка и определить, что каждый проходит одни и те же стадии интеллектуального изменения. Этим удовлетворяется условие симметрии - изменение (выбор ребенка) и сохранение (постоянство возникновения стадий в неизменном порядке, как повторение одного и того же). Если же формы поведения появляются не в постоянной онтогенетической последовательности, то «... ошибочно говорить о них как о стадиях» [Флейвелл, 1968, с. 37]. Как покажет дальнейший анализ, сами стадии так же обладают свойствами симметрии.

б) **Схемы.** Схема - это познавательная структура, которая дает возможность ребенку ассимилировать окружающую его действительность. Не останавливаясь на всем многообразии проявлений схем, начиная от простых актов сосания и хватания и заканчивая сложными построениями действий при решении задач уже взрослым ребенком, отметим основные свойства схемы, которые не зависят от ее вида и сложности, то есть определяют схему как таковую. Ж. Пиаже выделяет два таких свойства: целостную организованную последовательность выполняемых актов или

действий, составляющих схему, и их способность к повторению. «Какой бы простой ни была схема, она является схемой только в силу того факта, что компоненты поведения, которые она вызывает к жизни, составляют прочное целое, что она способна к *воспроизведению* (подчеркнуто нами - Р.Н.) и поддается выделению как фигура на фоне менее прочно организованных форм поведения» [Пиаже, 1969, с. 79]. Среди множества форм поведения Ж. Пиаже выбирает для анализа только такие, которые многократно повторяются при каждой встрече с объектами действительности, образуя симметрию поведенческого (интеллектуального, познавательного) «пространства» ребенка.

Постепенно схемы изменяются, становятся более сложными и, при возникновении качественного отличия от предыдущих, образуют новую стадию развития. Поэтому симметрия проявлений схем в переходные периоды развития интеллекта нарушается. Внутри же стадий проявление схем (или группировок, когда имеются в виду высшие стадии развития) практически однородно, что как раз и позволяет говорить о качественных стадиях развития.

в) ***Вертикальные и горизонтальные декаляжи.*** Вертикальный декаляж - это повторение («смещение во времени»), происходящее на разных стадиях развития интеллекта. Это относится к схемам и познавательным структурам вообще, применяемым к объектам идентичного содержания и обладающим, несмотря на принципиально разные условия функционирования, определенным сходством. Так, например, развитие константности предметного восприятия позволяет ребенку видеть и узнавать предметы независимо от позиций наблюдения. Гораздо позднее этот же ребенок может мысленно представить себе систему возможных точек зрения, уже не совершая при этом никаких действий.

«Познавательная структура в этих двух случаях действительно будет иметь формальное сходство (координация перспективы); в обоих случаях, в сущности, не изменяется и содержание, с которым оперирует ребенок. Однако решение обеих задач осуществляется в совершенно различных плоскостях деятельности - сенсомоторной и символической» [Флейвелл, 1968, с. 41].

Таким образом, вертикальные декаляжи - это проявление преобразования симметрии в изменяющихся познавательных структурах, объединяющее качественно различные стадии в цельную и организованную систему.

Интересно отметить, что горизонтальные декаляжи не обладают свойством симметрии, хотя и классифицируются как вид повторяемости, происходящей на одной и той же стадии развития.

Горизонтальный декаляж, как известно, означает повторное применение познавательной структуры данного уровня функционирования для решения задачи, которая раньше (год или того больше) не решалась, хотя другие подобные задачи, требующие применения тех же структур, в то время уже решались.

Однако это повторное «вызывание к жизни» познавательных структур не говорит еще о симметрии. В случае вертикального декаляжа как изменение, так и сохранение относились к самим структурам, а в случае горизонтального декаляжа изменение относится к объектам познания, а сохранение - к структурам. То есть, в самом себе горизонтальный декаляж - явление асимметричное, призванное, по-видимому, обеспечивать *постепенность* развития. Дж. Флейвелл так характеризует оба вида декаляжей: «Наличие горизонтального декаляжа указывает, по-видимому, на существование известной *разнородно-*

сти там, где можно было бы предположить наличие одной только однородности.

Вертикальный декаляж указывает, скорее всего, на прямо противоположные факты. Действительно, он подчеркивает скрытое *единообразие* разных стадий, несмотря на все видимые различия между ними» [Флейвелл, 1968, с. 42].

И, тем не менее, явление горизонтального декаляжа выделено Ж. Пиаже как нечто особое, характеризующее развивающийся интеллект, и в силу того, что оно повторяется на каждой стадии развития. Следовательно, если горизонтальный декаляж не образует внутри себя симметрии, то его повторяемость внутри каждой стадии приводит к симметрии самих стадий (подобно тому, как закономерное повторение асимметричных элементов фигуры приводит к симметрии всей фигуры в целом).

Таким образом, приведенные примеры показывают, что при построении своей теории Ж. Пиаже во всех проявлениях интеллекта стремился выделить общие и повторяющиеся моменты: в созревании детей - стадии развития интеллекта; в стадиях – декаляжи; в структурах поведения - определенные схемы или группировки; в функционировании интеллекта - соответствующие инварианты, которые в этом пункте не были рассмотрены ввиду их очевидности и т.п. И, кроме того, симметрия повторения обладает свойством «связывания» (включения), а это придает концепции Ж. Пиаже целостный и системный характер.

**2. СИММЕТРИЯ ПРОТИВОПОЛОЖНОСТЕЙ.** Здесь мы попытаемся проследить, как в концепции Ж. Пиаже проявляется антисимметрия - одно из фундаментальных свойств явлений объективной действительности.

Как уже было отмечено выше, симметрия противоположностей или антисимметрия заключается в том, что объ-



екты антисимметрии (вещи, свойства, отношения) переходят друг в друга при перемене их знака, цвета, состояния на противоположный, например, позитрон и электрон, позитив и негатив фотоснимка, процессы расплавления и кристаллизации и т.д. Закономерности проявления феноменов антисимметрии находятся в прямом отношении к диалектическому закону единства и борьбы противоположностей.

а) **Организм - среда, субъект - объект.** Раскрывая содержание психической организации интеллекта, Ж. Пиаже особое внимание уделяет отношениям организм-среда, субъект-объект, от которых, по его мнению, зависит решение, объясняющее интеллект [Пиаже, 1969, с. 70-76]. Анализируя генетические и негенетические теории интеллекта (шесть вариантов), Ж. Пиаже показывает, что исследователи либо отдавали предпочтение одному из членов отношения субъект-объект, либо, признавая их единство, игнорировали генетическую природу интеллекта (гештальт-психология). Ж. Пиаже останавливается на последнем варианте возможных теорий интеллекта, рассматривающего его как с точки зрения генетического развития, так и во взаимодействии субъекта и объекта. Это взаимодействие образуется наиболее важной парой понятий, целенаправленное раскрытие содержания которых приводит Ж. Пиаже к операционной теории интеллекта. «Согласно этой точке зрения, - пишет Ж. Пиаже, - интеллектуальные операции... выступают как реальные действия в двояком смысле: как результат действия субъекта самого по себе и как результат возможного опыта, возникающего из взаимодействия с окружающей действительностью» [там же, с. 75].

В этом и проявляется противоположность субъекта и объекта, свойство, характерное для всех антисимметричных пар объектов. С одной стороны, действительность оказыва-

ет воздействие насубъекта, изменяя его интеллектуальные структуры, с другой стороны, в едином акте взаимодействия субъект видоизменяет объекты познания, приспособлявая их к особенностям своих интеллектуальных структур.

*б) Организация - адаптация, структура - функция.* Наиболее общими характеристиками (свойствами) интеллекта являются организация и адаптация. Каждое из этих свойств в отдельности уже обладает свойством симметрии, заключающимся в том, что, как бы ни изменились структуры познания субъекта в ходе его онтогенетического развития, интеллект всегда будет обладать свойствами организации и адаптации. Поэтому Ж. Пиаже называет их инвариантами интеллекта.

Организация, как известно, означает, что познавательные действия субъекта на всех стадиях развития интеллекта, представляют собой организованное *целое*, наделенное определенной структурой. С самого начала, уже на уровне сенсомоторного интеллекта, познавательные действия ребенка не хаотичны, а образуют целостную систему действий, направленных на объект познания. В то же время, функционирование интеллекта, обладающего организацией, происходит адаптивно, то есть особым образом, приводящим к уравниванию интеллекта с окружающей средой (объектами познания). Организация интеллектуального процесса обуславливает его же адаптацию, но с другой стороны, приспособляясь, интеллект самоорганизуется, видоизменяет свою организацию. По нашему мнению, организация и адаптация выступают у Ж. Пиаже как пара антисимметричных понятий, характеризующих противоборствующие, но находящиеся в единстве явления: без адаптации не может быть организации и наоборот.

Ж. Пиаже конкретизирует организацию и адаптацию в понятиях структуры и функции. Схемы, группировки и т.п. у него выступают как структурные образования, а ассимиляция и аккомодация - как функциональные. Очевидно, что они не отделимы друг от друга, всегда выступают в единстве, взаимовлияя друг на друга. Следовательно, отношения между структурой и функцией, как и отношения между организацией и адаптацией, могут быть оценены как отношения антисимметрии.

в) *Ассимиляция - аккомодация.* Адаптация по Ж. Пиаже представляет собой единство двух функциональных инвариант - ассимиляции и аккомодации. Ассимиляция означает «включение объектов в схемы поведения» [там же, с. 66], то есть приспособление объектов познания к интеллектуальным структурам. Аккомодация, наоборот, есть процесс приспособления интеллектуальных структур к реальной действительности. Ж. Пиаже особо подчеркивает их единство и противоположность: «Ассимиляция никогда не может выступать в чистом виде, потому что интеллект, включая в свои старые схемы новые элементы, постепенно изменяет первые для того, чтобы приспособиться к новым элементам. И наоборот, мы никогда не знаем вещей самих по себе, потому что эта работа по аккомодации может возникнуть только как функция противоположного ей процесса ассимиляции» [там же, с. 73].

Таким образом, соотношение процессов ассимиляции и аккомодации можно рассматривать как проявление симметрии противоположностей или антисимметрии.

Анализ показал, что существенным моментом теории Ж. Пиаже является рассмотрение психических явлений с точки зрения единства противоположностей. Отмечая стремление Ж. Пиаже к симметрии, Дж. Флейвелл пишет:

«С этой особенностью стиля Ж. Пиаже тесно связана и его тенденция к выделению двух противоположных позиций, подходов и пр., с последующим разрешением их конфликта на гегелевский манер - через выделение третьего, среднего члена. И здесь мы видим своего рода симметрию» [Флейвелл, 1968, с. 60].

Симметриям в концепции Ж. Пиаже, по мнению Дж. Флейвелла, подчинены не только рассмотренные выше самые основные понятия теории, характеризующие интеллект в целом как единую *диалектично* развивающуюся систему, но и второстепенные частные понятия, вытекающие из конкретных экспериментальных исследований. «Так, психологическая конструкция числа, одновременно порядкового и количественного, является результатом синтеза системы классов (координация) и системы асимметричных отношений (ординация)» (там же). Или же, «... аналогичным образом и понятие единицы измерения выводится из синтеза подразделения и перемещения» (там же). К сказанному можно присоединить также примеры антисимметричных явлений, обнаруживаемых в феноменах центрации и децентрации механизмов восприятия.

Список подобных антисимметричных понятий и соответствующих им явлений можно расширить, если углубиться в обширную экспериментальную часть исследований Ж. Пиаже. Однако уже из приведенных примеров ясно, что выявление подобного рода фактов не является результатом неожиданного или случайного открытия, а есть следствие *последовательного применения теоретического принципа*, несмотря на то, что Ж. Пиаже нигде не ссылаясь на принцип единства противоположностей или симметрии противоположностей.

**3. РАВНОВЕСИЕ.** Связь равновесия с симметрией очевидна и не требует особого доказательства. Подчеркнем только, что симметрия (пространственных вещей, процессов и т.д.) является необходимым условием равновесия; без симметрии не может быть равновесия. Поэтому само состояние равновесия обладает некоторыми свойствами симметрии, наиболее важным из которых является обратимость.

Разрабатывая свою концепцию, Ж. Пиаже стремился наметить основные сквозные линии, пронизывающие все развитие, и показать изоморфизм, существующий даже между самой примитивной рефлекторной активностью новорожденного и логическими операциями самого высокого уровня. Особенно удобным для этой цели Ж. Пиаже считал модель равновесия, в которой диалектично сочетаются дискретное и непрерывное, разнородное и однородное, что соотносится с состоянием равновесия и процессом уравнивания.

С самого начала необходимо отметить, что в этой концепции равновесие понимается двояко. Ж. Пиаже считает, что возникновение инварианта в интеллектуальной структуре (означающее независимость восприятия или познания от изменения условий познания, т.е. константность познания) непосредственно связано, во-первых, с уравниванием операций между собой, во-вторых - с уравниванием субъекта и объекта.

В поведенческом и интеллектуальном развитии субъекта состояния равновесия образуют иерархический порядок, характеризуя качественные стадии развития.

Так, первичное восприятие характеризуется чрезвычайно малым полем применения, практически полным отсутствием подвижности, сдвигами равновесия при каждом преобразовании перцептивного поля и отсутствием компен-

саторных коррекций иллюзий, возникающих при центрации. Непрерывный на всем протяжении развития, процесс уравнивания приводит к образованию все более сложных структур восприятия, сенсомоторной деятельности, дооперациональных, конкретно и формально операциональных систем интеллекта, в которых происходит постепенное увеличение поля применения, подвижности, устойчивости и компенсаторных коррекций, т.е. обратимости.

Устойчивое равновесие формально операциональных структур, полная сбалансированность процессов ассимиляции и аккомодации обеспечиваются именно благодаря возникновению обратимых операций, означающему, что каждому действию структуры противопоставлено обратное ему противодействие. *Это и есть симметрия функциональных процессов, заключенная в понятии равновесия - результат, к которому стремится (по Ж. Пиаже) развивающийся интеллект.* И, естественно, чем ниже уровень этого развития, тем «ниже» эта симметрия, доходящая до своей противоположности - асимметрии всегда там, где есть сдвиги равновесия.

Оценивая значение обратимости для Ж. Пиаже, Дж. Флейвелл пишет: «На протяжении всех своих работ он (Пиаже - Р.Н.) употребляет термин «обратимость», почти как синоним «равновесия». В его понимании обратимость - это неизбежное следствие процесса уравнивания структур, любая психологическая система, находящаяся в прочном равновесии, должна обладать функциями сбалансирования и компенсации, а их-то и обеспечивают операции отрицания и реципрокности» [там же, с. 93].

Таким образом, в этом разделе были рассмотрены три вида проявлений симметрии в концепции, развиваемой Ж. Пиаже: повторяемость, симметрия противоположностей и

равновесие, характеризующие основные понятия и явления психического развития. Анализ теории Ж. Пиаже, с точки зрения принципа симметрии, показывает, что именно разнообразие и последовательное «внедрение» симметрии в теорию обусловило ее фундаментальность, диалектичность, логичность и стройность. И нам кажется, что именно применение принципа симметрии является причиной силы огромного магического воздействия на умы исследователей, тщательно ознакомившихся с теорией Ж. Пиаже. Однако следует отметить, что самим автором концепции генетического развития интеллекта они не были сформулированы как принципы построения теории. Ж. Пиаже не ставил перед собой такой задачи, и надо полагать, что в этом плане он действовал интуитивно, сообразно своему диалектическому образу мышления.

Именно такой, богатый симметриями, образ мышления легко принимается на веру ввиду особых свойств симметрии - быть закономерностью природы и познания. Поэтому можно понять Л.Ф. Обухову, которая пишет: «Современная зарубежная психология детского мышления буквально блокирована идеями Пиаже. Множество исследований касаются уточнения эмпирических фактов, и почти нет работ, посвященных анализу его теории. Есть много интерпретаторов Ж. Пиаже, но никому не удастся вырваться за пределы разработанной им системы» [Обухова, 1981, с. 9-10]. И, тем не менее, уже после того, как образ мышления Ж. Пиаже вылился в стройную концепцию генетической психологии и эпистемологии, нам кажется правомерным выделение симметрии, как основного системообразующего фактора и теоретического принципа его концепции.

Таким образом, мы попытались показать, что в работах, посвященных вопросам психологии познавательных про-

цессов, исследователи обращались к методологическому подходу, основанному на принципе симметрии, с использованием соображений, идей и понятий симметрии-асимметрии. Однако, за исключением проблемы функциональной асимметрии, это обращение носило скрытый характер, так как авторы в своих исследованиях пользовались синонимами понятий симметрии и асимметрии, такими как гомогенность и анизотропность, равенство нетождественного, удвоение, сериация, повторяемость, равновесие, нарушение равновесия, инварианта и т.д. Как было показано в данной главе, несмотря на кажущуюся разнородность, эти понятия в своем содержании обладают одним и тем же содержанием, подчиняющимся закономерностям симметрии и асимметрии. Поэтому мы можем сделать вывод, что кроме специфических различий все три уровня рассматриваемых нами явлений обладают в определенном отношении также и единством. *Это - парность и реализуемые при этом взаимопереходы симметрии и асимметрии.* Так, в случае процессов психического отражения - это симметрично-двуединные элементы отражательной системы и возникающие в них анизотропные отношения, в случае функциональной асимметрии - это парность анализаторных систем (правая и левая сторона органа восприятия и больших полушарий головного мозга) и происходящие на этой структуре симметричные или асимметричные психические и психофизиологические процессы. В концепции Ж. Пиаже - это такие пары симметрично-противоположных понятий и соответствующих им явлений, как среда-организм, объект-субъект, организация-адаптация, ассимиляция-аккомодация и т.д., которые могут находиться в отношениях симметрии и асимметрии. Как следствие, можно констатировать, что аналогия между парностью рук и бинарными структурами



мышления не метафорична, а выражает реализацию принципа симметрии, единого для формирования и функционирования познавательных процессов как на уровне восприятия, так и на уровне мышления. Анализ более глубоких явлений, проведенный в п.2.1., позволяет предположить, что явления функциональных асимметрий восприятия и образование симметрично-двуединых отношений в процессах порождения отражения, рассматриваемые с точки зрения потенциальной возможности их возникновения, есть специфическое проявление на разных уровнях психического одной и той же фундаментальной закономерности самодвижения материи или общеприродной тенденции, ядром которой является принцип единства симметрии и асимметрии.

Кроме того, анализ, проведенный с позиции принципа симметрии, позволил выявить значение *асимметрии*, как необходимого условия порождения психического и как интегративного показателя и условия психического развития. И действительно, из исследований процесса непосредственно-чувственного отражения следует, что отражение возможно лишь в анизотропной структурно-процессуальной системе при образовании анизотропных отношений (и, наоборот, в гомогенности не может быть отражения). А онтогенетические исследования функциональных асимметрий показали, что чем сложнее познавательная деятельность, тем сильнее выражена функциональная асимметрия и, наоборот, у детей, не способных выполнять сложные познавательные действия, например, у умственно отсталых детей, наблюдается приблизительное равенство в функционировании парных органов восприятия. В мышлении ребенка переход на новый более адекватный уровень отражения действительности сопровождается разрушением бинарных структур мышления, дифференциацией парных

сочетаний понятий и осознанием членов пары, как единичных. А восприятие новой познавательной задачи, согласно концепции генетического развития интеллекта, приводит к нарушению прежнего состояния равновесия формально операциональных структур и к началу процесса уравновешивания, приводящего к формированию новых более сложных структур.

Из всего вышеизложенного вытекает, что методологический подход, основанный на принципе симметрии, может быть использован не только для изучения живой и неживой природы, но и для исследования психических познавательных процессов. И поэтому посредством принципа симметрии-асимметрии объединяются два противостоящих друг другу мира - мир материальных явлений и объектов и мир психических явлений и процессов, что наиболее наглядно было видно при анализе концепции А.И. Миракяна.

## **ГЛАВА 3. ПРИНЦИП СИММЕТРИИ КАК ПОДХОД К ОРГАНИЗАЦИИ ПСИХОЛОГИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА**

### **3.1. Постановка проблемы исследования мышления, основанного на принципе симметрии**

В предыдущих разделах были показаны два проявления принципа симметрии: первое - симметрия и асимметрия как свойства познавательных процессов (восприятия и мышления), второе - симметрия как принцип построения психологической теории (Миракян, Пиаже).

Следующий шаг состоит в том, чтобы показать эффективность применения принципа симметрии в качестве подхода к организации психологического эксперимента по изучению мышления.

Как было ранее показано, обратимость, как свойство симметрии, служит, в частности, важной характеристикой модели равновесия интеллектуальных структур и находит свое подтверждение в экспериментальных работах Ж. Пиаже, касающихся исследований определенных стадий развития интеллекта. Однако в литературе по педагогической психологии - в работах М.М. Вахрушева (1955), М.С. Ерицына (1962, 1975), Н.А. Менчинской (1955), Н.А. Менчинской и М.И. Моро (1955), М.М. Кожевникова (1962), С.М. Пилосян (1980), Р.А. Погосьян (1987), П.Я. Эрдниева (1969) и др. - указывается на противоположное: если обратимость

и имеет место, она часто проявляется не полностью. Отсюда и следует постановка цели нашего экспериментального исследования. Мы будем изучать свойство симметрии-асимметрии мышления на примере фундаментального отношения симметрии - отношения обратимости, играющей важную роль в познавательной деятельности человека.

Идея симметрии-асимметрии была заложена в существо эксперимента через использование взаимобратных задач *логически равной сложности*, что дает возможность раскрыть симметричные свойства исследуемого объекта - обратимость-необратимость мыслительных операций. Об актуальности выдвигаемой проблемы, но в более широком смысле, О.К. Тихомиров пишет: «Особенности структуры задачи влияют (конечно, не одинаково) на деятельность по ее решению. Тот факт, что одни задачи решаются человеком легко, а другие (конечно, при прочих равных условиях) - трудно, известен достаточно хорошо, но практически не выявляются факторы, детерминирующие это различие... А.Р. Лурия отмечал в своих лекциях, что правильное решение этого вопроса будет очень большим вкладом в психологию мышления» [Тихомиров, 1984. с. 20].

Для решения поставленной задачи в качестве объекта исследования была выбрана психологическая реальность, которая, как и рассмотренные в предыдущей главе явления, обладает бинарной структурой: решение испытуемыми пары задач «противоположного» характера (или взаимобратных задач). В теории симметрии такие явления, процессы или объекты принято называть антисимметричными или «+» и «-» формами.

На уровне наглядного мышления из множества видов взаимобратных задач исследуется решение задач сложения и вычитания отрезков прямых линий, удовлетворяющих не-

которым условиям симметрии (другие виды подобных задач на уровне понятийного мышления будут рассмотрены ниже). С точки зрения логики, это задачи одного и того же уровня сложности, отличающиеся лишь направленностью выполняемых действий. Выбор таких задач уже сам по себе определяет форму анализа полученных результатов: сопоставление результатов сложения и вычитания и изучение *сходства и различия* в протекании процессов, направленных на их решение.

Так как экспериментальные исследования, приведенные в данном разделе, подробно представлены в наших работах [Нагдян, 1988; 2005а], здесь мы ограничимся описанием методик проведения экспериментов и обсуждением полученных результатов.

### **3.2. Асимметрия решения взаимобратных задач равной логической сложности.**

#### **Сложение и вычитание отрезков прямых линий.**

В этом эксперименте алфавит используемых стимулов был составлен из десяти отрезков прямых линий, длина которых варьировалась, начиная от 10 мм до 100 мм, с интервалом различий в 10 мм. Толщина линий и их ориентация (горизонтальная) строго соблюдались, что давало право считать предъявляемые стимулы одномерными.

Прежде, чем приступить к выполнению основной задачи эксперимента - выявлению особенностей решения задач сложения и вычитания отрезков, необходимо было узнать, как воспринимаются испытуемыми сами эталонные отрезки. Это и стало целью первой серии экспериментов, в которой отрезки предъявлялись в случайном порядке (очередность стимулов была взята из таблицы случайных чисел) -

70, 100, 60, 20, 10, 40, 80, 30, 50, 90 (мм). После экспозиции в 3 секунды испытуемые должны были воспроизвести длину воспринятого отрезка. Разметку воспринятых эталонов испытуемые делали следующим образом: перед ними лежала карточка, размеры которой совпадали с размерами экрана прибора, специально изготовленного для предъявления эталонных стимулов. Посередине карточек была проведена сплошная горизонтальная линия, на которой испытуемые должны были двумя вертикальными штрихами отметить длину воспринятого ими эталонного отрезка. С последовательностью, состоящей из 10 отрезков различной длины, каждый испытуемый работал по 10 раз.

Во второй и третьей сериях испытуемым предлагалась инструкция соответственно сложить и вычесть два последовательно предъявляемых отрезка. Операции сложения и вычитания испытуемые должны были проделать мысленно, без наглядной опоры, после кратковременного предъявления обоих отрезков. Порядок предъявления стимулов был одинаков как при сложении, так и при вычитании: сначала предъявлялся больший отрезок, а затем - меньший. Выбор такого порядка был продиктован естественностью ситуации и необходимостью создания равных условий для сложения и вычитания в действиях испытуемого. Во второй серии предъявлялись следующие пары эталонных стимулов: 30+10, 20+20, 30+20, 40+10, 60+20, 50+30 (мм). В третьей серии - 90-50, 80-40, 80-30, 90-40, 60-20, 100-20 (мм). Такие соотношения между складываемыми и вычитаемыми отрезками позволяют сравнить: 1) успешность выполнения сложения и вычитания отрезков с результирующими длинами, равными 40, 50 и 80 мм (30+10, 20+20 с 90-50, 80-40; 30+20, 40+10 с 90-40, 80-30; 60+20, 50+30 со 100-20); 2) успешность выполнения сложения и вычитания при опери-

ровании одинаковыми «входными стимулами» - 60+20 и 60-20, а также 3) влияние различных комбинаций пар стимулов на успешность оперирования соответствующими представлениями. Во второй и в третьей сериях вышеприведенные ряды пар стимулов, как и в первой серии, каждому испытуемому предъявлялись по 10 раз. В экспериментах участвовало десять практически здоровых человек: пять учеников 10-го класса и пять студентов 1-го курса политехнического института.

*Обсуждение результатов.* Данные, полученные в трех сериях эксперимента, позволяют провести сравнительный анализ результатов мысленного сопоставления отрезков прямых линий при их сложении и вычитании.

Результаты трех серий экспериментов показали, что испытуемых можно разделить на три группы.

Первая группа испытуемых - это, используя обозначения, принятые в теории симметрии, D-испытуемые, переотмеривающие результат мысленного сопоставления линий, независимо от вида действия, сложения или вычитания. Вторая группа испытуемых - это S-испытуемые, симметрики, переотмеривающие при сложении и недоотмеривающие при вычитании. Третья группа испытуемых - это L-испытуемые, недоотмеривающие, как при сложении, так и при вычитании.

Таким образом, эксперимент и анализ полученных результатов, выстроенных согласно соображениям симметрии, привели к выводу о существовании явления мало изученного в психологии, но уже в достаточной степени известного в биологии. А именно, эксперимент выявил известное в биологии явление функциональной симметрии или симметрии функциональных процессов, описанное А.П. Дубровым (1980). Напомним, что сущность

этого явления заключается в том, что на одни и те же внешние или внутренние раздражители одинаковые организмы (в том числе и люди) могут реагировать совершенно по-разному, группируясь по виду функциональной реактивности, соответственно на правые - D, левые - L и симметричные - S биообъекты. Аналогичное явление, но уже на уровне психических процессов, мы наблюдаем и в данном случае, при мысленном сложении и вычитании отрезков прямых линий: одни и те же задачи испытуемые решают по-разному и эти различия могут доходить до противоположностей.

Количественный сравнительный анализ результатов трех серий экспериментов также выявил определенные закономерности, подробно изложенные в работе [Нагдян, 2005а, с. 76-80]. Приведем лишь основные данные. Основной результат состоит в том, что вычитание всеми испытуемыми выполняется хуже, с большими ошибками, по сравнению со сложением. Вычисление критериев Фишера [Плохинский, 1970] для установления достоверности различия между данными сложения и вычитания, дал следующие результаты [Нагдян, 2005б, с. 76-80].

Для D-испытуемых  $F(D) = 13,02$  ( $n=180$ ).

Соответствующие табличные значения показывают, что различие достоверно с вероятностью безошибочного прогноза  $\beta > 0,999$ , уровень достоверности  $P < 0,001$ .

Для S-испытуемых  $F(S) = 14,2$  ( $n=360$ ).  $F(S) = 14,2$  ( $n=360$ ). Так как ошибки при сложении и вычитании разного знака, то различие их, очевидно, достоверно. Однако нас интересует не просто различие, а различие в *величинах* ошибок, независимо от их знака. Поэтому при вычислении критерия Фишера для S-испытуемых имели в виду абсолютные величины ошибок.



Табличные значения для данного числа говорят о том, что в этом случае также имеем  $\beta > 0,999$ , уровень достоверности  $P < 0,001$ .

Для L-испытуемого  $F(L) = 0,05$ , а это означает, что для одного испытуемого различие ошибок при мысленном сложении и вычитании не достоверно. Однако следует отметить, что сигма при вычитании больше, чем при сложении.

Сравнение ошибок отмеривания между D-, S- и L-испытуемыми показывает, что наибольшие ошибки делали D-испытуемые, как при сложении, так и при вычитании в сторону переотмеривания, а наименьшие - L-испытуемый в сторону недоотмеривания.

Таким образом, сравнительный анализ полученных данных показывает, что при вычитании отрезков линий абсолютные величины допускаемых ошибок больше, чем при сложении.

О том, что вычитание выполняется хуже, говорят не только достоверные различия между средними значениями  $M$  ошибок вычитания и сложения отрезков линий, но и то, что  $\delta$  ошибок вычитания во всех случаях были больше  $\delta_+$  ошибок сложения. Поэтому с уверенностью можно считать, что действие с вычитанием отрезков линий является для испытуемых более трудной задачей, мысленной операцией, чем со сложением.

Учитывая, что операции сложения и вычитания отрезков прямых линий являются частным случаем взаимобратных (+, -) задач, можно предположить наличие подобной асимметрии и при решении подобных задач на уровне понятийного мышления. И если выдвинутое предположение подтвердится, то обнаруженная здесь асимметрия будет не просто фактом, а первым шагом к выявлению *свойства мышления* - асимметрии в решении (+) и (-) задач.

### **Сложение и вычитание чисел в уме.**

Сложение и вычитание отрезков прямых линий является одним из видов взаимообратных задач. В данном разделе ставится цель: сделанный ранее вывод о различии в эффективности решения задач на сложение и вычитание отрезков прямых линий проверить на примерах решения взаимообратных задач другого рода - на уровне понятийного мышления, чтобы выяснить вопрос о специфическом (частном) или неспецифическом (общем) характере этого вывода.

Как и в предыдущем разделе, ставится задача выявить и сопоставить особенности решения «взаимопротивоположных» задач равной логической сложности.

В качестве первого примера выбрано сложение и вычитание двузначных чисел с одинаковым количеством выполняемых действий; в качестве второго - решение прямых и обратных одноптипных арифметических задач; в качестве третьего - решение силлогизмов положительных и отрицательных модусов определенной фигуры. Как видно, выбранные задачи отличаются по уровню возрастающей сложности. Однако, из соображений симметрии, исследованию подвергается не сама по себе зависимость процесса решения задач от уровня сложности, а зависимость процесса решения задач от «знака» или направленности выполняемых операций или действий. Поэтому в дальнейшем мы будем оперировать условным разделением всех решаемых задач на два класса: класс «+» или «позитивные», куда входят задачи на сложение, прямые арифметические задачи и силлогистические задачи утвердительных модусов, и класс «-» или «негативные», куда входят задачи им противоположные.

Операции сложения и вычитания чисел, по своей структуре и особенностям выполнения, довольно-таки близки к

операциям сложения и вычитания отрезков прямых линий. Хотя, необходимо отметить, что сложение и вычитание чисел относится к более высокому, более абстрактному уровню мышления, где не так важен компонент перцептивного восприятия.

В известной нам психологической литературе имеется сравнительно небольшое количество работ, в которых арифметический счет использовался для исследования собственно процессов мышления. И, к тому же, в исследованиях мышления выявлялись особенности счета независимо от знака операций, поскольку эта проблема исследователей не интересовала. Исследовалась зависимость точности и времени выполнения счетных операций от пространственного начертания цифр [Лурия, 1945; Руденко, 1953], от степени сложности задания [Корзакова, 1951], от овладения «переходом через десяток» [Пилосян, 1980]. Операции сложения и вычитания рассматривались как равноценные. Более подробный анализ литературы по этой теме приведен в работах [Нагдян, 1988; 2005б].

Не ограничиваясь вышеприведенными данными, мы провели собственные эксперименты по выявлению различий в выполнении взаимообратных счетных операций.

С этой целью 10 ученикам старших классов предлагалось решить 10 примеров на сложение и столько же примеров на вычитание. Для каждого испытуемого фиксировалось общее время решения 10 заданий. Предложенные задания приведены ниже:

$25 + 26$ ,  $37 - 28$ ,  $27 + 25$ ,  $42 - 29$ ,  $37 + 29$ ,  $44 - 26$ ,  $27 + 26$ ,  
 $48 - 29$ ,  $29 + 34$ ,  $46 - 27$ ,  $36 + 25$ ,  $42 - 28$ ,  $37 + 28$ ,  $34 - 25$ ,  $28$   
 $+ 27$ ,  $45 - 28$ ,  $33 + 28$ ,  $22 - 19$ ,  $29 + 24$ ,  $37 - 28$ .

Так как мы не ставили перед собой цель изучить быстроту выполнения каждой операции в отдельности, а нас

интересовали различия в выполнении операций сложения и вычитания, то это обстоятельство позволило значительно упростить методику данной серии экспериментов. Общее время фиксировалось от начала записи первого ответа до начала записи последнего ответа.

Результаты эксперимента [Нагдян, 2005б, с. 84] позволяют констатировать факт наличия асимметрии протекания мыслительных процессов при решении задач на сложение и вычитание двузначных чисел.

Сопоставление данных этого эксперимента с данными эксперимента на сложение и вычитание отрезков прямых линий показывает, что, если в случае оперирования отрезками линий асимметрия проявляется как тенденция, то в экспериментах с числами получена устойчивая закономерность. Отличие в данных двух экспериментов можно объяснить, во-первых, тем, что первый эксперимент более сложен как в смысле самой процедуры проведения, так и с точки зрения испытуемого - из-за отсутствия точных ориентиров измерения величины воспринимаемых линий; во-вторых, некоторые различия в сложности задач на сложение и вычитание линий, что повлияло на чистоту эксперимента.

Выявление асимметрии протекания мыслительных процессов при сложении и вычитании отрезков и чисел позволяет предположить, что она должна проявиться и на более высоких уровнях мышления, например, при решении прямых и обратных арифметических (сюжетных) задач.

### **Решение прямых и обратных арифметических задач.**

Прямые и обратные арифметические задачи, как по форме, так и по содержанию, значительно отличаются от сложения и вычитания линий и чисел. Можно сказать, что

решение арифметических задач - это уже другой, более высокий уровень мыслительной деятельности, на котором устанавливаются и определяются отношения и связи между объектами внешней деятельности человека. Однако, несмотря на такую большую разницу, все эти три варианта заданий - решение прямых и обратных арифметических задач, операции сложения и вычитания чисел, операции сложения и вычитания отрезков прямых линий - обладают и большим сходством.

Во-первых, это сходство в парной взаимодополняемости задач, их образующих. Во-вторых - в противоположности, которая в случае чисел и линий выступает как противоположность выполняемых действий (операций), а в случае арифметических задач - как противоположность определенных отношений и связей.

С формальной логической точки зрения, как это было показано П.Я. Эрдниевым [Эрдниев, 1969, с. 25-26], прямая и обратная задачи симметричны. Различие их состоит лишь в перестройке суждений и умозаключений, в направленности «течения» мысли, что опять-таки не влияет на их логическую равноценность, так как ни одно «направление» мысли, с точки зрения логики, не имеет какого-либо преимущества перед другим.

Однако, как показывает многолетняя педагогическая практика, успешность решения прямых и обратных арифметических задач неодинакова: обратные задачи решаются хуже, чем прямые. На это указывают данные П.Я. Эрдниева, полученные при работе с учащимися начальной школы.

На эти же трудности в обучении при решении косвенных задач указывает М.И. Моро (1958). Косвенные или обратные задачи оказались настолько трудными для учеников первых классов, что их решение было перенесено во второй

класс. Однако оказалось, что и во втором классе они решаются с трудом.

Во всех анализируемых работах [Нагдян, 2005б] результаты касались учащихся начальных классов. То есть для школьников этого возраста факт различия в эффективности решения взаимообратных арифметических задач не вызывает сомнений. При обзоре соответствующей литературы, мы не нашли работ, где экспериментально исследовались бы особенности решения взаимообратных арифметических (сюжетных) задач *взрослыми*. С целью заполнить этот пробел, был поставлен эксперимент с участием 10 студентов в возрасте от 17 до 22 лет, которым предлагалось решить одну прямую и одну обратную задачи.

На основе данных эксперимента [Нагдян, 2005б] была вычислена достоверность различия, которая определялась по критерию Фишера, и был получен результат  $F = 4,86$  ( $n=10$ ). Табличные данные для этого числа показывают, что это различие достоверно с вероятностью безошибочного прогноза  $\beta > 0,95$  (уровень достоверности  $P < 0,05$ ).

Таким образом, обобщая приведенные в этом параграфе данные, с полным правом можно отметить, что обратные задачи представляют для испытуемых большую трудность, чем прямые. На основании этого можно сделать вывод об асимметрии протекания мыслительных процессов при решении однопорядковых по сложности прямых и обратных арифметических задач.

### **Решение силлогистических задач утвердительных и отрицательных модусов.**

Силлогистические задачи утвердительных и отрицательных модусов, по нашему мнению, также относятся к числу заданий, при решении которых можно выявить

асимметрию мыслительных процессов. Они во многом схожи с прямыми и обратными арифметическими задачами (например, взаимоотрицательность, противоположность, сюжетность, наличие вопроса и т.д.), но имеют и ряд отличительных черт. Одной из них является «дискретность» посылок силлогизма, выражающаяся в сопоставлении *двух* суждений, соединяющихся средним термином, в отличие от непрерывного чередования действий в арифметических задачах. Второе - решение силлогизма требует выявления *качественных* связей и отношений, а в арифметических задачах выявляются *количественные* числовые связи и отношения. Эти различительные черты силлогизмов указывают на то, что они связаны с большим абстрагированием и требуют более сложной мыслительной деятельности, чем арифметические задачи. Поэтому иллюстрация асимметрии в осуществлении дедуктивных умозаключений, как одного из свойств мышления, также представляет большой интерес.

В работе [Нагдян, 2005б, с 92-97] подробно рассмотрены логические условия симметрии силлогизмов всех модусов I фигуры [Формальная логика, 1978]. Этот анализ, в частности, показал, что с точки зрения формальной логики, положительный модус **AAA** и отрицательный модус **EIO** тождественны сразу по нескольким признакам, хотя в то же время они различны. Это различие выражается в противоположности суждений в посылках и выводах: суждение (**A**) отличается от суждения (**E**) и (**O**) как по качеству, так и по количеству.

Но это различие модусов **AAA** и **EIO**, с точки зрения логики, не может означать различия их по сложности.

Однако, как показал обзор исследований по дедуктивно умозаключающему мышлению, при решении силлогизмов

с отрицательным и положительным выводами, их логическая, объективная симметрия уступает место явной психологической асимметрии, позволяющей делить силлогизмы на модусы «легкие» и «трудные» для решения [Вахрушев, 1955; Ерицян, 1962; Пилосян, 1980; Погосян, 1987; Erisman, 1970; Meyer, 1930; Ormian, 1926 и др.]. Обзор научно-литературных данных по этой теме проведен в нашей работе [Нагдян, 2005б].

Однако в этих исследованиях нет данных о степени достоверности *различия* между показателями среднего времени решения силлогизмов противоположных модусов, входящих в состав одной какой-либо фигуры. Поэтому для заполнения этого пробела нами была поставлена еще одна серия экспериментов на решение силлогистических задач (+) и (-) модусов. В эксперименте участвовало 15 студентов в возрасте от 17 до 22 лет; время решения фиксировалось электросекундомером. Статистическая обработка полученных данных [Нагдян, 2005, с. 97] показала, что достоверность различия между среднестатистическими величинами ошибок  $M_-$  и  $M_+$ , определяемая по критерию Фишера, составила  $F = 4,63$  ( $n=15$ ). Из табличных значений, соответствующих этому числу следует, что вероятность безошибочного прогноза различия между  $M_-$  и  $M_+$  (причем  $M_- > M_+$ )  $\beta > 0,95$ , уровень достоверности  $P < 0,05$ .

Таким образом, исходя из всех приведенных данных - литературных и нашего эксперимента - асимметрию протекания мыслительных процессов при решении (+) и (-) силлогизмов можно считать точно установленной.



### 3.3. Операциональная асимметрия взаимобратных мыслительных процессов - как свойство мышления

Из приведенного выше материала следует, что действия на сложение отрезков линий и чисел, решение прямых задач, оперирование утвердительными суждениями выполняются лучше и быстрее, чем противоположные им умственные задачи. Большая достоверность полученных данных и разнообразие анализируемых задач, относящихся как к уровню наглядного мышления, так и к уровню понятийного мышления позволяет выйти за рамки частных случаев и сделать определенные обобщения. Такой подход дает право рассмотреть проблему асимметрии протекания мыслительных процессов не на уровне формирования конкретных знаний и навыков, а на уровне общих свойств и особенностей процесса мышления, то есть позволит выявить более глубокие и инвариантные причины, определяющие зависимость эффективности решения задач от ее типа или вида действия.

Из полученных данных видно, что на всех уровнях мышления нарушено соответствие между логической и психологической сложностью объектов, а именно: *одинаковой логической (объективной) сложности* пары симметрично-противоположных объектов данной классификации соответствует *разная психологическая «сложность»* объектов, которая проявляется в том, что негативная форма оказывается психологически более трудной, чем позитивная. В этом и заключается сущность выявленного нами явления **операциональной асимметрии**, как свойства мышления.

Одной из основных причин формирования подобной асимметрии мышления является чувственно-предметная

деятельность человека, которая, по нашему мнению, всегда представляет собой решение позитивных задач. Процесс непосредственного взаимодействия человека с внешним миром - это путь от простого к сложному, от меньшего к большему, от одного конкретного к другому конкретному, это процесс непрерывных осознаваемых и не осознаваемых суммаций операций и действий, соответственным образом отражающихся в ощущениях, чувствах и мышлении человека. Эти особенности взаимодействия человека с предметным миром являются также одним из важных условий формирования мышления. Поэтому единство чувственно-наглядного и абстрактного, свойственное всякому мыслительному акту, при решении позитивных задач оказывается взаимодополнительным, непротиворечивым, что приводит к успешному их решению. Однако практика ставит человека перед необходимостью решать задачи и другого типа, аналогов которым нет в предметной деятельности, в непосредственных отношениях человека с действительностью. Это задачи научно-исследовательского характера, в которых необходимо выявление *причин*, приводящих к тому или иному результату. При этом, очень часто приходится идти обратным путем - от сложного к простому, от общего к частному, от абстрактного к конкретному. Поэтому в задаче, заданной в обратной, негативной форме, не представляемой в адекватных образах, единство чувственно-наглядного и абстрактного становится противоречивым. Это, с одной стороны, приводит к ошибкам, задержке времени их решения или понимания, а с другой - как следствие, рождает необходимость развития абстрактно-теоретического мышления.

Для уменьшения несоответствия между чувственной и абстрактной сторонами мышления при решении негативных задач, вероятно, необходимо абстрагирование от содер-

жания самой задачи. Эта мысль находит свое подтверждение, в частности, в работе А.М. Матюшкина и В.Г. Казанской, где задача классификации картинок по отсутствующему признаку (негативная форма) успешно решалась только тогда, когда картинки были заменены условными символическими обозначениями [Матюшкин, Казахская, 1972]. Такую же роль для успешного решения негативных задач могут играть рисунки, схемы и, в особенности, теоретические модели предполагаемых действий или объектов, о чем косвенным образом свидетельствуют исследования К.В. Восканяна (2002), который рассматривал значение прямого и обратного хода мысли для формирования теоретического мышления, но при их совместном применении. При таком подходе не сравнивалась успешность протекания прямого и обратного хода мысли в отдельности и не учитывалось специфическое влияние каждого из них на развитие мышления. Однако для нас важно то, что, согласно результатам исследований К.В. Восканяна, использование моделей и материализованных действий для решения прямых и обратных задач способствовало увеличению результативности их решения и развитию мышления подростка. С нашей точки зрения, такой эффект, в частности, можно объяснить созданием благоприятных условий для протекания обратного хода мысли, потому что, согласно нашим данным, именно обратные задачи оказываются более трудными, чем соответствующие им прямые задачи.

Как видно из вышесказанного, в негативных задачах заложено больше потенциальных возможностей, способствующих умственному развитию, чем в позитивных, что должно быть обязательно учтено в учебной деятельности (на некоторые подобные моменты указывают также Н.А. Менчинская и М.И. Моро). Это обусловлено тем, что стремле-

ние уравнивать асимметрию в успешности решения позитивных и негативных задач определенной логической сложности поднимает мышление обучающегося на более высокий уровень развития, благодаря чему становится возможным решение задач с более сложной объективной структурой. Преодоление асимметрии на новом уровне мышления повлечет за собой новый виток в его развитии.

Таким образом, асимметрия является не только характеристикой различия протекания мыслительных процессов при решении позитивных и негативных задач, но также указывает на направление, приводящее к развитию мышления. А именно - это путь специального обучения действиям с негативными задачами или объектами и, в частности, обучение решению обратных задач. Кроме того, необходимость овладения решением негативных задач обусловлена тем, что исследование многих научных проблем часто связано именно с обратными задачами, особенно в тех случаях, когда объекты исследования непосредственно не наблюдаемы. Так, например, академик В.А. Амбарцумян пишет: «Для меня истолкование астрономических явлений, прежде всего, связано с решениями обратных задач, в широком смысле этого слова. Решая обратную задачу, мы находим закономерности, которые присутствуют в изучаемых явлениях... Специфика астрономических исследований, условия, в которые мы поставлены при изучении процессов, протекающих в отдаленной Вселенной, таковы, что именно подход к проблемам истолкования наблюдения, как обратной задаче, оказывается плодотворным в наиболее трудных случаях, в поворотные моменты развития астрономии» [Амбарцумян, 1978, с.424]. Слова В.А. Амбарцумяна с равным успехом можно отнести ко всем наукам, и к психологии в особенности, потому что задачей науки является вскрытие зако-

номерностей процессов, которые не даны нам в непосредственных ощущениях и восприятиях, независимо от того, где находится объект исследования - в глубинах атома, в отношениях между людьми или в отдаленной Вселенной.

**Асимметрию мыслительных процессов необходимо учитывать:**

а) в учебной деятельности учащихся, где до сих пор не учитывается различие психологических механизмов решения учащимися прямых и обратных задач. Выявление этих механизмов и установление особенностей их принципиального различия позволяет утверждать, что специальная направленность учебного процесса на овладение учащимися способами решения обратных задач должна способствовать развитию мышления учащихся, в особенности, абстрактно-теоретического мышления, и активизации их познавательной деятельности;

б) в деятельности педагога или воспитателя при коррекции поведения детей и учащихся, которая, если учесть особенности понимания и усвоения отрицательных и утвердительных суждений, должна проводиться с использованием утвердительных высказываний.

2. Учитывая уникальную особенность симметрии и асимметрии бытия закономерностью природы, познания и психических познавательных процессов, можно считать целесообразным введение в школьную программу факультативного курса, знакомящего учащихся с принципами симметрии - асимметрии. Это позволит учащимся, во-первых, полнее осмыслить значение таких важных и необходимых для процесса обучения понятий, как тождество, равенство, подобие, пропорция, инвариантность, сохранение, относительность, и активнее использовать их вместе с классом противоположных им понятий в контексте диа-

лектического закона единства и борьбы противоположностей; во-вторых, позволит им обнаружить общие моменты, единство в разнородных явлениях природы, поможет создать целостную, упорядоченную картину мира и, в итоге, приведет к более глубокому пониманию сущности изучаемых ими предметов.

Таким образом, в своем исследовании мы попытались показать, что в психологии нужно и можно применять принципы симметрии, и, хотя данная работа не претендует на полное и всестороннее решение этого вопроса, необходимость его всестороннего изучения уже назрела. Так, рассматривая методологические принципы анализа психических явлений, Ю.М. Забродин указывает на то, что необходимо использовать «... новые принципы анализа, новые методы и новые законы сохранения» [Забродин, 1982; Забродин, Лебедев, 1977]. Для нас здесь важно обращение Ю.М. Забродина к законам сохранения, так как известно, что они являются самыми фундаментальными законами природы и поэтому должны быть открыты также в сфере психологических явлений. А для этого требуется, прежде всего, обнаружение симметрии психических явлений во всем многообразии их проявлений.

## **ГЛАВА 4. ПРОЕКТ КОНЦЕПЦИИ ОБУЧЕНИЯ, ОСНОВАННОЙ НА ПРИНЦИПЕ СИММЕТРИИ**

### **4.1. Философско-методологический аспект**

В предыдущей главе, на основе анализа развития представлений о симметрии и применения принципов симметрии в разных науках, искусстве и творческой деятельности человека, теоретически была показана возможность проявления принципов симметрии в психических явлениях и в содержании психологического знания. Затем эта возможность была доказана на примере организации эксперимента, основанного на соображениях симметрии, в результате чего было выявлено свойство мышления - операциональная асимметрия взаимобратных мыслительных процессов, подтвердившее идею о плодотворности применения этого принципа в психологии. Таким образом, еще раз, но уже на материале психологических фактов, подтверждается общенаучный характер принципов симметрии.

Учитывая, что применение принципов симметрии требует наличия соответствующего мировоззрения и формы (образа) мышления, в работе [Нагдян, 2005б] в общих чертах была показана возможность введения в школьную программу факультативного курса, знакомящего обучающихся с принципами симметрии и способствующего формированию у них соответствующего мировоззрения и образа мышления.

В данной части нашего исследования описывается концепция обучения, основанная на принципе симметрии: представлены обоснование концепции, программа нового учебного предмета - «симметрики» и методические указания для реализации этой программы. Актуальность предлагаемого проекта заключается в следующем.

Задача приведения системы образования в соответствие с коренными изменениями в науке, обществе и духовной сфере человека предполагает не только очередное усовершенствование содержания и методик преподавания, но и введение новых принципов обучения, взамен ныне действующих в организации учебного процесса. Необходимость пересмотра структуры и содержания современной системы образования обусловлена лавинообразным увеличением научного знания, являющегося детерминантой содержания образования. Процесс дифференциации науки, сопровождающийся, одновременно, процессом ее интеграции путем образования междисциплинарных связей, в конечном итоге, приводит к фрагментарности познания, развитию «компетентностного» подхода к образованию [Зеер, 2005], [Зеер, Сыманюк, 2005] и, в результате, к потере целостного восприятия действительности.

Для определения принципов обучения, соответствующих решению указанных проблем, необходима новая постановка цели обучения, обеспечивающая возможность восприятия и построения целостной картины мира. Прежние цели, суть которых сводится, просто, к передаче определенной совокупности знаний и формированию соответствующих навыков и умений, способствующих усвоению научных знаний полувековой давности, уже не отвечают требованиям и духу настоящего времени. Поэтому, естественно, делается много попыток для создания новых экс-



периментальных программ обучения. Большинство этих программ направлено на формирование личности с творческим критическим мышлением и включает в себя применение современных интерактивных методов обучения, использование междисциплинарных связей и отношений, охватывая широкий круг тем и проблем.

Несмотря на существование множества типов школ [Рубцов и соавторы, 1994] и еще большего количества программ развивающего обучения, ни одна из них не создавалась с учетом современного состояния науки, и вся тяжесть этой «коррекции» возлагалась на вузовское и послевузовское образование.

Между тем, в самой науке происходят процессы формирования новых средств познания и, более того, новых форм мышления, соответствующих уровню развития науки, что и необходимо учитывать в школе при создании программ формирования творческого мышления. И это действительно так, потому что творческое мышление не может быть само по себе, а наука - сама по себе. И Аристотель, и Декарт, и Эйнштейн, без сомнения, были творчески активными личностями, обладающими в высшей степени развитым творческим мышлением. Но их мышление отличалось друг от друга содержанием и средствами познания, соответствующими уровню развития науки их эпохи. Поэтому как бы мы ни старались развить творческое мышление, опираясь *только* на психологические и педагогические теории и методы, мы не добьемся правильного решения этого вопроса, если не станем учитывать особенности развития и состояние современной науки в целом. Только при учете особенностей состояния современной науки, преломленных через призму психолого-педагогических средств обучения, возможно эффективное и правильное решение вопроса фор-

мирования творческого и критического мышления. Так, в частности, в современной философско-методологической литературе считается признанным мнение, что в условиях научно-технического прогресса, породившего мощные интеграционные процессы в науке, идет и становление особой - общенаучной - формы мышления [Готт, 1988]. Общенаучные понятия (такие как: система, структура, симметрия и т.д.) образуют специфически-интегративный, по характеру общности, уровень отражения действительности и приводят к возникновению общенаучных форм и средств познания «как одной из важных гносеологических инноваций современного познания» [Ойзерман, 1980]. Результаты подобных обобщений могут служить основой для создания программ развивающего обучения, соответствующего современному уровню развития науки. Поэтому, соглашаясь в целом с идеей альтернативности в обучении, тем не менее, считаем реализацию этих программ преждевременной, до тех пор пока не будет создана методология обучения, основной целью которой должно быть определение особенностей мировоззрения обучающегося, соответствующего современной научной картине мира и ценностным идеалам научной рациональности общества, дающего ответ на вопросы ЧЕМУ, СКОЛЬКО и КАК обучать в школе.

Не претендуя на попытку создания современной методологии системы образования, мы предлагаем систему обучения в начальной и средней школе, направленную на улучшение качества образования со всеми вытекающими отсюда последствиями.

Целью предлагаемой системы обучения является воспитание и формирование у школьников мировоззрения, отражающего действие в природе и обществе, в искусстве, в деятельности человека (и познании, в том числе) и его цен-

ностных ориентациях общих фундаментальных принципов и закономерностей; мировоззрения, сочетающегося с глубоким чувством понимания единства мира, дающего возможность найти свое место в нем, указывающего на пути и средства достижения своих целей.

Из программ обучения, применяемых в конце прошлого века в средней школе, нашим представлениям о формировании целостной картины мира, «глобального мышления» и развития творческих способностей наиболее соответствовала программа Н.Б. Шумаковой (1994), разработанная на основе принципов, сформулированных в 1982 году в Университете Южной Калифорнии (США).

Содержание этих принципов сводится к следующему [Шумакова, 1994]:

1. Глобальный характер тем и проблем для изучения.
2. Междисциплинарность содержания.
3. Интеграция тем и проблем.
4. Высокая насыщенность содержания обучения.
5. Открытый характер проблем и вопросов для изучения.
6. Активные методы обучения.
7. Направленность на развитие творческого, критического, практического и логического мышления, способного к решению проблем.
8. Совместное решение проблем и исследовательских задач.
9. Самостоятельность учения.
10. Обеспечение условий для личного роста.

Обучение проводилось по отдельным темам: «Изменение», «Влияние», «Порядок», «Преимственность» и т.д., каждая из которых была рассчитана на год обучения. Обучение начиналось с первого класса и проводилось с детьми

несколько опережающими по умственному развитию своих сверстников, то есть с одаренными детьми.

Одним из важных критериев выбора этих тем, вероятно, является их всеобщий характер, позволяющий (каждый год) фиксировать, с определенной точки зрения, сходные и общие предметы (признаки, свойства) в разнородных явлениях природы, общества и человека. Естественно, что с таким же успехом можно было использовать и другие философские понятия и категории - движение, взаимодействие, причина и т.д. Это означает, что выбранные темы в программе Н.Б. Шумаковой не были связаны между собой своей внутренней логикой (что может служить примером фрагментарного мышления). Кроме того, для полноты описания мира эти базовые (ключевые) понятия необходимо было дополнить противоположными понятиями - сохранение, отсутствие влияния, беспорядок и т.д., показав, одновременно, их единство. Однако в методическом пособии Н.Б. Шумаковой (1994), посвященном теме «Изменение», момент единства изменения и сохранения явно упущен. Поэтому представление такого ученика о мире, вероятно, будет подчинено однобокому философскому обобщению - «всё течёт, всё меняется».

В программе развивающего обучения Н.Б. Шумаковой тема, рассчитанная на год обучения, выполняет следующие функции:

- Соответствующим образом ограничивает круг вопросов и проблем;
- Формирует движение мысли ребенка в определенном направлении;
- Является основанием для образования междисциплинарных связей.

По нашему мнению, выбранные в качестве тем поня-

тия, кроме того, должны обладать функциями объяснения и предсказания. Но, к примеру, взятое в качестве первой темы обучения, понятие «изменение», являясь очень широким понятием, не обладает такими качествами. Определяя характер философских категорий, В.С. Тюхтин пишет: «Что касается всеобщих философских категорий (движение, пространство, время, взаимодействие, причинность и др.), то они отражают не структуры, а всеобщие типы связей и отношений, которые входят в разнообразные структуры вещей. Если бы отдельные философские категории отображали структуры вещей, то они могли бы выполнить теоретические функции расчета, предсказания, моделирования явлений...» [Тюхтин, 1988, с. 59]. Следовательно, взятые в качестве тем развивающего обучения понятия должны отображать не только всеобщие типы связей, но и особенности структуры вещей, чего, на наш взгляд, и были лишены ключевые понятия тем обучения в проекте Н.Б. Шумаковой.

Точно также можно охарактеризовать остальные вышеприведенные понятия, которые легли в основу тем анализируемой программы. Таким образом, выбранные понятия, являясь всеобщими по объёму и универсальными по содержанию, обуславливают определенный философский подход к построению картины мира, но, в то же время, они не обладают функциями научно-теоретического анализа, что и ограничивает возможности такой программы обучения формировать более глубокую *научную* (прогнозируемую) картину мира. Другими словами, в данной программе обучения имеется разрыв между онтологическим и гносеологическим аспектами познания. Название темы курса обучения - ключевое понятие, содержанием которого охватывается природа, общество, человек и результаты его творческой деятельности - обуславливают лишь онтологический аспект

познания. А логико-гносеологический аспект познавательной деятельности учащегося формируется через специальные методические приёмы, для которых ключевое понятие выступает уже в качестве материала, а не средства анализа. Так, например, в обучающем курсе по теме «Изменение» детям часто предлагается задача классификации. В этом случае выявление закономерности осуществляется соответственно понятию «классификация», а предметно-содержательным материалом служит набор рисунков или фигурок, в которых зафиксировано понятие «изменение».

Из сказанного следует, что выбор понятия, базового или ключевого, для всего процесса обучения должен удовлетворять трем критериям:

1. Достаточности.
2. Полноты.
3. Универсальности.

*Первый критерий* означает, что понятие, претендуя на роль общенаучного, по своему объёму должно быть шире категорий частных наук, но уже общефилософских.

*Второй критерий* указывает на необходимость дополнения понятия своей противоположностью, подчиняясь закону «единства и борьбы противоположностей».

Согласно *третьему критерию*, понятие должно органично сочетать в себе предметно-содержательную и теоретико-познавательную возможности отражения объективной и субъективной реальности.

Нарушение *критерия достаточности* приведет либо к невозможности образования междисциплинарных отношений, либо к тривиальным обобщениям типа – «изменение происходит всегда и везде».

Нарушение *критерия полноты* приведет к формированию недиалектического, однобокого, мировоззрения.

А нарушение условий *критерия универсальности* приводит к тенденциям понимания мира либо с онтологической, либо с гносеологической точки зрения.

К понятиям, удовлетворяющим требованиям достаточности, полноты и универсальности, относится понятие «симметрия», естественным образом дополняемое своей противоположностью - понятием «асимметрия».

По Ю.А. Урманцеву, симметрия определяется как «категория, обозначающая признаки «П» объекта «О» вместе с такими изменениями «И», при осуществлении которых объект «О» по признакам «П» остается тождественным самому себе» [Урманцев, 1974, с. 195], а асимметрия, как противоположность симметрии, - «это - категория, обозначающая несохранение признаков «П» объекта «О» относительно изменений «И» (там же).

Сущность симметрии в единстве изменения и сохранения. Определяя симметрию, необходимо указывать на объект симметрии, на вид изменений (преобразований) и инварианты этих изменений, то есть сохраняющиеся отношения, признаки и свойства объекта симметрии. Причем все три компонента, определяющие симметрию, могут быть как материальными, так и идеальными.

В многочисленных исследованиях, посвященных принципу симметрии, было показано, что симметрия (и асимметрия) является одновременно закономерностью природы и закономерностью познания, с такой широтой охвата явлений, что позволило определить симметрию (и асимметрию) как философскую категорию.

Чтобы оценить степень эффективности применения понятий симметрии и асимметрии в качестве базовых ключевых понятий, которые станут стержнем процесса обучения (и не только одного года, а в течение всех лет обучения в

средней школе), рассмотрим наиболее важные проявления свойств симметрии и асимметрии. Наличие огромного количества научной литературы, частично предсказанное нами в первых главах книги, избавляет нас от необходимости описать здесь то великое многообразие проявлений симметрии и асимметрии, которое существует в природе, познании и в результатах творческой деятельности человека. Укажем на эти проявления лишь в самом общем виде:

*В неживой природе* свойства симметрии и асимметрии обнаружены в элементарных частицах; в строении атомов и молекул; во внешней форме и внутреннем строении кристаллов; в форме планет и строении планетных систем; в электромагнитном и других полях; в физических взаимодействиях.

*В живой природе* симметрия и асимметрия проявляются в органических и биологических молекулах; в протоплазме клеток; в растительном и животном мире; в физиологии высшей нервной деятельности и в психофизиологических процессах.

Разнообразны проявления симметрии и асимметрии также в творческой деятельности человека: в технике, архитектуре, в живописи, литературе, поэзии, в музыке. А, начиная с исследований Л. Пастера (1960) и П. Кюри (1966), симметрия и нарушения симметрии (диссимметрия) начали рассматриваться не только как свойства явлений, но и как причины, порождающие явления. Глубокий анализ онтологического содержания диссимметрии, как условия трансформации, представлен в работе [Голубева, 2014]. Дальнейшее расширение представлений о симметрии и асимметрии, исследование свойств самой симметрии и, в особенности, выявление ее групповых свойств (в математическом смысле) привели к формированию нового подхода при рас-



смотрении явлений природы, нового средства и метода познания - принципа симметрии, с большой эффективностью применяемого в естественных, точных и гуманитарных науках: в физике, геометрии, алгебре, кристаллографии, химии, биологии, а также в искусстве, о чем уже говорилось выше.

Интенсивное изучение проявлений особенностей симметрии и асимметрии как средства познания, позволило вскрыть их тесную связь со многими философскими категориями - закона, изменения, развития, взаимодействия, системы и др. И, что особенно важно, с принципами диалектики - единства и борьбы противоположностей, отрицания отрицания, перехода количества в качество, что позволило выявить философское значение понятий симметрии и асимметрии. Этот вывод находит свое подтверждение, в частности, в исследованиях Ю.А. Урманцева, показавшего, что симметрия (равно как и асимметрия) являются атрибутами любой системы, как одно из необходимых следствий системной организации материи. Кроме того, основываясь именно на принципе симметрии и используя в качестве основополагающих понятия симметрии и асимметрии, изоморфизма и полиморфизма, взаимодействия и невзаимодействия, Ю.А. Урманцеву удалось создать универсальную общую теорию систем, эффективно описывающую материальные и идеальные, эволюционные и неэволюционные системы [Урманцев, 1988а; 1988б].

Необходимо указать также на эвристическое значение принципа симметрии, неоднократно подчеркиваемое всеми без исключения исследователями симметрии. Как показали многочисленные исследования, соображения симметрии позволяют предсказывать и выявлять новые явления и их свойства, наподобие предсказаний Д.И. Менделеева о су-

ществовании новых химических элементов и их свойств после открытия им периодического закона [Готт, 1988].

Таким образом, мы попытались с философских позиций рассмотреть возможность и необходимость применения понятий симметрии и асимметрии в качестве базовых, ключевых понятий, определяющих стратегию, структуру и содержание процесса обучения. Однако необходимо констатировать, что учитывание этого великого, по словам Марии Кюри, принципа, для соответствующего изменения структуры и содержания современной системы образования, происходит очень медленно. Можно отметить лишь следующие, известные нам, работы. В 1995 г. защищается диссертация Ливанова С.В. «Методические возможности использования принципа симметрии в школьном курсе физики» [Ливанов, 1995]. Другая работа касается возможности использования принципа симметрии в качестве одного из методологических оснований образования [Дубицкая, 2001], в которой автор обосновывает значимость и эффективность методологических принципов симметрии, соответствия и суперпозиции как средства обобщения знаний учащихся в процессе обучения физике.

Более фундаментальная и глобальная попытка внедрения принципа симметрии в систему содержания образования была предпринята небольшим коллективом исследователей из Екатеринбурга – В.Л. Гапонцевым, В.А. Федоровым и М.Г. Гапонцевой [Гапонцев, Федоров, Гапонцева, 2019; 2010], [Гапонцева, Федоров, Гапонцев, 2010] [Гапонцев, Гапонцева, 2015], [Гапонцев, 2015] и др. Обобщая свои исследования по включению принципа симметрии в структуру и содержание образования, авторы приходят к выводу: «На первом этапе изложение должно строиться на основе эмоционального восприятия примеров различных форм

симметрии, взятых из области живописи, орнаментов на предметах, найденных при проведении археологических и этнографических экспедиций, анализа ритмов, встречающихся в музыке и поэзии. Такого рода курс или набор кратких курсов целесообразно приурочить к периоду обучения с 1-го по 8-й класс средней общеобразовательной школы.

На втором этапе, в старших классах школы и на первых курсах университетов, акцент должен ставиться на анализе роли форм симметрии в ходе исторического развития различных дисциплин, относящихся как к точным, так и гуманитарным наукам.

На третьем, завершающем этапе основное внимание следует уделить курсу, целью которого должна быть иллюстрация реализации идей Эрлангенской программы Клейна в математических и естественно-научных дисциплинах. Уровень изложения может варьироваться от популярного до строгого математического, в зависимости от специализации обучающихся. Преподаватель курса должен показать существование иерархии групп симметрии, специфичных для различных разделов научного знания, на основе демонстрации связи между наборами инвариантов, характерных для изучаемых разделов научного знания. Пример фрагмента, иллюстрирующего возможность такого подхода, приведен выше, и, конечно, он может быть развит для более глубокого и широкого охвата научных дисциплин. Но в силу того, что Эрлангенская программа в полном объеме может быть реализована только для некоторых разделов точных наук и далека от завершения для большей части науки в целом, на данный момент времени от рассматриваемого курса нельзя требовать точного определения групп симметрии для всех разделов науки» [Гапонцев, Федоров, Гапонцева, 2019, с. 26-27]. Результаты, к которым пришли авторы, являются

прямым следствием использования трех методологических установок, положенных в основание их теоретического исследования. К ним относятся, во-первых, идеология Эрлангенской программы Ф. Клейна [Клейн, 1966; Визгин, 1975], согласно которой любая область научного знания должна строиться на основе определенной группы симметрии, во-вторых, это идеи Е. Вигнера об иерархической структуре научного знания, состоящая из единства явлений, законов природы и принципов инвариантности (симметрии) [Вигнер, 1971], и, в-третьих, это обобщенное представление Г. Вейля о природе симметрии [Вейль, 1968]. А сама теория содержания образования авторами указанного выше проекта строилась с учетом принципов методологического подхода академика РАО В.С. Леднева к изучению структуры содержания образования.

Положительно оценивая проведенные вышеуказанными авторами исследования и их методологическую значимость, тем не мене, ниже приведем наши альтернативные представления об этапах, структуре и содержании обучения, основанного на принципе симметрии.

## **4.2. Структурно-функциональный аспект**

Система обучения, основанная на использовании понятия и принципов симметрии, должна отражать в своей структуре и закономерностях развития особенности проявления самой симметрии. Исторический анализ развития представлений о симметрии позволил выделить три аспекта симметрии:

1. Симметрия как закономерность природы;
2. Симметрия как объект исследования;
3. Симметрия как принцип познания.

Первый аспект является обобщением фактов, полученных при изучении симметрии явлений природы, во всем многообразии их проявлений. Изучение накопленных на протяжении многих веков многочисленных фактов проявления форм симметрии на разных уровнях развития материи привел исследователей к необходимости абстрагирования - отделения свойств симметрии от ее предметного содержания и изучения ее закономерностей. В свою очередь, выявление закономерностей симметрии, создали необычайно эффективную возможность для изучения природы с точки зрения симметрии и формирования принципа симметрии, как принципа познания. То есть эти, логически выделенные аспекты, образуя структуру развития представлений о симметрии, оказываются функционально взаимосвязанными, обуславливающими переход с одного уровня познания на другой.

Выделенные три аспекта понимания симметрии, по существу, могут служить основой для определения соответственно трех ступеней обучения. На первой ступени обучения ставится задача дать представление о симметрии, о разнообразии ее видов и многообразии ее проявлений в каждом из видов. Решение этой задачи продолжается на второй ступени обучения, однако на этом этапе, параллельно с первой задачей, ставится и другая - изучение свойств самой симметрии, переход от обыденного понимания симметрии к ее научному определению, что приводит к расширению представлений о симметрии и выявлению ее неклассических форм. На третьей ступени обучения происходит переход от понимания симметрии, как свойства вещей, отношений, процессов, к осознанию симметрии в качестве средства анализа. Вбирая в себя задачи и результаты обучения предшествующих ступеней, на этом этапе, кроме того,

происходит также установление тесной внутренней связи с многими другими понятиями из разных областей знания, чем достигается осмысленность и системность образования междисциплинарных отношений.

Логическим продолжением процесса изучения природы с точки зрения симметрии является создание общей теории систем, в которой соображения симметрии и асимметрии занимают одно из главных мест [Урманцев, 1988а; 1988б]. Фундаментальный характер этой теории систем (в отличие от других) состоит в том, что выведенному в ее рамках закону системности подчиняется любой объект как объективной, так и субъективной реальности. И этот же закон «позволяет установить необычайное и вместе с тем глубокое единство между объектами внешне мало сходными друг с другом: тувинскими танцами, эвклидовой геометрией, игрой в футбол, взаимодействием, устойчивостью кукурузы к засухе, матрешками, фотосинтезом, квантовой физикой, способом производства» [Урманцев, 1988а, с. 4].

Метод анализа, разработанный в общей теории систем Ю.А. Урманцева, позволяет, по крайней мере, следующее [там же, стр.122-126]:

1. Представить изучаемый объект как объект-систему.
2. Получить систему объектов одного и того же рода.
3. Исследовать особенности самой системы объектов данного рода.
4. Обнаружить в системе объектов данного рода полиморфизм и изоморфизм, симметрию и диссимметрию, отношения противоречия и непротиворечия, все или некоторые формы сохранения, изменения, развития.
5. Делать новые обобщения.
6. Делать предсказания и открытия посредством как традиционных, так и системных методов.

7. Устанавливать сходства между системами разных родов.
8. Решать научные задачи.
9. Обнаружить и исправлять ошибки.
10. Объяснять явления.
11. Ставить новые вопросы: региональные, общенаучные, философские.
12. Усиливать математизацию, диалектизацию и системологизацию.
13. Достигать большего, чем раньше, успеха в преподавании тех или иных дисциплин за счет привлечения дополнительных системных методов обучения.

Таким образом, предлагаемая система обучения, должна быть дополнена четвертой ступенью, являющейся естественным продолжением трех предшествующих. Задачей четвертой ступени обучения является изучение основ общей теории систем, о которой шла речь выше. На четвертой ступени обучения происходит обобщение всех знаний, последовательно накапливаемых на каждом этапе, и формирование качественно нового знания как в виде фундаментальных принципов системного анализа и синтеза явлений действительности, так и в виде принципиально нового видения и понимания единства природы.

### **4.3. Психолого-педагогический аспект**

На 1-й ступени в качестве содержания обучения выступают данные, проявляющиеся в наглядно-чувственном восприятии и представлениях, а также объекты симметрии и характеризующие эти объекты признаки, свойства и отношения симметрии.

Количественное и качественное многообразие объектов симметрии и соответствующих им видов симметрии дает возможность формирования множества способов действий над ними. К ним относятся:

- Многообразие классификаций объектов симметрии, видов симметрии, видов симметрии по отношению к объектам данного рода или класса;
- Установление связи понятия симметрии с другими понятиями;
- Композиции симметричных объектов: создание новых форм, усвоение элементов композиции - включение/исключение, объединение/разъединение, увеличение порядка симметрии/уменьшение порядка симметрии;
- Установление и усвоение понятий, а также отношений симметрии противоположностей: симметрия-асимметрия, тождество-различие, равенство-неравенство, сохранение-изменение и т.д. Причем усвоению этих способов действий способствует сама сущность симметрии используемых на этой ступени обучения объектов, предоставляя возможность применения всех средств наглядного обучения - предметных, символических, словесных, естественных, искусственных, и их сочетаний, которые не только предъявляются учителем, но также могут быть изготовлены руками самих учеников.

На 1-й ступени обучения необходимо получение следующих результатов:

- Формирование представлений о совокупности свойств и отношений, определяющих симметрию и асимметрию наглядно воспринимаемых многообразных объектов действительности.



- Формирование представлений о многообразии объектов симметрии, относящихся к разным уровням неживой и живой природы, к обществу и результатам деятельности человека.
- Формирование представлений о структурированной, по признакам симметрии противоположностей - симметрия и асимметрия, тождество и различие, левое и правое и т.д. - объективной и субъективной реальности.

Как видно, на 1-й ступени обучения формируются своеобразные способы мышления, отражающие особенности действий с симметричными объектами:

- сравнения, как установление отношений «тождество-различие»,
- противопоставления, как установление отношений «симметрии противоположностей»,
- классификации, как установление одной из разновидностей отношений «изменение-сохранение».

Легко понять также, что эти способы мышления, кроме свойственных им познавательных функций, направлены на «поиск» свойств симметрии и асимметрии в объектах и явлениях окружающей действительности. Поэтому обучение на 1-й ступени должно привести к формированию упорядоченного представления о природе вещей и «кристаллизации» первоначального представления о мире, в котором зарождаются начала диалектического мышления и идея о единстве мира.

Многообразие форм симметрии разнородных объектов, изучаемых на 1-й ступени, делает возможным на **второй ступени** обучения абстрагирование свойств симметрии от конкретного предметного содержания объекта симметрии и изучение ее закономерностей.

Объектами изучения становятся преобразования симметрии (операции симметрии), элементы симметрии - абстрактные понятия и образы, относительно которых производятся операции симметрии (точки, линии, плоскости, знаки и т.д.), - и сохраняющиеся после преобразований признаки (инварианты) объекта симметрии. Как видно, композиции симметрии, производимые на 1-й ступени обучения, на 2-й ступени претерпевают существенные изменения. Механическое создание новых форм симметрии превращается в поиск функциональных преобразований, приводящих к обнаружению симметрий и соответствующих им асимметрий, а также к открытию новых видов симметрий. А это приводит к выявлению объектов симметрии действительности, описываемых этими новыми видами симметрий, уже не таких наглядных, как раньше, постепенно теряющих свое наглядно-геометрическое содержание.

Формирование системы понятий, описывающих закономерности преобразований симметрий и ее свойства, позволяет дать научное определение симметрии и перевести наглядно-образное восприятие мира на уровень теоретико-понятийного мышления, отражающего особенности «языка» симметрии. То есть, формируется способ мышления, необходимый для решения задач по исследованию видов симметрий (классических и неклассических) и их носителей - объектов симметрии, который будет трансформироваться в средство познания, определяя угол зрения на природу вещей и специфические формы анализа-синтеза.

Изучение операций симметрии (вращение, отражение, перемена знака и т.д.) логически приводит к обнаружению полной совокупности преобразований, превращающих объект симметрии в самого себя. Следующим логически целесообразным шагом является представление полной

совокупности преобразований симметрии конкретного объекта в виде математической группы, которой уже нетрудно овладеть, имея богатый арсенал соответствующих методических и дидактических средств. Следовательно, на этом этапе обучения симметрия представляется уже не только как образ (наглядный или абстрактный), но и как **задача**, превращаясь из объекта восприятия в объект мышления.

На второй ступени обучения продолжается установление связей симметрии с другими понятиями, в частности, такими, как изоморфизм, полиморфизм, инвариантность, и расширение, таким образом, круга представлений о проявлениях симметрии и ее метаморфозах. Формируемые таким образом умения, как способы умственных действий, окажутся абсолютно необходимыми на третьей и четвертой ступенях обучения для развития представлений о принципе симметрии и системном подходе. Кроме того, продолжается установление и усвоение уже существующих отношений между дихотомическими понятиями, обладающими свойствами симметрии противоположностей (изоморфизм-полиморфизм и т.д.). Формируется более глубокое понимание их единства, постепенно разрушается представление об абсолютном значении каждого члена пары, раскрывая в каждом конкретном объекте его относительный характер, зависящий от точки зрения исследователя и/или от вида применяемых преобразований. Естественно, что осознание относительной сущности явлений требует совершения действий перемены точки зрения, вплоть до противоположного и, следовательно, формирования такого психического качества, как гибкость мышления, являющегося одним из основных компонентов творческого мышления.

Результатами на второй ступени обучения выступают:

- усвоение системы понятий, отражающих природу симметрии, ее закономерности и свойства;
- овладение способами символического выражения симметрии и применение их для описания симметрии объектов природы и объектов, созданных в разных сферах деятельности человека;
- формирование представлений о многообразии отношений, определяющих неклассические виды симметрии, выход за рамки классических представлений;
- осознание относительности симметрии и асимметрии и других противоположностей.

Помимо указанных результатов, на второй ступени продолжается углубление и конкретизация тех, что были получены на первой ступени обучения. Происходит «подтягивание» вверх на новый уровень описания и осмысления всего того, что было ранее изучено.

Именно на второй ступени обучения, после усвоения способов оперирования с симметричными объектами (материальными и идеальными), происходит полное осознание сущности симметрии как единства изменения - в виде всевозможных движений и преобразований - и сохранения. Это может иметь два важных последствия. Во-первых, возможности создания новых видов симметрий; во-вторых, распространение понятия симметрии на любого рода объекты, где выполняются условия сохранения после соответствующих изменений. Таким образом, симметрия из способа описания превращается в средство и принцип познания, чему в значительной мере способствуют также формирование «языка» симметрии и развитие «симметричного» мышления. Единство мира представляется в новом свете: не только в виде гармонических или дисгармонических форм, про-

порций и отношений в явлениях природы на всех уровнях организации материи, но и как **возможность их описания на одном и том же языке - языке преобразований симметрии и асимметрии.**

Если коротко охарактеризовать содержание обучения на первых двух ступенях, то можно сказать, что на первой ступени фиксировались различные виды симметрии и асимметрии в явлениях и объектах природы и в результатах творческой деятельности человека, а на второй ступени изучались закономерности самой симметрии, выраженные в семантико-символической форме и с помощью аппарата математической теории групп.

На **третьей ступени** обучения дается ответ на вопрос, раскрывающий смысл всего процесса обучения: «Почему и для чего изучались симметрия природы и закономерности самой симметрии?».

Что может дать изучение симметрии природы и закономерностей симметрии? Очень существенно обратить внимание учащихся на физические, биологические и др. *свойства* объектов симметрии, что до этих пор не практиковалось ни коем образом. В объектах симметрии выделялись лишь пространственные, структурные, временные или динамические характеристики, воплощенные в геометрические - симметричные или асимметричные образы.

На этом этапе обучения осуществляется выход за рамки геометрической симметрии целостных, пространственных объектов посредством распространения идеи симметрии на физические, биологические и другие свойства явлений природы. Например, из работ П. Кюри по симметрии вытекает, что такие физические явления (свойства) как температура, электрическое поле, электрический ток, магнитное поле, механическое сжатие и т.д. сами обладают определенными

свойствами симметрии. И весь предыдущий опыт нужен для того, чтобы получить возможность переноса понятия симметрии и асимметрии на объекты (явления, свойства), не обладающие пространственной формой. Психологическая особенность восприятия этих видов симметрии заключается в том, что в этих случаях невозможно ограничиться непосредственно чувственным или наглядно-созерцательным уровнем восприятия, так как чаще всего в этих случаях симметрия раскрывается в динамике и во взаимодействиях. Это совершенно новый уровень восприятия, требующий активной работы воображения и мышления, вместе с привлечением необходимых знаний. Отход от обычного геометрического представления, кроме того, подчеркивается тем, что симметрия или ее нарушения рассматриваются не только как образ, но и как фактор, влияющий на причинно-следственные отношения. Так, в частности, доказано, что физические свойства кристалла зависят от вида его симметрии. Поэтому, зная симметрию кристалла, которая определяет его форму, можно предсказать и характер проявления его конкретных свойств (оптических, упругих, термических, электрических и т.д.). В этом случае симметрия уже выступает как метод исследования, обладающий эвристическими возможностями.

Дальнейшее углубление в этом направлении требует всестороннего изучения принципа Кюри. На этом пути рассматривается не симметрия отдельного явления или совокупности отдельно взятых явлений, а симметрия взаимодействующих явлений, в частности, какого-то явления и внешнего воздействия. Или, точнее, рассматривается изменение симметрии явления, которое произошло в результате взаимодействия с другими явлениями или внешним воздействием. Здесь понадобятся навыки, касающиеся композиций симметрии, приобретенные на первой ступени об-

учения. Следствием применения принципа Кюри на уровне физических и биологических явлений будет осознание, в процессе обучения, фундаментальной закономерности, заключающейся в том, что, если в результате взаимодействия порядок (степень) симметрии уменьшается, то это приводит к появлению нового свойства или явления. Теоретически рассчитав возможность появления определенных элементов диссимметрии, можно предсказать появление столь же определенного свойства. Так, например, нарушив определенным образом симметрию кристалла, сжав его в определенном направлении, можно вызвать на его поверхности появление электрических зарядов. Это явление называется пьезоэффектом и используется, в частности, для усиления звука электрогитар. Формула Кюри: «Диссимметрия творит явление» - оправдывает себя на всех уровнях организации материи. Но чтобы узнать, какую диссимметрию получим, предварительно надо знать, какую симметрию имели. Поэтому симметрию необходимо рассматривать вместе со своим антиподом - диссимметрией.

На этом этапе обучения происходит превращение пассивного запаса знаний, приобретенных на первых двух ступенях обучения, в активное. На примере неразрывного единства симметрии и асимметрии (диссимметрии) глубже осознается необходимость рассмотрения явлений природы с точки зрения единства противоположностей. Формируется представление о значении понятий симметрии и асимметрии, как средства для более глубокого понимания внутренней диалектики процессов движения, развития, порождения нового.

Понимание связей между разными сторонами одного и того же явления, между разными явлениями и формирование целостной картины постоянно изменяющегося мира

невозможно без умения выделять закономерные связи, отношения, изменения, то есть без осмысления и всестороннего анализа категории закона. Нет необходимости доказывать, что знание об особенностях и свойствах закона может способствовать эффективному изучению всех школьных предметов. Нет также необходимости доказывать, что ни в одном из школьных предметов нет отдельного раздела, посвященного анализу категории закона. Объективной причиной этого, вероятно, было отсутствие соответствующего подхода и соответствующих понятий, способных служить средством адекватного анализа категории закона.

Провести подобный анализ наиболее эффективно можно с помощью понятий симметрии и асимметрии, и весь предыдущий опыт обучения учащихся на первой, второй и третьей ступенях подводит их именно к этому. Симметрия и асимметрия играют важную роль в раскрытии наиболее существенных сторон законов, общих для явлений мира. Эта гармоничная созвучность и адекватность является следствием того, что существует ряд характеристик и признаков, общих для симметрии (асимметрии) и законов явлений природы. К их числу относятся:

- А) порядок (регулярность), выражающийся в определенном расположении, пространственном и/или временном чередовании явлений;
- Б) однородность, проявляющаяся в одинаковости отношений и структур, существующих в различных явлениях;
- В) идентичность (тождественность), существующая в различном и противоположном;
- Г) инвариантность, определяющая границы применимости законов по отношению к определенной совокупности изменений, которыми описываются явления.



Все перечисленные признаки законов относятся и к симметрии, однако, следует иметь в виду, что законы явлений мира в своем содержании, в своих связях друг с другом и с условиями своего действия также обладают теми или иными формами асимметрии. Поэтому, изучение особенностей законов в рамках данной концепции является логическим продолжением процесса обучения.

#### **4.4. Описание нового учебного предмета «Симметрика»**

«Симметрика» является составной частью экспериментальной программы обучения, содержание которой было выше изложено. Данная программа предусматривает создание четырехступенчатой системы обучения, охватывающей детей в возрасте от 7 до 17 лет, что совпадает со временем обучения с 1-го по 10-ый классы.

В настоящей работе обсуждается лишь первая ступень обучения, программа которой приведена в следующем разделе.

Экспериментальный курс обучения «Симметрика» представляет собой синтетическую дисциплину (учебный предмет), впервые в практике школьного обучения дающую возможность охватить все многообразие объективной и субъективной реальности с единых позиций - с точки зрения единства симметрии и асимметрии. Одной из главных целей обучения по данной программе является формирование способностей и умений пользоваться наиболее эффективным и современным (отвечающим уровню развития современной науки) средством познания - принципом симметрии, адекватным для изучения явлений неживой и живой природы, а также общества, применяемым в естественных, точных, гуманитарных науках и в искус-

стве. Другой, не менее важной, конечной целью обучения является формирование мировоззрения, отражающего современную научную картину мира во всей ее диалектической сложности, а также формирование способности видеть и выделять глобальные проблемы и находить оптимальные пути их решения.

Основными целями первой ступени обучения симметрии являются:

- сообщение ученикам сведений о пространственной, временной, геометрической и динамической симметрии, проявляющейся в объектах и явлениях живой и неживой природы, общества, в окружающих человека предметах, в результатах творческой деятельности человека;
- обогащение знаний учащихся сведениями о явлениях неживой природы, о мире растений и животных, об архитектуре, живописи, музыке и других видах искусства, существующих на Западе и Востоке;
- раскрытие связей между понятиями симметрия и устойчивость, равновесие, равенство, тождество, изоморфизм, порядок, однородность;
- формирование представления о противоположности симметрии-асимметрии, особенностях ее проявлений и установление взаимосвязи и единства дихотомических понятий симметрия-асимметрия, равенство-неравенство, сходство-различие и т.д.; формирование представлений об антисимметрии;
- формирование умственных действий сравнения, противопоставления, классификации, анализа и обобщения;
- создание основы для формирования общенаучного стиля мышления;

- развитие психических процессов внимания, памяти, мышления и речи.

Специфика преподавания симметрии, в отличие от других предметов, заключается в том, что один и тот же объект изучения, например, конкретный вид симметрии, рассматривается на примерах широкого, насколько это возможно, круга явлений из самых разных областей знания. Поэтому сама познавательная ситуация предполагает решение одновременно двух задач: 1) изучение видов симметрии и асимметрии и 2) раскрытие качественного различия этих же видов симметрии и асимметрии, в зависимости от богатства используемого материала и знакомства с содержанием этого материала.

Предполагается, что будут рассматриваться некоторые проявления пространственной, временной, геометрической и динамической симметрий. В качестве примера пространственной симметрии рассматривается такое его свойство, как однородность - равнозначность, одинаковость всех точек пространства - и устанавливается связь однородность - симметрия. В зависимости от успешности усвоения этого отношения можно дополнительно ввести изучение и другого вида симметрии пространства: изотропности - равнозначности всех направлений в пространстве, - и установление отношения изотропность - симметрия.

При рассмотрении любого вида симметрии необходимо привлечение всевозможных средств дидактического обучения - предметных, символических, словесных, естественных и искусственных и их сочетаний. Программа построена таким образом, чтобы симметрия воспринималась визуально на схемах, чертежах, рисунках, фотографиях, макетах или на естественных объектах, посредством слухового восприятия, при их словесном описании и при восприя-

тии музыки, а также через кинестетический аппарат, когда необходимо рисовать, лепить или изготовливать из бумаги и других материалов объекты симметрии. Такое построение процесса обучения, вытекающее из специфики самого предмета обучения, не только дает возможность увеличения ассоциативных связей и улучшения памяти, но и учитывает индивидуальные особенности «художественных» и «мыслительных» типов учащихся.

Подавляющее большинство инновационных программ, при обращении к историческим фактам и достижениям культуры, пользуются источниками западной цивилизации. Абсолютизация отношения к Западу приводила к потере необходимости выделения Запада как Запада. Чтобы восстановить познавательную симметрию в этом плане, в программу должны быть включены материалы из истории и культуры восточной цивилизации. И тогда как Запад, так и Восток приобретут свой самостоятельный смысл и эмоциональную окраску. Познавательное пространство приобретает бинарную структуру, создающую дополнительную возможность для проведения сопоставлений, сравнений, противопоставлений, анализа и обобщений, нахождения общих инвариантных (сохраняющихся) сторон явлений и выделения различий в обеих цивилизациях. Такие методические приемы, с одной стороны, приводят к развитию мышления, с другой - формируют представление о многообразии и единстве мира (в данном случае о многообразии и единстве разных человеческих культур).

После введения понятия асимметрии, как специального термина, тенденция к бинарному структурированию увеличивается. Учащиеся начинают усваивать пары дихотомических понятий, являющиеся аналогами, соответственно, симметрии и асимметрии - устойчивость-неустойчивость,

равенство-неравенство, сходство-различие и т.д. И благодаря тому, что таких пар множество, у учащихся формируются навыки действия противопоставления и классификации по специфическому основанию «такие - не такие». Это важный момент, так как на этой основе в будущем должны быть сформированы представления о симметрии противоположностей, антиравенстве, единстве и «борьбе» противоположностей.

При изучении отношения равенства, как одной из характеристик симметрии, внимание детей необходимо обратить на то, что равенством можно определить отношения, разные по содержанию. В словесных формулировках это различие прозвучит так: первое отношение - «сумма двух чисел  $/a/$  и  $/b/$  равна третьему числу  $/c/$ »; второе отношение - «сумма чисел  $/a+b/$  и  $/c/$  равна сумме чисел  $/a/$  и  $/b+c/$ »; третье отношение - «существует такое число  $/o/$ , прибавление которого к числу  $/a/$  не меняет его». А затем различия в понимании этих отношений переносятся на понятие равенства. Необходимо добиться того, чтобы равенство из безликого знака превратилось в многоликую характеристику разного рода отношений. Обобщение должно быть таким: «Есть много разных видов равенств». Это продиктовано следующими обстоятельствами. Во-первых, учение о симметрии есть одновременно учение о разных видах равенств, что непосредственно обнаруживается при математическом описании симметрии (так, например, при введении понятия антисимметрии необходимым становится введение также понятия антиравенства). Во-вторых, сама форма подачи этих равенств такова, что совпадает с аксиомами теории групп - математическим выражением (аппаратом) симметрии. К ним остается добавить лишь последнюю четвертую аксиому о существовании противоположного (взаимобратного)

числа, но для этого необходимо введение понятия отрицательного числа. Имея в виду идею аксиом теории групп, преподаватель может, по своему усмотрению, привести аналоги этих равенств на совершенно другом материале, параллельно, еще раз доказывая этим относительный характер равенств.

При прохождении раздела «Композиции симметрии» сохраняется общая тенденция всего курса - сопоставление противоположностей. Однако на этот раз противоположными оказываются не понятия, а действия. Композиции симметричных или асимметричных форм будут осуществляться в основном при помощи двух пар противоположных действий - включения-исключения и объединения-разъединения, приводящие к третьей противоположности - уменьшению-увеличению порядка симметрии.

Включение и исключение касается отношений целого и части, то есть объекта - носителя симметрии и какой-либо части (детали, элемента), включающегося в данный объект или исключаящегося из него. При этом необходимо получение всех вариантов - из симметричной формы скомбинировать другие симметричные или асимметричные формы, из асимметричной - другие асимметричные или симметричные формы. Объединение и разъединение касается объединения двух или нескольких объектов симметрии и/или асимметрии и разъединение одного объекта симметрии либо асимметрии на две или несколько частей. Здесь нужно учитывать особенности объединения двух симметричных форм, двух асимметричных форм, варианты объединения симметричных форм с асимметричными, объединения правых и левых форм. При разъединении рассматриваются возможности разъединения симметричного или асимметричного объекта на симметричные, асимметричные, правые и

левые формы. Как действия включения-исключения, так и действия объединения-разъединения, заканчиваются анализом изменения порядка симметрии либо в сторону уменьшения, либо в сторону увеличения.

В композициях используются самые различные материалы: цифры, числа, ряды чисел, буквы, слова, предложения, геометрические фигуры, макеты, вырезки из бумаги и картона, мозаика, конструкторы, естественные объекты симметрии. Дети могут делать композиции в рисунках или лепить, используя пластилин. Любое творение рук и мысли учащегося должно быть подвергнуто анализу с точки зрения симметрии и асимметрии. Из всего, что создадут ученики, можно устраивать выставки, создавать альбомы, что и послужит оценкой и стимулом их учебной деятельности.

Если есть возможность проведения внеурочных занятий, то можно показать нетривиальные симметрии в поведении человека в ситуациях, которые могут встречаться в жизни.

*Ситуация первая.* Высказывание ученика: «Мне все равно, каким карандашом нарисовать солнце - желтым или красным» - устанавливает равенство между желтым цветом и красным цветом, что символически нужно показать в виде равенства «желтое = красному» или «желтый карандаш = красному карандашу». Следовательно, в данной ситуации устанавливается симметрия отношений ученика к этим цветам или карандашам. Одновременно проявляется единство симметрии и асимметрии (цвета все же явно разные) и относительный характер симметрии и асимметрии (симметричные или асимметричные по одним признакам объекты могут быть асимметричными или симметричными по другим признакам).

*Ситуация вторая.* Человек стоит на распутье трех дорог, что очень часто встречается в сказках. Крайние дороги противоположны по трудности - опасная и легкая. Человек стоит на распутье и не может выбрать, по какой из них пойти: ни одна из дорог не привлекает его, ко всем трем дорогам он выражает одно и то же отношение. Поэтому, можно сказать, что все три дороги оказались для него симметричными: левая = средней = правой. Поставив вопрос: «А почему так получилось, что он не смог выбрать ни одну из дорог?», эту ситуацию можно превратить в задачу открытого типа. Один из возможных ответов: «Он хотел бы пойти по легкому пути, чтобы сохранить жизнь, он хотел бы пойти и по среднему пути, чтобы испытать свои силы, но он хотел бы пойти и по трудному пути, чтобы прославиться». Вывод: «симметричный» по отношению к принятию решения человек - это неуверенный в себе человек, не понявший еще, чего он хочет от жизни, он хочет пойти по всем трем дорогам одновременно - такой человек не может принимать решений. К чему это приводит - хорошо видно на примере буриданова осла. Для других людей эти дороги могут оказаться неравнозначными, неодинаковыми. Поэтому, можно сказать, что у таких людей устанавливается асимметричное отношение к одной из дорог. И тогда получается, что «асимметричный» человек либо трус, если он выбирает легкую дорогу, либо, наоборот, герой, так как он выбрал самую опасную дорогу, либо это человек, желающий испытать себя, попробовать свои силы, потому что он выбрал средний путь. Здесь надо обратить внимание на то, что, во-первых, асимметрии могут быть разные, вплоть до противоположностей (трус-герой); во-вторых, в этих случаях именно асимметрия послужила причиной движения, действия (человек выбирает дорогу и идет по ней); в-третьих, симметрия и асимметрия могут ока-



заться факторами, определяющими психологические качества человека: одинаковые либо неодинаковые отношения к каким-либо вещам, принятие либо непринятие решений, и связь с чертами характера человека: решительностью, нерешительностью, трусостью, храбростью и т.д. Детям можно предложить, чтобы они сами придумывали аналогичные задачи с последующим самостоятельным анализом.

Симметричные объекты содержат в себе очень широкие возможности для формирования умения классифицировать по самым различным признакам и основаниям. По существу, ученики проводят классификацию уже с первых уроков, когда при введении понятия симметрии им приходится весь окружающий мир предметов, явлений, процессов и отношений разбить на два больших класса - симметричный и асимметричный.

Раздел, посвященный вопросам классификации симметрий, преследует две цели. Во-первых, обобщить ранее полученные знания о симметрии, сгруппировав явления и вещи по сферам распространения симметрий: естественные, искусственные, в неживой природе, в живой природе. Во-вторых, показать основные виды симметрии, добавив к уже рассмотренным видам - геометрическим и пространственным - еще два фундаментальных вида симметрий - динамические и временные. Необходимо показать детям, что в самом понятии классификации заложена идея симметрии, так как классифицировать можно только те объекты или явления, которые обладают одними и теми же признаками, свойствами, отношениями и т.д. «Одними и теми же» - означает «одинаковыми», поэтому в классификации воплощена идея симметрии - изменение (переход от одного объекта к другому) и сохранение (присутствие в объектах инвариантного свойства или признака, являющегося основанием классификации).

При прохождении этого раздела еще раз подчеркивается основная идея курса, являющаяся также лейтмотивом всей системы обучения: единство симметрии и асимметрии - закономерность природы, источник ее многообразия и причина, объединяющая это многообразие в гармоничное целое.

Последний раздел обучения на первой ступени, «Анти-симметрия», посвящен выявлению симметрии противоположностей. При изучении этой темы, подвергаются анализу, с точки зрения антисимметрии, самые разные объекты, вплоть до психологических явлений. При изучении антисимметричных объектов появляется возможность исследования взаимоотношений между такими важными понятиями, как «относительное» и «абсолютное».

После первой ступени обучения симметрии учащиеся должны:

- уметь видеть многообразие окружающей действительности с точки зрения симметрии и осознавать присутствие в этом многообразии одной и той же закономерности - единства симметрии и асимметрии;
- уметь сравнивать, противопоставлять (определять противоположности, классифицировать объекты, предметы, отношения и процессы) по разным признакам и основаниям;
- уметь пользоваться понятиями: симметрия, асимметрия, сходство, тождественность, равенство, тождественное равенство, отношение, однородность, изотропность, изоморфизм, динамическая симметрия, временная симметрия, геометрическая симметрия, симметрия правого и левого, композиции симметрии, нарушение симметрии, антисимметрия, антисимметричные объекты, относительное, абсолютное, многообразие, единство.

#### **4.5. Программа первой ступени обучения и методические указания**

Предлагаемая программа предназначена для учащихся начальной школы и рассчитана на трехлетнее обучение. Рекомендуется следующая разбивка тем: первый год с 1-й по 22-ю темы, второй год - с 23-й по 38-ю, третий - с 39-й по 54-ю.

I. Введение в тему.

II. Симметрия вокруг нас.

1. Симметрия окружающих нас предметов
2. Симметрия людей и в мире животных
3. Симметрия в мире растений
4. Симметрия в неживой природе
5. Симметрия геометрических фигур и многогранников
6. Симметрия в числах
7. Симметрия в архитектуре и живописи (Запад - Восток)
8. Симметрия в музыке (Запад - Восток)
9. Симметрия в поэзии (Запад - Восток)
10. Симметрия ковров и орнаментов (Запад - Восток)

III. Проявления симметрии.

11. Симметрия - красота и гармония (Запад - Восток)
12. Симметрия как равновесие
13. Симметрия как равенство
14. Симметрия как сходство
15. Симметрия как порядок
16. Симметрия как однородность

IV. Симметрия и асимметрия.

17. Асимметрия - неодинаковость, беспорядок, нарушение симметрии
18. Равновесие - неравновесие, равенство - неравенство
19. Сходство - несходство

20. Правое и левое (в человеке, в природе, в искусстве)
21. Нарушение симметрии в музыке
22. Единство симметрии и асимметрии  
V. Зеркальная симметрия.
23. Отражения в зеркале
24. Отражение симметричных и асимметричных форм
25. Правое и левое в зеркале. Отражение вращения
26. Зеркальная симметрия в природе
27. Зеркальная симметрия в архитектуре и искусстве  
(Запад - Восток)
28. Функциональное неравенство, асимметрия правого  
и левого в человеке  
VI. Композиции симметрии.
29. Композиции симметричных групп и рядов чисел.  
Сравнение с асимметричными совокупностями чисел
30. Симметрия и асимметрия букв. Композиции симметричных букв, слова-перевёртыши, предложения-перевёртыши
31. Композиции симметричных фигур из асимметричных. Обои, орнаменты
32. Увеличение-уменьшение порядка симметрии
33. Изменение порядка симметрии в развитии живой природы
34. Изготовление правильных многогранников  
VII. Классификации симметрии.
35. Естественные и искусственные объекты симметрии
36. Объекты симметрии живой и неживой природы
37. Динамические симметрии
38. Симметрии во времени  
VIII. Антисимметрия.
39. Введение. Какие могут быть противоположности?

40. Симметрия противоположностей - антисимметрия
41. Антисимметрия чисел - положительные и отрицательные числа
42. Антисимметрия слов - антонимы
43. Антисимметрия в движении и вращении
44. Гармония и дисгармония
45. Антисимметрия в человеческих отношениях - добро и зло
46. Антисимметрия в процессах внимания и памяти
47. Антисимметрия в ощущениях
48. Относительность левого и правого, верха и низа, прямого и обратного
49. Относительность движения и покоя
50. Относительность понятий «больше» и «меньше»
51. Относительность ощущений холода и тепла, мягкого и твёрдого, тёмного и светлого и т.д.
52. Относительность понятий «красиво-некрасиво», «хорошо-плохо»
53. Относительность добра и зла
54. Абсолютное и относительное

Изложенные в данном пункте методические заметки приведены с целью дать преподавателю ориентиры для проведения занятий по симметрии. Они ни в коей мере не претендуют на завершенность и полноту, и должны быть дополнены планом каждого урока, его содержанием и соответствующими дидактическими материалами. Это требует большой предварительной работы и, в первую очередь, соответствующей подготовки самого преподавателя, который должен быть знаком со всеми аспектами проявления симметрии и асимметрии, содержание которых раскрывается в многочисленной литературе. От него требуется также твор-

ческое переосмысление каждой темы и их преподнесение в виде проблемных задач и ситуаций. В помощь преподавателю в приложении помещен материал, ранее изданный отдельной брошюрой, который показывает один из возможных вариантов ознакомления учащихся с многообразными проявлениями симметрии.

### **Первый год обучения**

**ВВЕДЕНИЕ.** Что такое окружающая нас действительность? Природа живая и неживая, общество, человек и мир, сотворенный человеком. Единство мира, поиски общих закономерностей. Симметрия - закономерность природы.

**СИММЕТРИЯ ВОКРУГ НАС.** Симметрия окружающих нас предметов: посуда - тарелки, стаканы, вазы и кувшины (без ручек или с двумя ручками); мебель - столы, стулья, диваны, кресла; одежда - шапки, брюки, национальные костюмы; транспорт - автомобили, суда, самолеты, ракеты.

Симметрия людей - человек симметричен: если не замечать черты лица, то все люди станут одинаковыми, симметричными.

Симметрия в мире животных: симметрия млекопитающих, рыб, птиц, земноводных, насекомых, пресмыкающихся, медуз.

Симметрия в мире растений: разнообразие симметричных форм деревьев, цветов, симметрия фруктов, ягод, подсолнуха, листьев растений.

Симметрия геометрических фигур: треугольники равносторонние и равнобедренные, прямоугольник, квадрат, пятиугольник, шестиугольник, многоугольники, круг. Многогранники: тетраэдр, куб, платоновы тела. Сфера: тела вращения.

Симметричные совокупности чисел: числа типа - 33333333, 101010101 и т.д., то есть любая совокупность чисел с повторяющимися цифрами. Симметричные числа сопоставить с асимметричными числами.

Особенности проявлений симметрии в архитектуре и живописи Запада и Востока - архитектурные стили, направления в живописи.

Симметрия в музыке - симметрия формы<sup>4\*</sup>, симметрия метра-ритма<sup>5\*\*</sup>, сходства и различия музыки Запада и Востока.

Симметрия стихов: структура стихов в поэзии Востока и Запада, разновидности стихосложения.

Симметрия ковров и орнаментов народов Востока и Запада.

**ПРОЯВЛЕНИЯ СИММЕТРИИ.** Связь симметрии с понятиями красоты и гармонии в культурах Востока и Запада.

Симметрия как равновесие: весы как симметричный образ процесса уравнивания, состояние равновесия (симметрия) как единственное из множества состояний весов: устойчивость-неустойчивость, игрушка «Ванька - встанька», симметрия судов и самолетов - условие, причина их равновесия и устойчивости; отношение устойчивость - равновесие - симметрия.

Симметрия как равенство: равенство углов, сторон как признаки симметрии геометрических фигур. «Арифметические весы», три вида равенства: I)  $1+2=3$ ; II)  $2+3=3+2$ ; III)  $3+0=0+3$ ;  $(3=3)$  - тождественное равенство чисел, введение понятия «превращается в самого себя», «равен самому

---

<sup>4</sup> \* форма произведений (вариация, рондо, куплетная и т.д.).

<sup>5</sup> \*\* равномерное чередование сильных и слабых долей в метроритме

себе», нарушение равенств при выполнении вычитания - нарушение симметрии; отношение: равенство - симметрия.

Симметрия как сходство: близнецы, родители и дети, все люди - нахождение одинаковых признаков - все кошки, все верблюды; нахождение одинаковых признаков - разные слова с одинаковыми буквами: сорт - рост - трос, сон - нос, Милан - налим, стена - сенат, сила - лиса, то же самое в числах: 1234, 4321, 3412, 2314; понятие изоморфизма: изоморфизм - сходство - одинаковость - симметрия.

Симметрия как порядок: колонны и арки в архитектурных сооружениях, порядок расположения семян в подсолнухе, порядок узоров на обоях, орнаментах, коврах; разные способы упорядочивания, закон порядка - расположение кругов или шаров в правильные фигуры: треугольники, квадраты и т.д.; пространственная упорядоченность шаров: разные законы порядка - разные виды симметрии.

Симметрия как однородность: пустыня, гладкая поверхность озера, безоблачное синее небо - в каждой точке этих поверхностей одно и то же; ряд из одной и той же цифры или буквы, долгое звучание одного или нескольких звуков, большая поверхность однотонного цвета - во всех точках этой поверхности один и тот же цвет; однородность - симметрия.

**СИММЕТРИЯ И АСИММЕТРИЯ.** Асимметрия - неустойчивость, беспорядок, нарушение симметрии; состояние неравновесия есть состояние неустойчивости, нарушение равновесия, асимметрия - причина движения (весы, маятник, игрушка «Ванька - встанька»), количественная асимметрия - неравенство - больше, меньше. Асимметрия развития (роста) растений, животных, людей - как отношение сходства - несходства. Асимметрия правого и левого: руки человека, перчатки, левозакрученные и правозакрученные



улитки, невозможность их совмещения. Левое и правое в архитектуре и искусстве Востока и Запада. Нарушение симметрии в музыке - необходимое условие ее развития и разнообразия. Единство симметрии и асимметрии: симметричность тела человека и асимметричность расположения органов, симметрия строения рук человека и асимметрия их функционирования; симметрия и асимметрия дерева, симметрия и асимметрия растущего организма, один и тот же объект может быть симметричным в одних отношениях и асимметричным в других.

## **Второй год обучения**

**ЗЕРКАЛЬНАЯ СИММЕТРИЯ.** Отражение в воде, отражение в зеркале, прямые и кривые зеркала. Отличие отраженного в зеркале от фотографии - зеркало отражает несколько «не правильно». Отражение симметричных и асимметричных форм: особенности отражения симметричных и асимметричных геометрических фигур, слов и чисел, зеркальные преобразования; получение левых или правых объектов при зеркальных отражениях и их сравнение с «оригиналом»; виды отражения в зеркале вращающихся тел, определение направления вращения при отражении. Зеркальная симметрия и асимметрия в природе: отражения в воде, зеркальная симметрия людей, в мире растений и животных. Функциональная асимметрия правого и левого в человеке: движений рук и ног, зрения, слуха. Зеркальная симметрия в архитектуре и искусстве Запада и Востока. Зеркальная симметрия в музыке, обращение музыки, опыты с магнитофоном.

**КОМПОЗИЦИИ СИММЕТРИИ.** Композиция симметричных групп и рядов чисел, обладающих определенной

симметрией вида: АААА..., АВАВАВ..., АВА, АВВА; композиции «правых» и «левых» чисел: АВ и ВА, АВС и СВА, сравнение с числами, не обладающими структурой; выделение симметричных (структурных) и асимметричных (неструктурных) чисел. Выделение из алфавита симметричных и асимметричных букв; составление симметричных слов типа - казак, заказ, Анна; составление зеркально-симметричных слов типа сон - нос; составление обращаемых (зеркально-симметричных) словесных каламбуров типа: кошка ловит мошек - мошки ловят кошку; составление бессмысленных симметричных слов; тождественно-симметричные слова, асимметричные по смыслу - анонимы, симметрично-равные по смыслу слова, асимметричные по их написанию - синонимы. Композиции симметричных форм (фигур) из асимметричных: рисование, лепка, работа с бумагой, изготовление «моделей» обоев, ковров, орнаментов. Введение понятия «порядок симметрии». Объединение двух симметричных форм (фигур) в одну с последующим анализом уменьшения - увеличения порядка симметрии; исключение из симметричной фигуры некоторых его частей с последующим анализом уменьшения-увеличения порядка симметрии. Изменение порядка симметрии в живой природе: в мире растений и животных. Изготовление из бумаги, пластилина многогранников - призм, пирамид, кубов, платоновых тел и любых других пространственно-симметричных или асимметричных форм, придуманных учениками.

**КЛАССИФИКАЦИЯ СИММЕТРИИ.** Естественные и искусственные симметрии: объекты симметрии, созданные природой и объекты симметрии, созданные человеком. Разделение естественных объектов симметрии на объекты симметрии неживой и живой природы, разделение искусственных объектов симметрии на объекты симметрии, упо-

требуемые в разных сферах человеческой деятельности. Динамические симметрии: симметрии, связанные с движениями, вращениями - колебания маятника, вращение Луны вокруг Земли, вращение планет вокруг Солнца, постоянство течения рек в одном направлении. Симметрия во времени: постоянная смена дня и ночи, времен года, сезонные явления в природе, временные симметрии в жизни человека.

### Третий год обучения

**АНТИСИММЕТРИЯ.** Противоположности: день и ночь, зима и лето, позитив и негатив фотографии, капля воды в воздухе и пузырек воздуха в воде, белый круг и того же размера черный круг. Если противоположные объекты превращаются друг в друга при замене цвета или качества на противоположный - это и означает, что они являются антисимметричными по отношению друг к другу. Антисимметрия чисел: положительные числа и отрицательные числа; положительная и отрицательная температура; термометр со шкалой температуры по Цельсию; числовая ось; при сложении любых положительных и отрицательных чисел, симметричных относительно нуля, всегда получается ноль; сумма любых антисимметричных чисел равна нулю. Антисимметрия слов: быстрый-медленный, скучный-интересный, красивый-уродливый; некоторые слова имеют прямо противоположные значения - это антонимы; работа со словарем антонимов; самостоятельный поиск антонимов; отгадывание антонима.

Антисимметрия в движении и вращении: движения в противоположных направлениях; движение трамваев и метро; отражение движения в зеркале; вращение в противоположных направлениях двух одинаковых объектов; «пра-

вый» винт и «левый» винт и их значение в технике; отражение вращения в зеркале.

Гармония и дисгармония: порядок и беспорядок (хаос); гармония и дисгармония в музыке, в живописи и других видах искусства; эмоциональное переживание гармонии и дисгармонии.

Антисимметрия в человеческих отношениях: сходство, различие и противоположности - симметрия, асимметрия и антисимметрия в человеческих отношениях; забота и невнимательность; добро и зло; работа со словарем антонимов - поиск антонимов, характеризующих человеческие отношения; отгадывание подобных антонимов; эмоциональное переживание антисимметричных отношений; анализ сказок с позиций добра и зла и других антисимметричных человеческих отношений. Антисимметрия в процессах внимания и памяти: концентрация внимания и рассеянность; запоминание и забывание; значение рассеянности и забывания. Антисимметрия в ощущениях: тепло и холод; свет и темнота; звук и тишина; мягкое и твердое; ощущение и отсутствие ощущения (даже в том случае, когда воздействие сохраняется, например, часто стук будильника мы не слышим); работа со словарем антонимов - нахождение антонимов, касающихся ощущений; отгадывание подобных антонимов. Относительность левого и правого, верха и низа, прямого и обратного движения и т.д.: зависимость пространственных антисимметрий (противоположностей) от положения наблюдателя; наглядная демонстрация относительности - один из участников демонстрации перекачивает в ладонях карандаш, двое других смотрят на противоположные концы вращающегося карандаша, тогда один видит, что карандаш вращается по часовой стрелке, а для другого противоположный конец карандаша вращается против часовой стрелки.

ки; люди на разных полюсах земного шара; в природе нет левого или правого, верха или низа, прямого или обратного движения. Относительность движения и покоя: состояние движения или покоя тела (предмета) зависят от положения наблюдателя относительно движущегося или покоящегося объекта; пример движения двух сцепленных вагонов - при взгляде со стороны оба вагона движутся, но даже при движении они неподвижны друг относительно друга; люди не замечают движение Земли вокруг Солнца и ее вращения вокруг своей оси, но замечают движение других планет; иллюзия движения Солнца, объяснение этой иллюзии на других примерах. Относительность понятий «больше» и «меньше»: главный вопрос - в сравнении с чем?; привести примеры из области чисел; примеры их жизненных ситуаций. Относительность антисимметричных ощущений: при изменении условий восприятия теплое может показаться холодным, твердое - мягким и т.д.; Относительность понятий «красиво-некрасиво», «хорошо-плохо»: разные люди одно и то же могут оценить по-разному и по-разному реагировать, попытки поиска объяснения этого явления (например, давать милостыню для одного человека это хорошо, для другого - плохо, дождь для одного приятное явление, для другого - неприятное); привести примеры из сказок, жизни; китайская притча об относительности хорошего и плохого. Относительность добра и зла.

Абсолютное и относительное: абсолютное и относительное как противоположности; факты прошлой жизни - это абсолютные факты, переживание этих фактов может быть относительным; абсолютное изменить нельзя, относительное можно.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обращение к принципам симметрии было обусловлено необходимостью показать, как метафизические (философские) рассуждения об устройстве мира в целом превращаются в общенаучные принципы, которые также можно использовать в психологии, как принципы построения теории и эксперимента. Поэтому эта часть данного исследования (глава 1) начинается с краткого анализа представлений древних греков о симметрии как одном из основных способов или атрибутов существования бытия. Эти идеи получают свое второе рождение в исследованиях философов, естествоиспытателей и ученых XIX и XX веков, усилия которых привели к открытиям симметрий пространства, времени, физических явлений, неживого вещества и живых организмов. Распространенность симметрии в явлениях природы была настолько внушительной по количеству и многообразию проявлений, что появилась необходимость абстрагировать ее от явлений природы и превратить в *объект научного исследования*. После выявления математических свойств симметрии и новых негеометрических форм ее проявлений, началось интенсивное использование принципов и соображений *симметрии, как метода познания*. Были выявлены новые проявления симметрии во всех областях познания - в природе, науке и искусстве, что способствовало более глубокому проникновению в существо исследуемых явлений. И лишь психология оставалась в стороне от этой плодотворной и эвристичной общенаучной методологии. Поэтому в последующих разделах (главы 2 и 3) мы поставили перед собой задачу теоретически и экспериментально изучить проявления свойств симметрии и асимметрии в психических явлениях восприятия и мышления. С этой целью в

главе 2 нами были рассмотрены, с точки зрения принципов симметрии, концепция порождающего восприятия А.И. Миракяна (уровень непосредственно-чувственного отражения реальности), исследования функциональных асимметрий человека в школе Б.Г. Ананьева (значение парности отражательных анализаторов в восприятии реальности) и концепция развития интеллекта Ж. Пиаже (особенности отражения реальности на уровне мышления, рассмотренного в контексте его генезиса). Анализ вышеназванных концепций и исследуемых ими явлений позволил сделать следующие выводы:

1. Соображения, идеи, понятия и принципы симметрии играют важную, если не основную, роль в концепциях непосредственно-чувственного отражения А.И. Миракяна и развития интеллекта Ж. Пиаже.
2. В обеих концепциях в качестве основных системообразующих понятий использовались пары симметрично противоположных, то есть антисимметричных, понятий, таких как: дискретное-единое, образование-разрушение, анизотропность-гомогенность, различие-сходство и т.д. (Миракян); организм-среда, организация-адаптация, ассимиляция-аккомодация и т.д. (Пиаже).
3. Кроме антисимметричных понятий (и соответствующих им явлений) в своей концепции Ж. Пиаже использовал идеи повторяемости и равновесия, также относящиеся к принципам симметрии, которые вместе с вышеуказанными антисимметричными понятиями составляли методологическую основу его концепции.
4. Показано значение парности или бинарности для образования симметрично-двуединых отношений, как исходного элементарного механизма, лежащего в ос-

- нове процесса отражения, необходимого для выделения объекта из нерасчлененной гомогенности, выявления сходства или различия или установления границ между объектами (Миракян).
5. Этот же принцип симметричной-двуединости находит свое выражение в структурно-процессуальной организации органов восприятия, что и послужило причиной возникновения и исследования проблемы функциональной асимметрии.
  6. Анализ динамики процессов, происходящих на бинарных структурах восприятия и мышления, показал, что асимметричность в их функционировании является важным условием порождения психического и интегративным показателем и условием психического развития. Так, порождение восприятия возможно только в анизотропной структуре (А.И. Миракян); чем сложнее познавательная деятельность, тем сильнее функциональная асимметрия органов восприятия (Б.Г. Ананьев и сотрудники); нарушение равенства значений пар-понятий или отождествляемых объектов ведет к более высокому уровню отражения действительности (А. Валлон, Б. Поршневу); нарушение состояния равновесия интеллектуальных структур означает переход к более развитым структурам (Ж. Пиаже). Этот результат говорит в пользу той точки зрения, согласно которой процессы восприятия и мышления не являются отдельными функциями, а представляют собой системное образование, как составные части одного явления (см., например, работу [В.Д. Глезер, 1985]).

Таким образом, в разделе 2.2. были приведены примеры «спонтанного» и в то же время плодотворного приме-



нения психологами соображений симметрии, обусловленного образом мышления (Пиаже, Миракян) и структурной (симметричной) организацией органов восприятия (Ананьев и его последователи). Поэтому, чтобы показать возможность применения принципов симметрии в психологии, в главе 3 представлены результаты проведенных нами экспериментов, где соображения симметрии изначально составляли основу метода исследования. В качестве предмета исследования были выбраны взаимообратные (антисимметричные) мыслительные процессы, возникающие при решении задач равной логической сложности (то есть симметричных относительно логической сложности), но противоположных по знаку выполняемых действий. Исследование сложения и вычитания отрезков прямых линий, сложения и вычитания чисел, решения прямых и обратных арифметических задач, решения силлогизмов положительных и отрицательных модусов выявило одну и ту же закономерность – «негативные» по знаку действия задачи (вычитание отрезков прямых линий и чисел, обратные арифметические задачи, силлогизмы с отрицательным выводом) решались хуже, то есть с большим количеством ошибок и за более длительное время, чем «позитивные» задачи. Это позволило говорить о выявлении свойства психики человека, названного нами операциональной асимметрией мышления.

Полученные результаты теоретического и экспериментального исследования свидетельствуют о фундаментальности принципов симметрии, как метода исследования, так как их применение оказалось эффективным не только в трансцендентальной области существования возможностей порождения психического, но и в реальности существования феноменов (продуктов) психического отражения.

*Таким образом, полученные в этой части работы результаты теоретических и экспериментальных исследований позволяют сделать вывод о том, что общенаучные принципы симметрии и асимметрии являются эффективным средством изучения психических познавательных процессов и могут быть включены в число методологических принципов психологии.*

Учитывая фундаментальный и эвристический характер принципов симметрии и их существование во всех модусах (аспектах, областях, сферах, уровнях развития) психического отражения реальности, в том числе метафизической, в главе 4 сделана попытка создания проекта концепции обучения, основанного на принципах симметрии. В проекте концепции описываются четыре ступени обучения: 1) изучение свойств симметрии и асимметрии разнородных явлений природы и мира вещей, сотворенных человеком, 2) изучение свойств и закономерностей самой симметрии, 3) изучение способов применения принципов симметрии, как метода исследования, и 4) обучение применению общей теории систем, основанной на понятиях симметрии и асимметрии, для познания материальных и идеальных явлений действительности. В работе приводится программа первой ступени, рассчитанная на три года обучения, вместе с соответствующими методическими указаниями. В программу вошли такие темы, как: «Симметрия вокруг нас», «Проявления симметрии», «Симметрия и асимметрия» (1-й год обучения); «Зеркальная симметрия», «Композиции симметрии», «Классификации симметрии» (2-й год обучения); «Антисимметрия» (3-й год обучения). Эта часть работы отражена в нашей монографии [Нагдян, 2006].

## ЛИТЕРАТУРА

1. Акопян И.Д. Симметрия и асимметрия в познании. Изд-во АН Арм.ССР, Ереван, 1978 - 151 с.
2. Амбарцумян В.А. Философские вопросы науки о Вселенной. Изд-во АН Арм.ССР, Ереван, 1978. - 440 с.
3. Ананьев Б.Г. Материалы к психологической теории ощущений. Сб. Проблемы психологии. Изд-во ЛГУ, 1948. С.3-25.
4. Ананьев Б.Г. Пространственное различение. Изд-во ЛГУ, 1955. - 187 с.
5. Ананьев Б.Г. Человек как общая проблема современной науки. Вестник ЛГУ, Л., 1957, 14. С.3-27.
6. Ананьев Б.Г. Билатеральное регулирование как механизм поведения. Вопросы психологии. 1963, 5. С. 5-17.
7. Ананьев Б.Г. Человек как предмет познания. Л., 1958.- 358 с.
8. Ананьев Б.Г., Веккер Л.М., Ломов Б.Ф., Ярмоленко А.В. Осязание в процессах познания и труда. М., 1959. - 289 с.
9. Ананьев Б.Г., Рыбалко Е.Ф. Особенности восприятия пространства у детей. М., 1964. - 278 с.
10. Анцыферова Л.И. Материалистические идеи в зарубежной психологии. М., 1974. - 338 с.
11. Арутюнян Р.К., Петросян С.Э. Действие шума на полушарную асимметрию головного мозга. Вестник МАНЭБ, СПб, 1999, №3. С. 65-67.

12. Бахман Ф. Построение геометрии на основе принципа симметрии. М., 1969. - 296 с.
13. Берестецкий В.Б. Динамические симметрии сильно взаимодействующих частиц. Успехи физических наук. т.85, вып.3, 1965. С. 79-93.
14. Бианки В.Л. Эволюция парной функции мозговых полушарий. Л., 1967. - 278 с.
15. Брагина И.Н., Доброхотова Т.А. Функциональные асимметрии человека. М., 1981. - 397 с.
16. Бруксон М.Г. К вопросу о взаимодействии монокулярных функций. Уч. зап. ЛГУ, «Психология». 1953, 147. - 84-99.
17. Вахрушев М.М. Понимание и усвоение школьниками 2-го, 4-го, 6-го классов некоторых форм дедуктивных умозаключений. Дисс. канд. психол. наук. Л., 1955.
18. Вайнштейн Б.К. Симметрия кристаллов. М., 1979. - 389 с.
19. Вейль Г. Симметрия. М., 1968. - 196 с.
20. Вернадский В.И. Химическое строение биосферы Земли и его окружения. М.: 1965. - 310 с.
21. Вигнер Е. Этюды о симметрии. М.: Мир, 1971. - 318 с.
22. Визгин В.П. Раскрытие взаимосвязи принципов инвариантности с законами сохранения в классической физике. М., 1972. - 315 с.
23. Визгин В.П. Эрлангенская программа и физика. М.: Наука, 1975. - 112 с.
24. Восканян В.К. Психологические основы обучения математике. Ереван, «Зангак - 97», 2002. - 349 с.

25. Вульф Г.В. Основы кристаллографии. М., 1952. - 326 с.
26. Галактионов С.Г. Асимметрия биологических молекул. Минск, 1978. - 197 с.
27. Ганзен В.А. Восприятие целостных объектов. Л., 1976. – 218 с.
28. Гапонцев В.Л. Принцип симметрии В.И. Вернадского в науке, философии и образовании // В. Л. Гапонцев / Инновации в профессиональном и профессионально-педагогическом образовании: материалы 20-й Всероссийской научно-практической конференции, г. Екатеринбург, 22-23 апреля 2015 г. / Рос. гос. проф.-пед. ун-т. - Екатеринбург, 2015. - Т. 2. - С. 58-62.
29. Гапонцев В.Л., Гапонцева М.Г. Естественнонаучное образование: соотношение научного и религиозного знаний в свете принципа симметрии. Часть 1. Содержание принципа симметрии // Образование и наука, №4 (123), 2015. С. 4-21.
30. Гапонцев В.Л., Гапонцева М.Г. Естественнонаучное образование: соотношение научного и религиозного знаний в свете принципа симметрии. Часть 2. Примеры отбора содержания общего естественнонаучного курса на основе принципа симметрии // Образование и наука, №6 (125), 2015. С. 4-20.
31. Гапонцев В.Л., Федоров В.А., Гапонцева М.Г. Принцип симметрии как основа классификации научного знания и организации содержания образования // Образование и наука. №2 (70), 2010. С. 17-35.
32. Гапонцев В.Л., Федоров В.А., Гапонцева М.Г. Принцип симметрии как основа интеграции в науке и его

значение для образования // Образование и наука. Том 21, №4, 2019. С. 9-36.

33. Гапонцева М.Г., Федоров В.А., Гапонцев В.Л. Эволюция структуры содержания образования. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2010. – 155 с.
34. Гаузе Г.Ф. Асимметрия протоплазмы. М.-Л., 1940. - 167 с.
35. Геккель Э. Мировые загадки. М.: ОГИЗ, 1935. - 533 с.
36. Гелл-Манн Л. Восьмимерный формализм: теория симметрий в сильных взаимодействиях / «Элементарные частицы и компенсирующие поля». М., 1964. С. 18-25.
37. Гильде В. Зеркальный мир. М., 1982. – 185 с.
38. Глезер В.Д. Зрение и мышление. М., 1985. - 159 с.
39. Голубева Н.А. Диссимметрическая концепция трансформации: онтологическое содержание. Дисс... док. филос. наук. Волгоград, 2014.
40. Готт В.С. Эвристическое значение принципа единства симметрии и асимметрии / В.С. Готт. «Философские вопросы современной физики». М.: Высш. школа, 1972. - 416 с.
41. Готт В.С., Перетурина А.Ф. Симметрия и асимметрия как категории познания / «Симметрия. Инвариантность. Структура». М.: Наука, 1967. С. 36-43.
42. Депенчук Н.Н. Симметрия и асимметрия в живой природе. Киев, 1963. - 179 с.
43. Дубицкая Л.В. Методологические принципы симметрии, соответствия, суперпозиции как средство обоб-

- щения знаний учащихся в процессе обучения физике. Дисс... канд. пед. наук. Москва, 2001.
44. Дубров А.П. Симметрия функциональных процессов. М., 1980. - 67 с.
  45. Ерицян М.С. Материалы к психологии дедуктивных умозаключений. Известия АПН РСФСР, вып. 120. М., 1962. С. 89-118.
  46. Ерицян М.С. Психологические особенности дедуктивно умозаключающего мышления младшего школьника. Ереван, 1975. -175 с.
  47. Забродин Ю.М. Методологические проблемы психологического анализа и синтеза человеческой деятельности / Вопросы кибернетики. М., 1982. С. 4-28.
  48. Забродин Ю.М., Лебедев В.И. Психофизиология и психофизика. М., 1977. - 231 с.
  49. Зеер Э.Ф. Компетентностный подход к образованию / Образование и наука, 2005, N3 (33). С. 27-40.
  50. Зеер Э.Ф., Сыманюк Э.Э. Компетентностный подход к модернизации образования / Высшее образование в России, 2005, N4. С. 23-30.
  51. Карпинская Р.С. Идея сохранения и принципы симметрии в современной биологии / Принцип симметрии. М., 1978. С. 303-318.
  52. Кауфман В.И. Различение громкости звука. Сб.: Вопросы физиологии и клиники чувствительности. Л., 1947. С. 46-57.
  53. Кауфман В.И. Определение ведущего глаза по площади поля монокулярного зрения. Уч. Зап. ЛГУ, Психология. 1953, 147. С. 132-139.

54. Клейн Ф. Сравнительное обозрение новейших геометрических исследований (Эрлангенская программа) // Об основаниях геометрии. Под ред. А.П. Нордена. М.: ГИТТЛ, 1966. – 399 с.
55. Кобозев Н.И. Термодинамика информационных процессов и мышления. Л., 1970. - 156 с.
56. Кожевников М.М. Изучение интенсивности мыслительной деятельности. Сб.: Вопросы психологии познавательной деятельности. Нижний Тагил, 1962. С. 67-82.
57. Компанеев А.С. Симметрия в микро и макромире. М., 1978. - 178 с.
58. Копчик В.А. Принцип симметрии в кристаллофизике. В кн. Методологические проблемы кристаллографии. М., 1985. С. 12-29.
59. Корзакова И.Н. Усвоение операций счета детьми дошкольного возраста. Дисс. канд. психол. наук. М., 1951.
60. Кюри М. Пьер Кюри. М., 1961. - 220 с.
61. Кюри П. О симметрии в физических явлениях. Избранные труды. М.-Л.: Наука, 1966.
62. Леви-Брюль Л. Первобытное мышление. М., 1927. - 289 с.
63. Леднев В.С. Содержание образования. М.: Высшая школа, 1989. – 360 с.
64. Ливанов С.В. Методические возможности использования принципа симметрии в школьном курсе физики. Дисс... канд. пед. наук. Самара, 1995.
65. Ломов Б.Ф. Опыт экспериментального исследования двуручного обстоятельства восприятия // Уч. Зап. ЛГУ, Психология, вып. 185. Л., 1954. С. 32-46.



66. Ломов Б.Ф. О системном подходе в психологии. Вопросы психологии, 1975, 3. С. 12-23.
67. Лурия А.Р. К патологии счетных операций // Известия АПН РСФСР, вып. 3, 1945. С. 7-18.
68. Мазиллов В.А. Стены и мосты: методология психологической науки. – Ижевск, ERGO, 2015.
69. Мамардашвили М.К. Введение в философию // Необходимость себя. М.: «Лабиринт», 1996. С. 7-154.
70. Матюшкин А.М., Казанская В.Г. Логическое действие и процесс мышления // Сб.: Новые исследования в психологии и возрастной физиологии, т. 2. М., 1972. С. 63-71.
71. Мацанова В.А. О монокулярном восприятии глубины // Уч. Зап. ЛГУ, Психология, вып. 147. Л., 1953. С. 120-135.
72. Менский М.Б. Сознание и квантовая механика. – Фрязино: «Век-2», 2010.- 320 с.
73. Менчинская Н.А. Психология обучения арифметике. М.: Педагогика, 1955. - 275 с.
74. Менчинская Н.А., Моро М.И. Вопросы методики и психологии обучения арифметике. М.: Педагогика, 1955. - 158 с.
75. Миракян А.И. Константность и полифункциональность восприятия. Дисс. док. психол. наук. М., 1987.
76. Миракян А.И. Афизикальные принципы психического отражения и их моделирование // Принципы порождающего процесс восприятия (коллективная монография), под ред. А.И. Миракяна. М., 1992а. С. 9-46.
77. Миракян А.И. Константность и полифункциональность восприятия. М.: 1992б.

78. Миракян А.И. Контуры трансцендентальной психологии. М.: ИП РАН, 1999. - 208 с.
79. Миракян А.И. Контуры трансцендентальной психологии. М.: ИП РАН. 2004. -405 с.
80. Моро М.И. О решении косвенных задач // Начальная школа, 1, 1958. - 168 с.
81. Нагдян Р.М. О возможности применения в психологии принципов симметрии // Сб.: «Психофизика дискретных и непрерывных задач». М.: Наука, 1985. С. 228-232.
82. Нагдян Р.М. Симметрия и асимметрия процессов решения мыслительных задач разного уровня сложности. Дисс. канд. психол. наук. Ер., 1988.
83. Нагдян Р.М. Образы реальностей. Сборник научных статей. Ер.: ЕГУ, 2003. С. 179-191.
84. Нагдян Р.М. Принцип симметрии в психологии. Ер.: Зангак-97, 2005а. - 116 с.
85. Нагдян Р.М. Психологический подход к структурированию обучения с позиций принципа симметрии // Вестник МАНЭБ, том 10, № 5, вып. 2. Санкт-Петербург, 2005б. С. 252-254.
86. Нагдян Р.М. Принцип симметрии в обучении. Ер,: изд-во «Айастан», 2006. - 96 с.
87. Нетер Э. Инвариантные вариационные задачи // Сб.: Вариационные задачи механики. М., 1969. С. 75-82.
88. Обухова Л.Ф. Концепция Ж. Пиаже: за и против. М.: Педагогика, 1981. - 245 с.
89. Овчинников Н.Ф. Симметрия как методологический принцип познания закономерностей природы // Методологические проблемы кристаллографии. М., 1985. С. 53-68.

90. Ойзерман М.И. Методологические проблемы науки. М.: Наука, 1980. - 372 с.
91. Павлов И.П. Полное собрание сочинений, т.17, ч.IV. М.: Наука, 1962. - 495 с.
92. Пастер Л. Исследование о молекулярной диссимметрии естественных соединений // Избранные труды, т. 1. М.: Наука, 1960. С. 36-54.
93. Петренко В.Ф., Супрун А.П. Методологические пересечения психосемантики сознания и квантовой физики. - М.; СПб.: НЕСТОР-ИСТОРИЯ. 2017.
94. Пиаже Ж. Психология, междисциплинарные связи и система наук // Вопросы философии, №12, 1966. С. 4-13.
95. Пиаже Ж. Избранные психологические труды. М. Педагогика, 1969. - 480 с.
96. Пиаже Ж. Генезис восприятия // Экспериментальная психология. М.: Прогресс, 1978, вып. 6. С. 14-87.
97. Пилюсян С.М. Психологические характеристики некоторых типов умственных действий. Дисс. канд. психол. наук. М., 1980.
98. Погосян Р.А. Исследование особенностей психологической реальности мышления от общего к частному (дедукция). Автореферат дисс.. канд. психол. наук. Тбилиси, 1987.
99. Поршнев Б.Ф. Социальная психология и история. М., 1966. - 290 с.
100. Поршнев Б.Ф. О начале человеческой истории. М., 1974. - 450 с.
101. Принцип симметрии. Ред. Б.М. Кедров, Н.Ф. Овчинников. М.: Наука, 1978. - 397 с.

102. Принципы порождающего процесса восприятия (коллективная монография). Под ред. А.И. Миракяна. М., 1992. - 223 с.
103. Прыгин Г.А. Неклассическая психология: психология субектной реальности. - Наб. Челны, изд-во НГПУ, 2018. – 268 с.
104. Рубцов В.А., Моргулис В.В., Гуружапов А.В. Культурно-исторический тип школы // Вопросы психологии, № 5, 1994. С. 12-29.
105. Руденко З.Я. Нарушение счета при мозговых поражениях. Дисс. канд. психол. наук. М., 1953.
106. Рыбалко Е.Ф. К вопросу о функциональной асимметрии зрения // Сб.: Проблемы общей и индустриальной психологии. Л., 1963. С. 24-39.
107. Сачков Ю.В. Развитие представлений физики об элементарных объектах в свете идей симметрии // Вопросы философии, №2, 1963. С. 27-43.
108. Спенсер Г. Основания биологии. С.-П., 1901. - 469 с.
109. Суворова В.В. Функциональная асимметрия полушарий как проблема психофизиологии // Вопросы психологии, 5, 1975. С. 78-86.
110. Супрун А.П., Янова Н.Г., Носов К.А. Метапсихология: релятивистская психология, квантовая психология, психология креативности. - М.: ЛЕНАНД, 2010. – 512 с.
111. Тихомиров О.К. Психология мышления. М.: изд. МГУ, 1984. - 304 с.
112. Тутунджян О.М. Психологическая концепция Анри Валлона. Ер., 1966. - 279 с.

113. Тюхтин В.С. Актуальные вопросы разработки общей теории систем // Система. Симметрия. Гармония. М.: Мысль, 1988. С. 10-37.
114. Урманцев Ю.А. Симметрия природы и природа симметрии. М.: Мысль, 1974. - 229 с.
115. Урманцев Ю.А. Эволюционика (Общая теория развития систем природы, общества и мышления). Пуццино, 1988а. - 105 с.
116. Урманцев Ю.А. Симметрия и асимметрия как категории ОТС // Система. Симметрия. Гармония. М.: Мысль, 1988б. С. 191-199.
117. Федоров Е.С. Симметрия структуры кристаллов. М.: Наука, 1949. - 378 с.
118. Флейвелл Дж. Генетическая психология Ж. Пиаже. М.: Прогресс, 1968. - 460 с.
119. Формальная логика. Учебник. М.: Учпедгиз, 1978. - 296 с.
120. Хачапуридзе Б.И. Проблемы и закономерности действия фиксированной установки. Тбилиси, 1962. - 294 с.
121. Шафрановский И.И. Симметрия в природе. М., 1985. - 256 с.
122. Шмутцер Э. Симметрия в современной физике. М.: Наука, 1974. - 211 с.
123. Шубников А.В., Копчик В.А. Симметрия в науке и искусстве. М.: Наука, 1978. - 468 с.
124. Шубников А.В. Учение о симметрии как основной метод естествознания // Труды ноябрьской юбилейной сессии АН СССР. Л., 1933. С. 7-24.
125. Шубников А.В. Симметрия и антисимметрия конечных фигур. М., 1951. - 293 с.

126. Шумакова Н.Б. Методическое пособие. Часть 1. М., 1994. - 196 с.
127. Эрдниев П.Я. Взаимообратные действия в арифметике. М.: Педагогика, 1969. - 286 с.
128. Erismann Th. Die logisch Schliessen der Kinder im Alter von 3 bis 10 Jahren. - Archiv gesamte Psychologie. Bd. 77, Heft 3-4, 1970.
129. Meyer P. Uber die Fehigkeit der Kinder zum logische schliessen. Archiv f. d. gesamte Psychologie. Bd.77, 1930. Heft 1-2.
130. Ormian H. Das schlussfolgerende Denken des Kindes. - Vien, 1926.
131. Wallon H., Evart-Chmielniski E. Les mecanismes de la memoire en rapport avec sesobjets. - Paris, 1951.
132. Weir R.N. Language in the crIb. Hague, 1962.

## ПРИЛОЖЕНИЕ I. Тексты по «Симметрикe».

Тексты, приведенные ниже, предназначены для детей младшего школьного возраста. Они дают первые представления о симметричных и асимметричных вещах и предметах, знакомят со свойствами и особенностями симметрии и асимметрии, что создает предпосылки для формирования навыков «симметричного» образа мышления.

Тексты 1 и 2 подготовлены по книге И.И. Шафрановского «Симметрия в природе», М., 1985; тексты 3, 4, 5, и 21 – по книге А.С. Сониной «Постижение совершенства», М., 1987; тексты 6, 7, 8, 9, 10, 11 – по книге «Что такое, кто такой?», детская энциклопедия, М., 1978; 12 и 26 – по книге «Я познаю мир», Детская энциклопедия, М., 1994; 13, 16 и 17 – по книге Л. Генденштейна «Алиса в стране математики», М., 1995; 14 и 15 – по книге В.Фридриха «Близнецы», М., 1985; 18 – по книге Л. Кэрролла «Алиса в Зазеркалье», М., 1982; тексты 19, 20, 22, 23, 24 и 27 составлены автором.

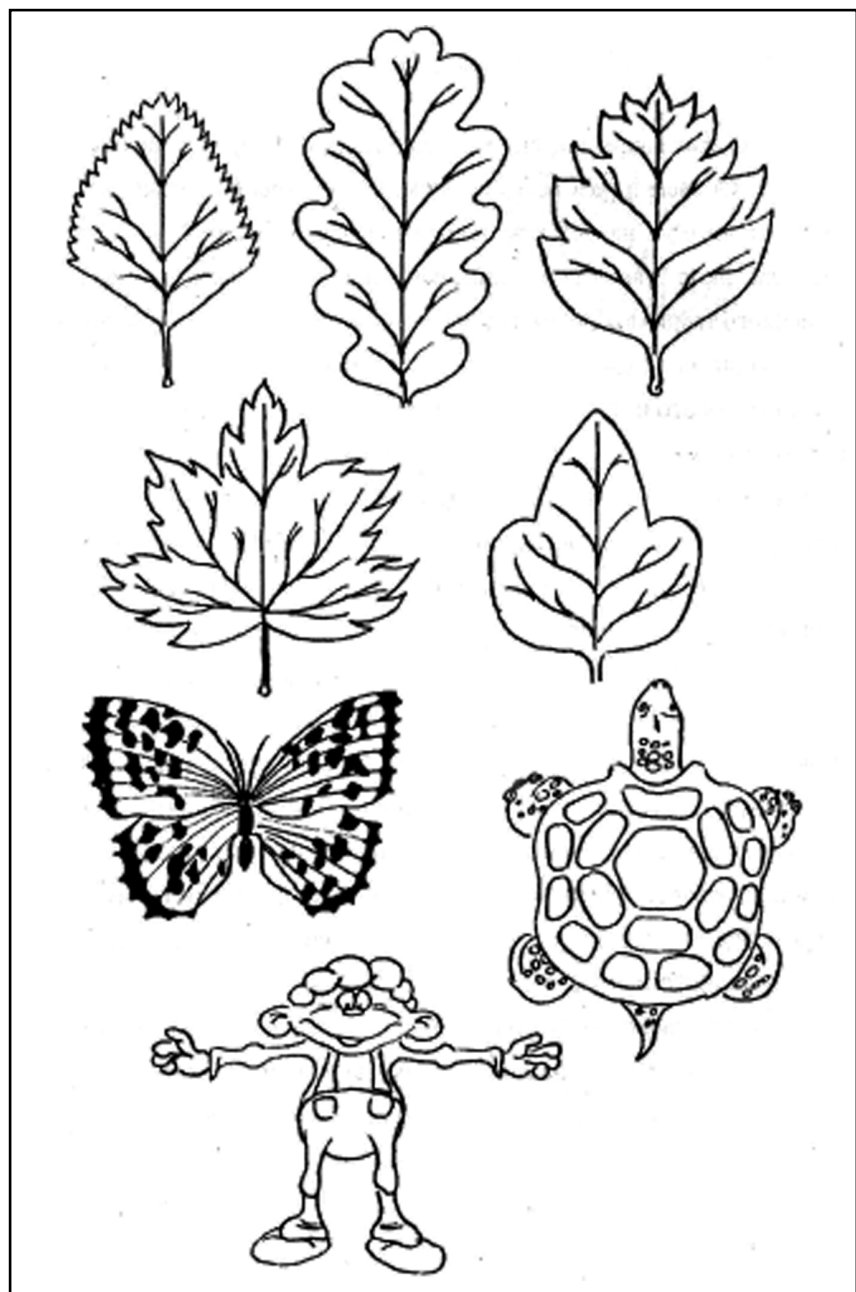
## 1. СИММЕТРИЯ ЛИСТКА

Внимательно приглядимся к обступающей нас природе и попытаемся найти *общее* даже в самых незначительных ее деталях. Вот на рукав читателя упал с дерева обыкновенный листок. Форма его не является случайной, она строго закономерна. Листок как бы является из двух более или менее одинаковых половинок. Одна из этих половинок расположена зеркально относительно другой, совсем так, как располагаются относительно друг друга отражение какого-либо предмета в зеркале и сам предмет. Для того, чтобы убедиться в сказанном, поставим карманное зеркальце с прямым краем на линию, идущую вдоль черешка и разделяющую пластинку листа пополам. Заглянув в зеркальце, мы увидим, что отражение правой половины листка более или менее точно заменяет его левую половину и, наоборот, левая половина листка в зеркальце как бы переселяется на место правой половины.

Плоскость, разделяющая листок на две зеркально равные части (у нас она сейчас совпадает с плоскостью зеркальца), называется *плоскостью симметрии*. Ботаники и зоологи нередко называют симметрию листка «билатеральной» (в переводе с латинского «дважды боковой»), а мы пока будем называть ее попросту «симметрией листка».

Только ли древесный листок обладает такой симметрией? Посмотрите, по тропинке ползет гусеница. Мы и ее можем мысленно разделить вдоль на две зеркально равные части. Пронеслась красавица бабочка с яркой расцветкой. Она тоже состоит из двух одинаковых половинок. Даже пятнистый узор на ее крыльях послушно подчиняется этой симметрии. И выглянувший из травы жучок, и промелькнувшая мошка, и сорванная ветка – все подчиняется той же «симметрии листка». Да и нас самих можно мысленно разделить на две зеркально равные части, половины. Может быть, любое существо обладает плоскостью симметрии и, следовательно, подходит под «симметрию листка?» Нет, при решении таких вопросов спешить нельзя.



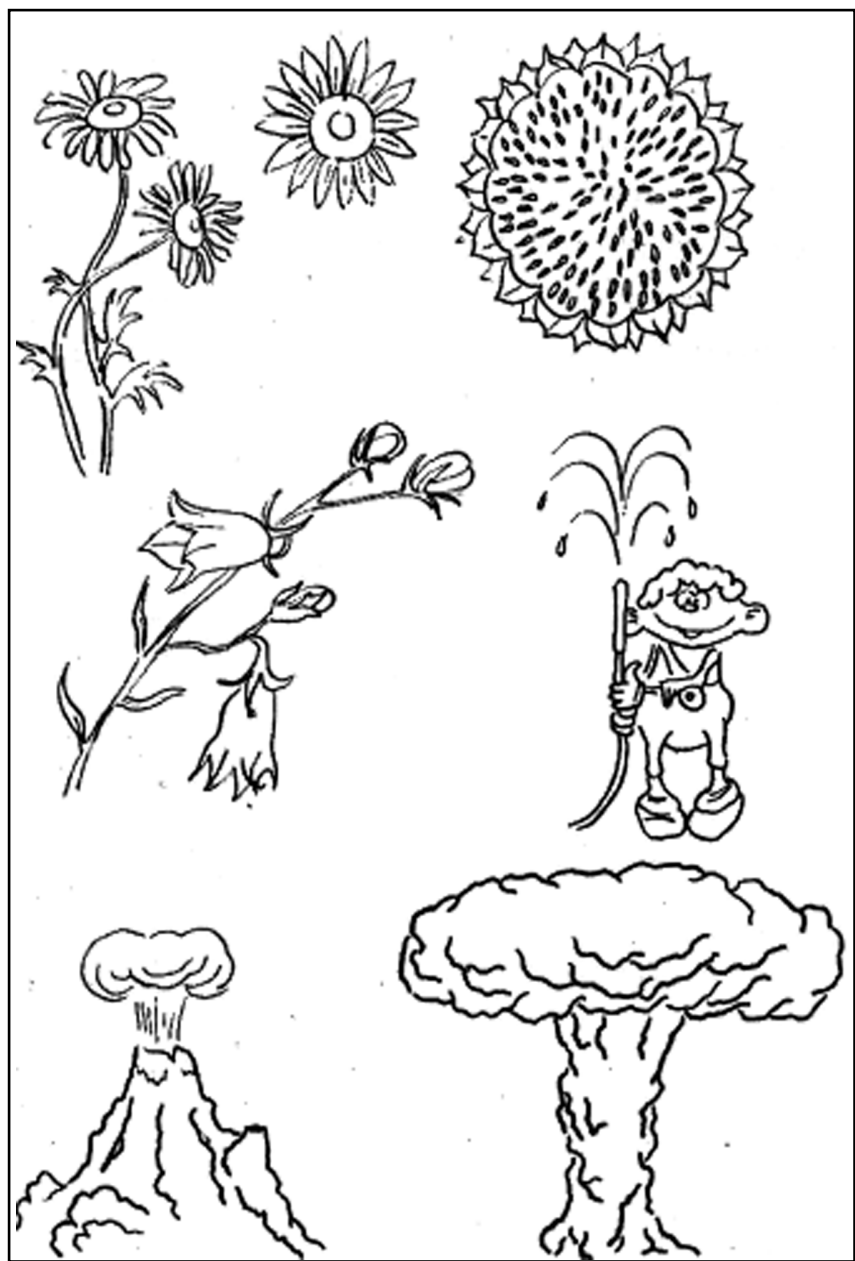


## 2. Ромашково-грибная симметрия

Возле самых наших ног скромно выглядывает из травы обыкновенная ромашка. Сорвем и разглядим ее. Вокруг оранжевой серединки, как лучи вокруг солнышка на детском рисунке, расположены белые лепестки. Имеет ли такое «цветочное солнышко» плоскость симметрии? Конечно! Без всякого труда можно его разрезать на две зеркально равные половинки по линии, проходящей через центр цветка и продолжающейся вдоль середины любого из лепестков или между ними. Это, однако, не все. Ведь лепестков-то много и вдоль каждого лепестка можно обнаружить плоскость симметрии. Значит, этот цветок обладает многими плоскостями симметрии и все они пересекаются в его центре. Это уже не «симметрия листка» с одной только плоскостью симметрии, а целый веер и пучок пересекающихся плоскостей симметрии. Сходным образом можно охарактеризовать и симметрию подсолнечника, василька, колокольчика.

Однако довольно нам плутать по лесным дебрям! Вернемся домой и возьмем лакированный деревянный грибок с нарядной красной и желтой ножкой. На такой модели гриба проще будет разбираться с вопросами симметрии. Легко понять, что вдоль ножки и через середину шляпки можно провести бесчисленное множество плоскостей симметрии. Все они пересекаются в центре шляпки, образуя, как и в случае ромашки, веер плоскостей. Следовательно, грибная симметрия родственна симметрии ромашки. У ботаников и зоологов такая «ромашково-грибная симметрия» обычно называется «лучевой» или «радиальной».

Такую же симметрию в безветренную погоду имеют и столб паров над вулканом, и фонтан, и атомный гриб.

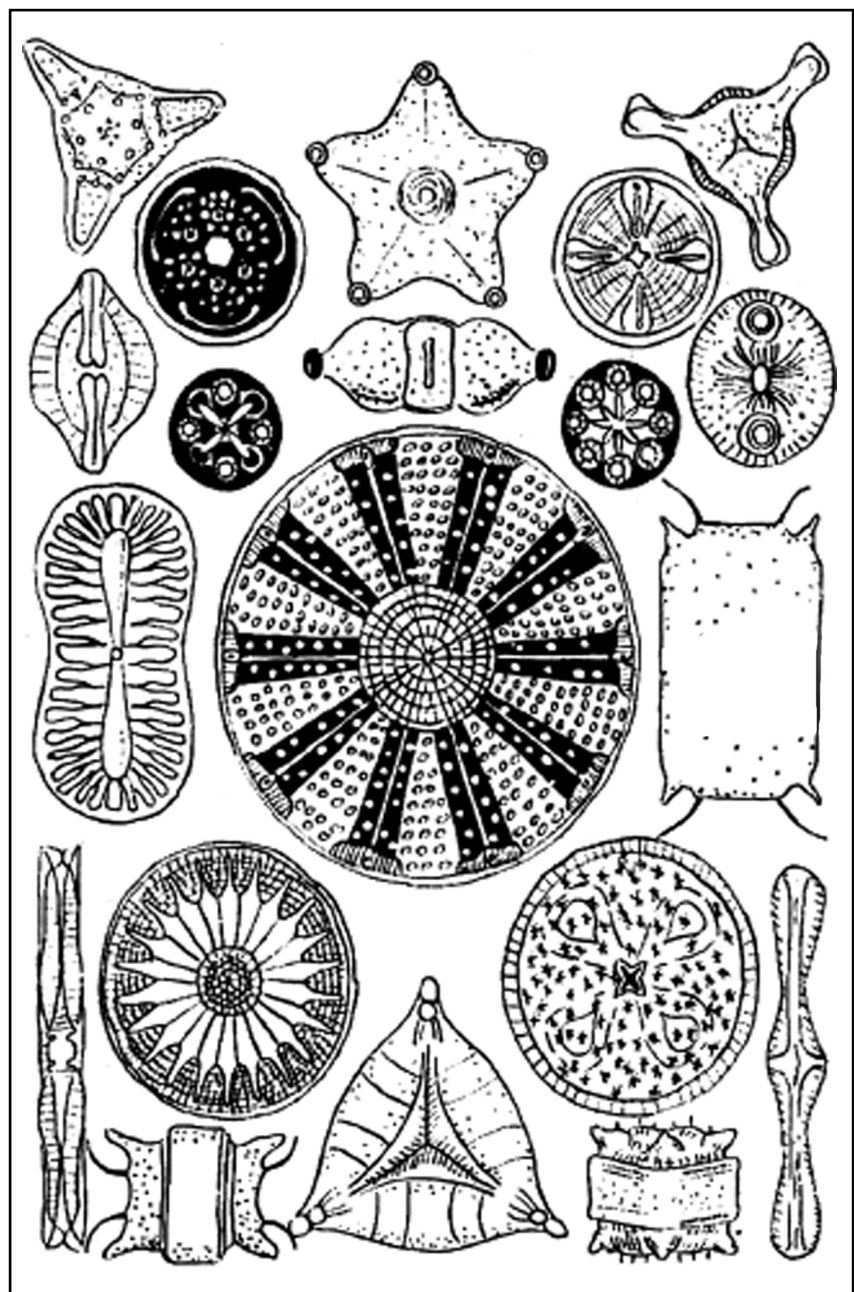


### 3. Формы природы

Искусство рисования очень помогло немецкому ученому Эрнсту Геккелю в его работе по изучению морских простейших радиолярий, инфузорий, камерников, водорослей, медуз и т.п. Изучая эти вещества с помощью микроскопа, Геккель зарисовывал и их внешний вид, и строение. Пораженный открывшейся ему красотой живых форм, он собрал и издал свои рисунки в виде альбома под названием «Красота форм в природе». В предисловии Геккель писал: «Природа вскармливает на своем лоне неисчерпаемое количество удивительных созданий, которые по красоте и разнообразию далеко превосходят все созданные искусством человека формы.

«...С ранней юности поражался я красотой форм в живых существах и уже в течение полстолетия усердно занимаюсь их изучением; при этом я старался не только познать законы строения и развития этих творений, но и проникнуть в тайну их красоты...»

Альбом Геккеля удивителен. Приведем один лист из этого альбома, иллюстрирующий ту многовековую идею, что красота живых организмов непосредственно связана с симметрией.

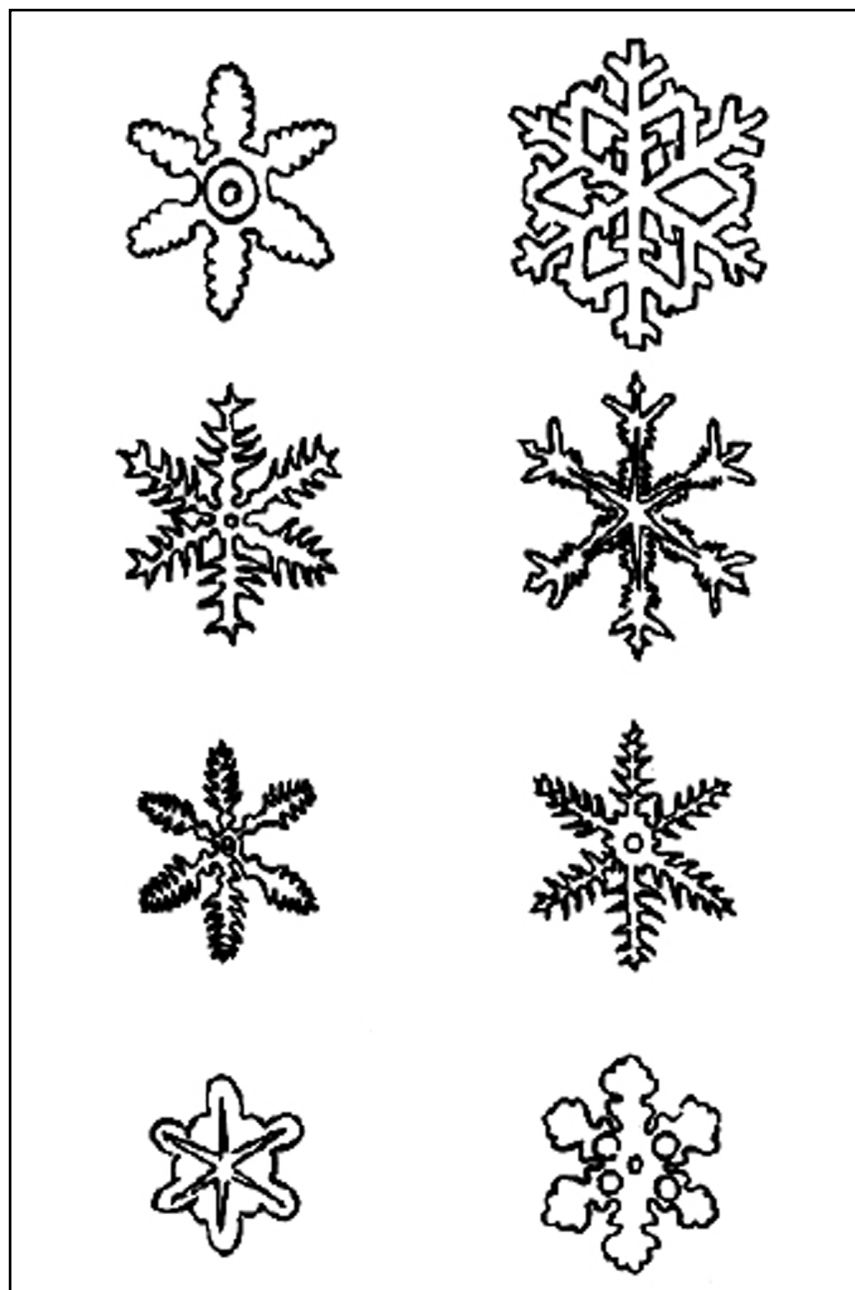


#### 4. О шестиугольных снежинках

В 1611 году появилась тоненькая книжка знаменитого ученого Кеплера, которую он назвал таким образом: «Новогодний подарок, или о шестиугольных снежинках». В этой книжке Кеплер размышлял о новогоднем подарке «славному придворному сановнику его императорского величества, господину Иоганну фон Вакенфельсу, золотому рыцарю, покровителю наук и философии». Мучительно думая о том, какой же подарок подарить, Кеплер вдруг заметил снежинки, тихо падающие на его одежду, «все как одна шестиугольные, с пушистыми лучами». Подарок найден! Кеплер подарит сановнику на Новый год снежинки.

Однако пытливый ум Кеплера мгновенно нашел и здесь, в простых снежинках, загадку. «Поскольку всякий раз, когда начинает падать снег, первые снежинки имеют форму шестиугольной звезды, но на то должна быть определенная причина. Ибо, если это случайность, то почему не бывает пятиугольных или семиугольных снежинок, почему всегда падают шестиугольные, если только от соударений не утрачивают форму, не сливаются во множество, а падают редко и порознь?»

Кеплер начал искать ответ на поставленный вопрос. Какой ответ нашел Кеплер? Об этом мы расскажем потом. Для нас сейчас главное заключается в том, что Кеплер понял правильно: снежинки имеют шестиугольную симметричную форму всегда и повсюду, где бы ни шел снег.



## 5. Кристаллы

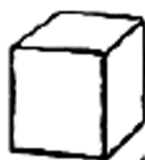
Древнегреческие философы Эмпедокл, Пифагор, Платон много занимались геометрическими фигурами, в том числе правильными, то есть симметричными многогранниками. А рядом с ними, буквально у них под ногами, лежало огромное царство вполне реальных, осязаемых многогранников – кристаллов различных руд и минералов. Но в сочинениях философов Древней Греции сведений о формах или свойствах кристаллов практически найти не удалось. Выдающиеся умы Эллады (Древней Греции) не обращали на это внимания. Правильная форма природного кристалла могла вызвать интерес, а иногда и восхищение, только если он, побывав в руках опытного ювелира, превращался в изысканную драгоценность.

Самим словом «кристалл» мы обязаны древним грекам. Первоначально оно означало лед. В «Илиаде» Гомер упоминает об источнике холодном, «как кристалл». А в «Одиссее» говорится, что в морозную ночь щиты героев покрылись «кристаллом».

Впоследствии кристаллом стали называть горный хрусталь – прозрачный кварц из-за его сходства со льдом.



# Кристаллы веществ



каменная  
соль



алмаз



берилл



турмалин



кварц



медный  
купорос



## 6. Пирамида и конус

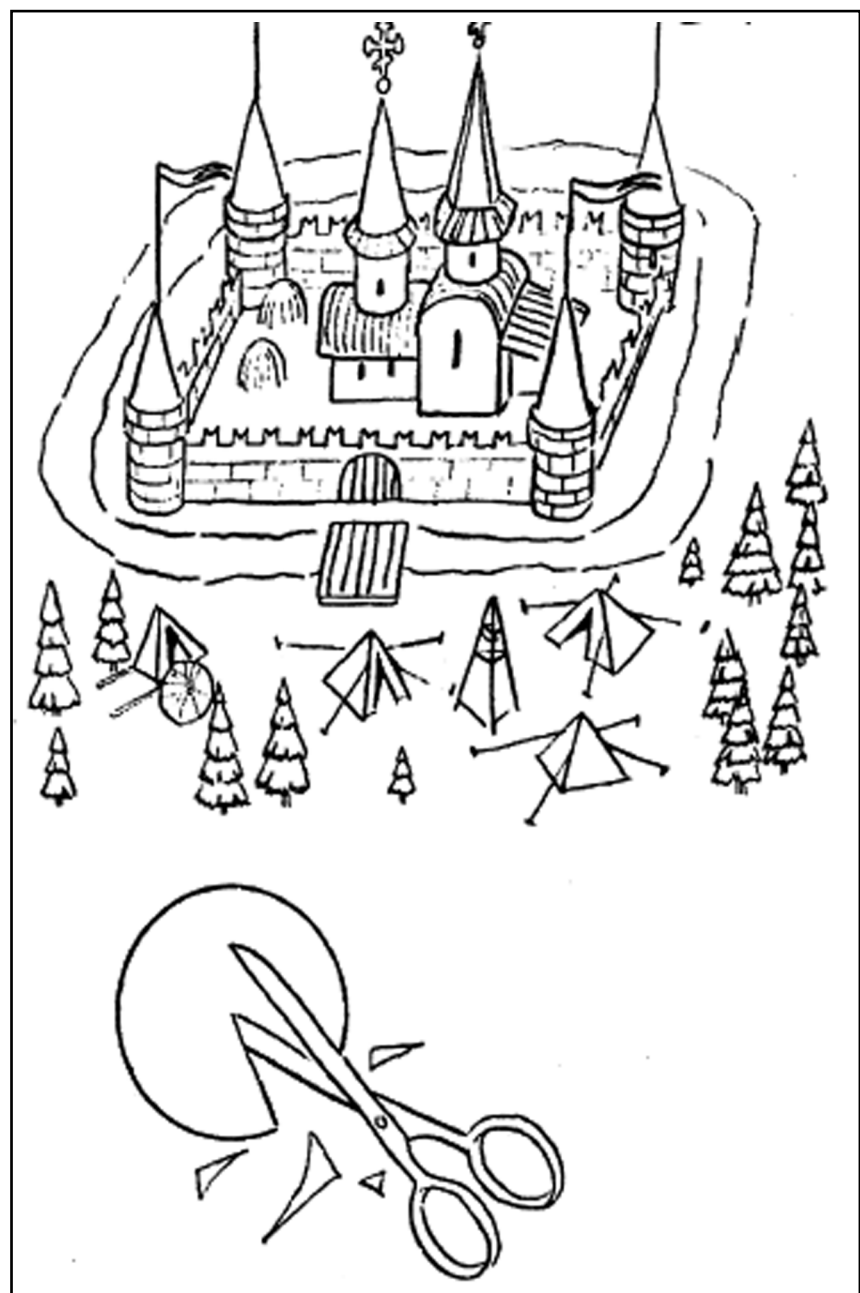
Представьте себе осажденную средневековую крепость. Над крепостными стенами возвышаются круглые башни. Они покрыты коническими крышами, которые напоминают воронки, перевернутые острым концом вверх. А вот четырехугольная башня: ее крыша имеет форму четырехугольной пирамиды. Вдали за стенами видны церковные шпили. Один – круглый, в форме конуса, другой – с шестью гранями, в виде шестигранной пирамиды.

Недалеко от крепости на опушке леса растут конической формы елочки. Там расположился лагерь осаждающего войска. Вот конические шатры воинов. А ближе к лесу – палатки, длинный шест в центре и четыре колышка, придерживающие края, по углам основания палатки. Это как бы уменьшенные в десятки раз копии знаменитых пирамид египетских фараонов. В центре лагеря – трехгранная пирамида наблюдательной вышки.

Не будем ждать начала боя. Ведь нас интересует сейчас только пирамиды и конусы. Возьмем лучше бумагу, ножницы и клей и смастерим несколько пирамид и конусов. Конус сделать очень легко. Нарисуйте круг и два его радиуса. Вырежьте часть круга, находящуюся между радиусами. Из оставшейся его части склейте колпачок. Приклейте к нему круглое основание и конус готов.

Пирамиду тоже можно сделать из колпачка. Склейте еще один колпачок, согните его по четырем радиусам бывшего круга. Загните внутрь нижние части граней поверхности так, чтобы все грани превратились в треугольники.

Теперь наклейте снизу четырехугольное основание – и получите четырехугольную пирамиду. А как склеить трехгранную или пятигранную пирамиду – догадайтесь сами.

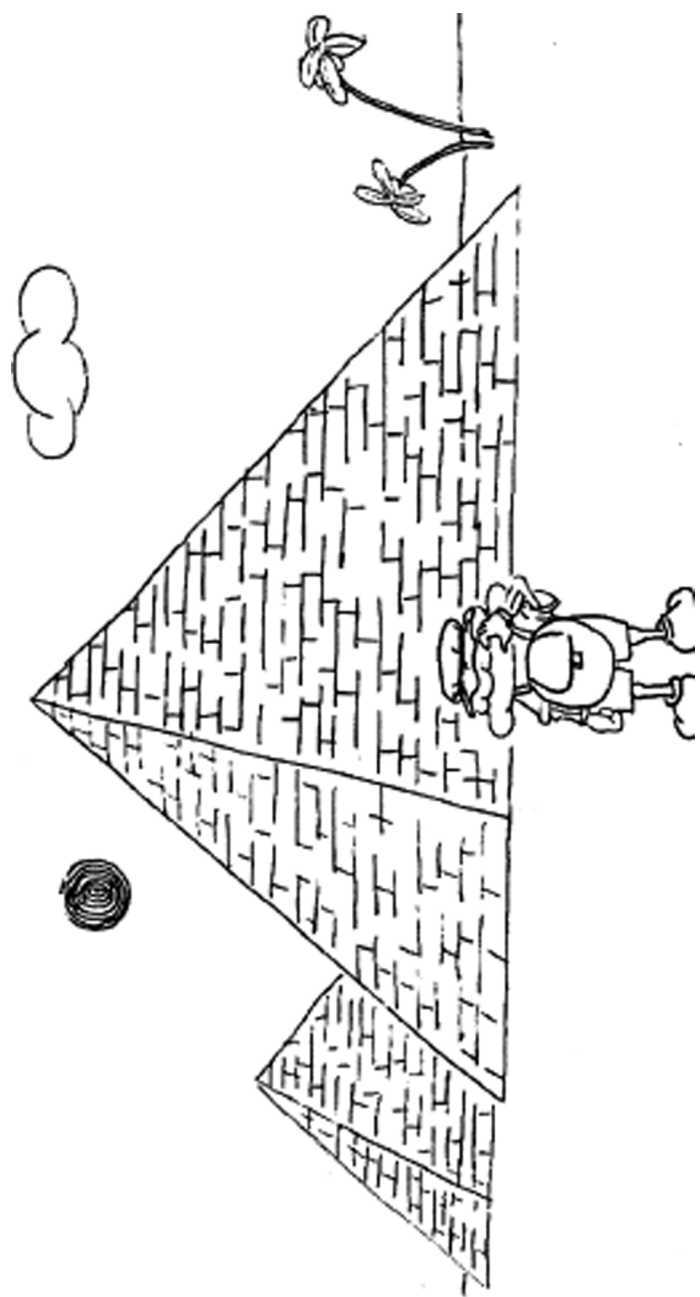


## 7. Египетские пирамиды

Эти колоссальные сооружения из камня, гробницы царей фараонов, были воздвигнуты в Древнем Египте около 5 тысяч лет назад. Фараон пользовался безграничной властью, и его считали равным богам. Величественные гробницы и после смерти фараонов должны были напоминать о могуществе их власти.

Самая большая из пирамид возведена по воле фараона Хеопса. Его высота – 147 м. По рассказам древнегреческого историка Геродота эту пирамиду строили сто тысяч человек в течение 20 лет. Под раскаленным египетским небом тысячи рабов выламывали каменными орудиями (железа и бронзы в те времена еще не знали) огромные каменные глыбы. Затем тащили они эти глыбы с помощью канатов к месту строительства, поднимали их по мере возведения пирамиды все выше и выше. Безвестные строители пирамид гибли от голода и непосильного труда.

Громадные пирамиды всегда поражали воображение людей. Недаром в древности их считали одним из Семи Чудес Света.



## 8. Куб и параллелепипед

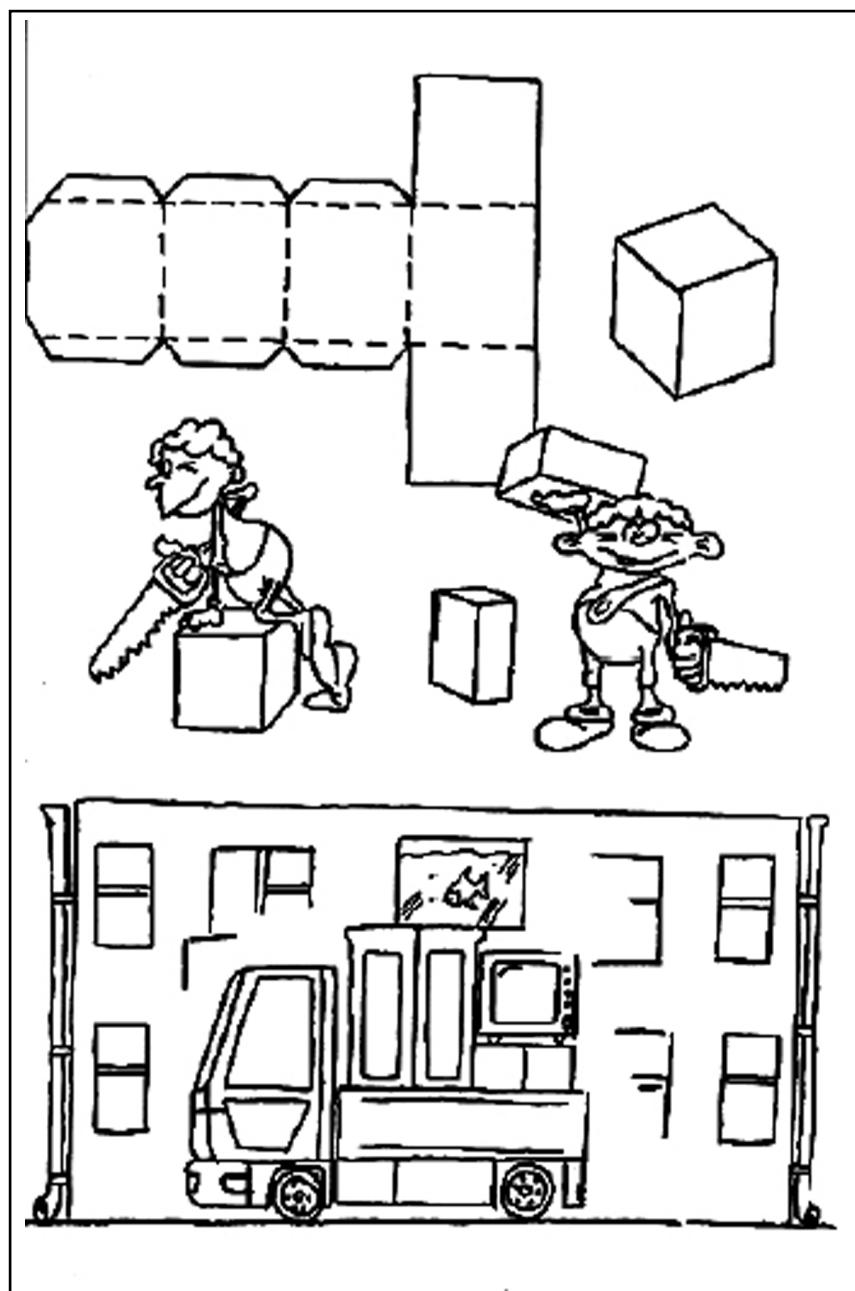
Каких только кубиков нам ни дарили в детстве! Деревянные и пластмассовые, красные и синие, большие и маленькие! И все эти кубики били родными братьями большого семейства кубов.

У каждого куба все шесть граней – 4 боковые грани и 2 основания – совершенно одинаковые квадраты. Все 12 его ребер имеют одинаковую длину, так что и длина, и ширина, и высота у куба одна и та же. Поэтому, если хотите сами сделать куб, посмотрите на наш рисунок и нарисуйте 6 одинаковых квадратов: 4 в ряд, 1 наверху и 1 внизу, вырежьте эту фигуру, сделайте 5 сгибов и склейте куб.

Что такое куб – вы уже поняли. А вот слово «параллелепипед» вам еще не знакомо. Куб – это тоже параллелепипед, первый из известных вам параллелепипедов. А если куб распилить параллельно граням, то получатся уже новые параллелепипеды.

Такие параллелепипеды называются прямоугольными. Ведь у них все углы четырех боковых граней и двух оснований прямые. Но бывают и такие параллелепипеды, у которых основания не прямоугольники, а параллелограммы, то есть четырехугольники с параллельными, но не обязательно перпендикулярными сторонами. Более того, параллелограммами могут быть и боковые грани, так что параллелепипед может быть наклонен к основанию.

Параллелепипедов, особенно прямоугольных, вокруг нас очень много. Коробки, книжки, ящики, шкафы и даже огромные новые дома чаще всего имеют форму параллелепипеда. Ведь у них все грани – это параллелограммы (даже прямоугольники), а противоположные грани обязательно параллельны. Но, в отличие от куба, ширина, высота и длина параллелепипеда могут сильно отличаться друг от друга.



## 9. Призма и цилиндр

Дома и на улице нам часто встречаются предметы цилиндрической формы. Крепостные башни и высокие трубы, силосные башни и колонны, цистерны и корабельные мачты, бревна и лыжные палки, бидоны и гири, бутылки и пробирки, барабаны и монеты – форма каждого из этих предметов в большей или меньшей степени напоминает цилиндр. Даже мужские шляпы были одно время похожи на цилиндр, они так и назывались – цилиндром. Цилиндром называют и цилиндрическую камеру, в которой движется цилиндрический поршень.

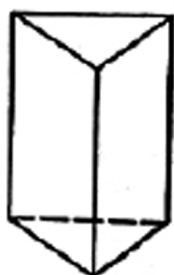
Наилучшее представление о форме цилиндра дают различные консервные банки – большие и маленькие, узкие и широкие. Любой цилиндр имеет боковую поверхность и два параллельных друг другу основания – верхнее и нижнее. Оба они одинаковые круги. Если соединить центры этих кругов отрезком, получится ось цилиндра. На любой высоте точки цилиндра одинаково удалены от оси: цилиндр не сужается и не становится шире ни внизу, ни вверху, не то что конус.

До сих пор мы знакомились с прямыми цилиндрами. У них боковая поверхность перпендикулярна основаниям. А вот знаменитая Пизанская башня в Италии напоминает по форме косоугольный цилиндр. Вы можете сами сделать косоугольный цилиндр, отпилив наискосок оба конца у круглой палки. Только не забудьте проследить за параллельностью оснований.

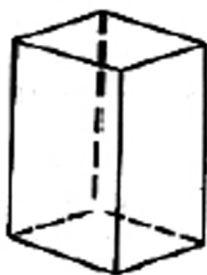
Из цилиндра легко сделать призму. Возьмите цилиндрическое полено, прямое или косое. Отколите все его круглые бока, ударяя топором параллельно оси цилиндра полена. Если понадобится три удара топора – получилась трехгранная призма. Вообще же у призмы может быть как угодно много граней. И все они параллелограммы, так как у них противоположные стороны параллельны.



Призма



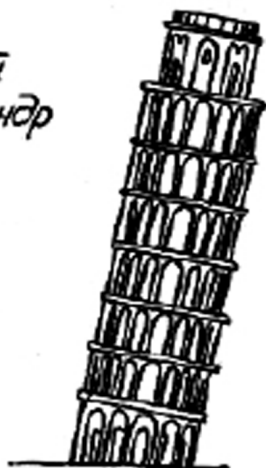
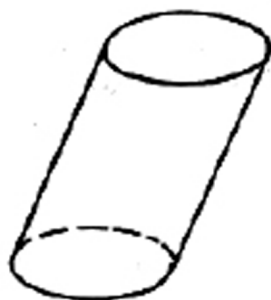
Призма



Цилиндр



Косой  
цилиндр



## 10. Окружность и круг

Много круглых предметов вокруг нас. Одни из них напоминают круг. Это лепешки и блины, медали и монеты, ломтики лимона. Другие - обруч, велосипедное колесо, тоненькое колесо – очень похожи на окружность.

Чем же отличаются друг от друга круг и окружность? Круг – это все то, что ограничено окружностью. А окружность – это только краешек круга.

Окружность – линия. Ее можно нарисовать, обведя тонкой линией поставленный на бумагу круглый стакан. Можете воспользоваться циркулем. А если его нет, положите лист бумаги на деревянную дощечку, воткните в нее кнопку, к ножке которой привязана крепкая нить, и прикрепите к другому концу нити карандаш, натягивая им нить, проведите замкнутую линию – окружность.

Круг – плоская фигура. Ее можно вырезать. Вырежьте аккуратно часть листа вдоль окружности, и у вас в руках окажется круг.

Круг и окружность – близнецы, брат и сестра. Они всегда вместе: нарисовали окружность – возник круг, вырезали круг – ножницы обозначили окружность.

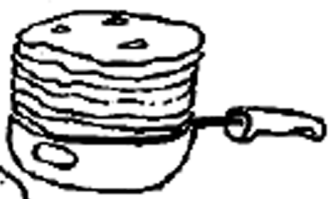
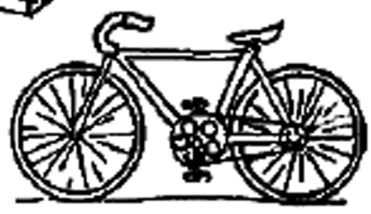
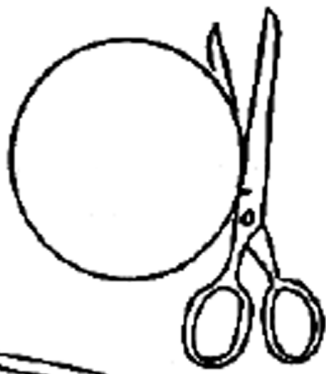
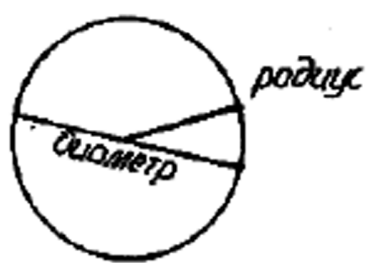
Точка, куда ставится циркуль, называется центром окружности и круга. Легко найти центр у лимонного ломтика и велосипедного колеса.

Спице колеса от телеги, отрезки, соединяющие центр с точкой на окружности, - это радиусы окружности и круга. А два радиуса, находящиеся на одной прямой, продолжающие друг друга, образуют диаметр.

Много, очень много интересного, занимательного можно рассказать о круге и окружности, об их радиусах и диаметрах.

Круг

Окружность



## 11. Шар

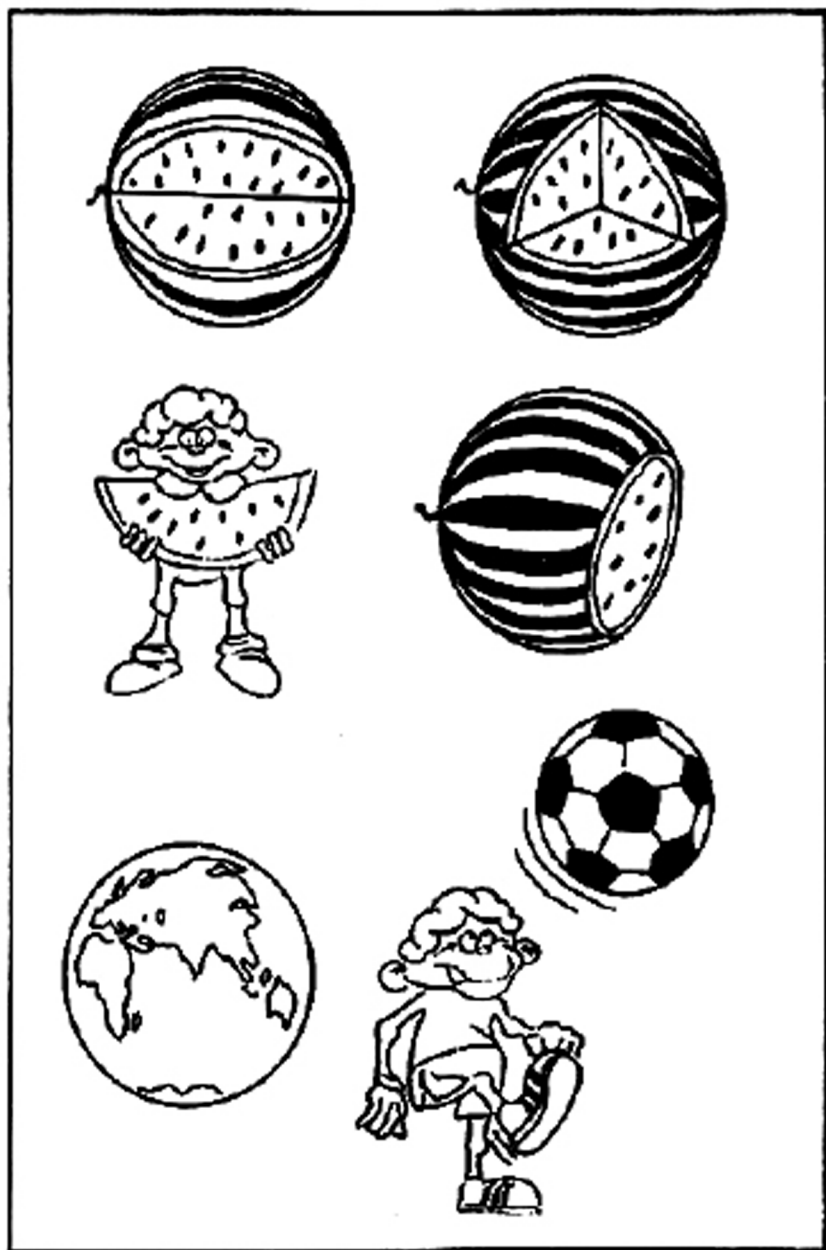
Форма шара самая симметричная. Многие тела и предметы имеют форму шара. Маленькие круглые дробинки и гигантские шарообразные звезды. Вкусные арбузы и воздушные шары. Мирные шары стеклянных плафонов и совсем не мирные пушечные ядра.

Редкая игра обходится без шаров – больших волейбольных футбольных и баскетбольных мячей, маленьких мячиков для настольного тенниса, бильярдных шаров.

В центре шара есть очень интересная точка. Она так и называется – «центр шара». Если направится из центра в путешествие по прямой линии, то, в какую бы сторону мы ни двигались, расстояние от центра шара до его поверхности будет всегда одно и то же. Это расстояние называется радиусом шара. У маленьких дробинок и радиус крошечный, а у огромной Луны радиус равен 1737 км.

Два радиуса, направленные в противоположные стороны, но лежащие на одной прямой, образуют диаметр шара. Он всегда в два раза длиннее радиуса.

В каком бы месте ни разрезали шар на две части, срез обязательно будет иметь вид круга. Вы можете сами убедиться в этом, разрезав арбуз. Самый большой круг получится, если провести нож через центр шара. У этого круга такой же радиус, как и у самого шара.

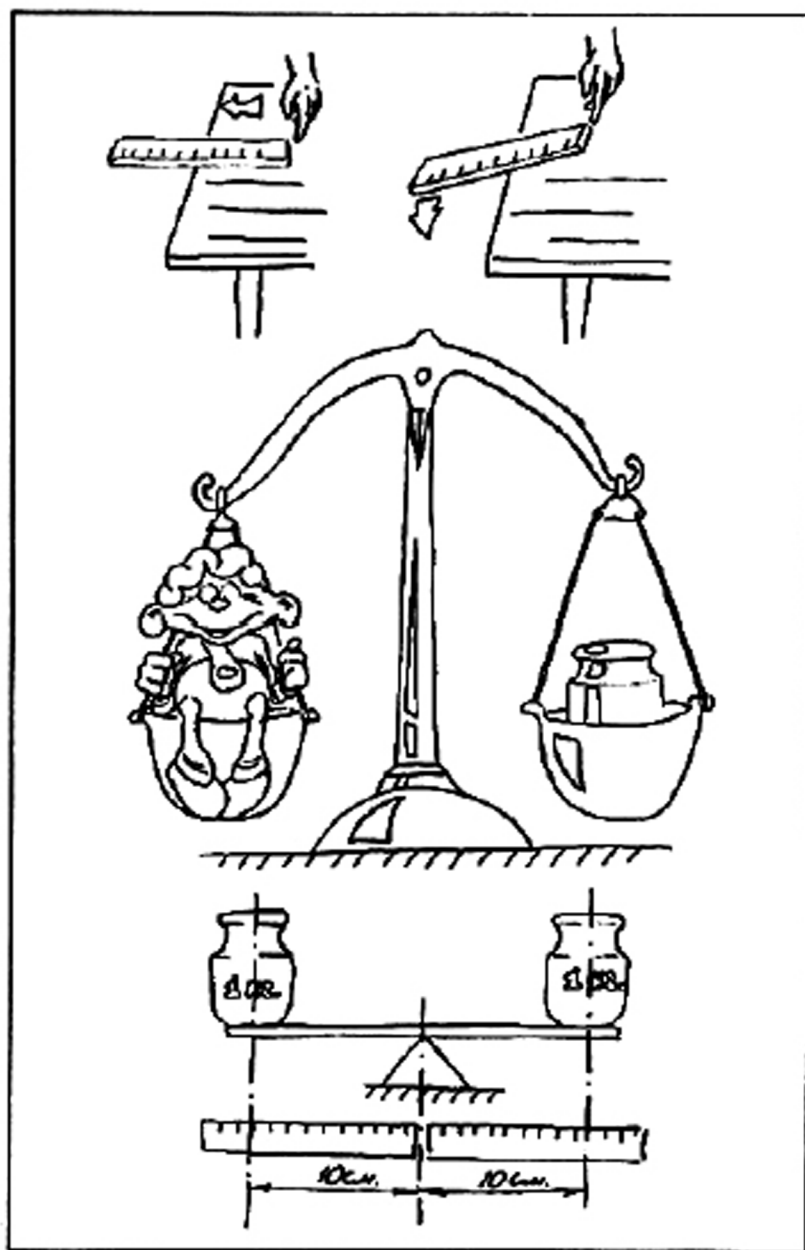


## 12. Что такое равновесие?

Прделаем простой опыт. Положим на край стола деревянную или пластмассовую линейку и медленно начнем ее выдвигать. В какой-то момент линейка перевернется через край и упадет на пол. До своего «кувырка» в каждом положении линейка, как говорят, находилась в РАВНОВЕСИИ. Вслушаемся в это слово. Каков его смысл? Равный вес, уравновесить. То есть какие-то веса, то ли разных тел, то ли частей одного тела сделать ОДИНАКОВЫМИ. НАРУШИЛИ равновесие – и тело вышло из покоя.

Еще один опыт. Чтобы взвесить какой-либо груз, мы можем воспользоваться рычажными весами. Они вам наверняка хорошо знакомы как коромысло с двумя подвешенными чашечками. Груз кладут на чашечку, гирьки – на другую, и добиваются того, чтобы коромысло стало горизонтальным, ровным. Отсюда – и РАВНОВЕСИЕ.

Для полного равновесия весов необходимо выполнение еще одного условия: грузы должны располагаться на ОДИНАКОВЫХ расстояниях от ОСИ, на которой качается коромысло.



### 13. Алиса и Кот говорят о том, что такое форма

Когда Алиса пришла в себя от изумления, земной шар был уже далеко.

- Земля и мяч действительно похожи друг на друга, - сказала Алиса, провожая взглядом уплывающий мяч-глобус-земной шар.

- Они не просто похожи, - отозвался Кот. – Они *подобны друг другу!*

- Что это значит? – не поняла Алиса.

- Это значит, что у них одинаковая *форма*, - ответил Кот.

- А что такое форма? – задала Алиса новый вопрос (она была довольна, что теперь, наконец, спрашивает она)

- Сейчас это ты поймешь на собственном примере, - сказал Кот и стал так быстро увеличиваться, что Алиса испугалась.

- Ты стала сейчас в десять раз меньше, - к ее удивлению сказал Кот, - но форма твоя осталась прежней.

- По-моему, я осталась такой же, какой была, - возразила Алиса, оправившись от испуга. - А вот *вы* стали в десять раз больше!

- Нет, - настоял на своем Кот. – Это *ты* стала меньше! Впрочем, - посмотрел он по сторонам, - здесь мы все равно не сможем разрешить наш спор.

- Конечно, - согласилась Алиса, тоже посмотрев вокруг. - Ведь здесь мы можем сравнивать себя только *друг с другом!*

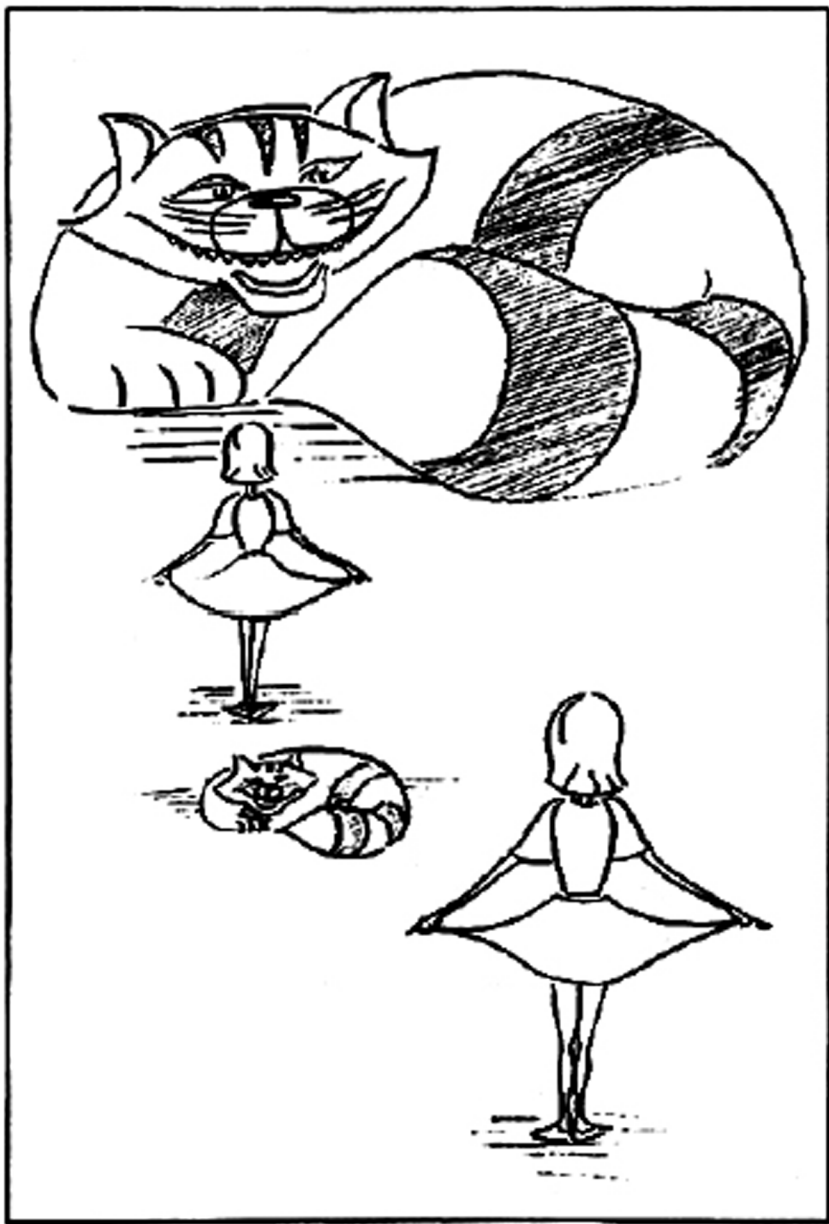
И Кот сразу же уменьшился до размеров Алисы. (Или Алиса увеличилась до размеров Кота? Это осталось загадкой).

- Кажется, я поняла, что такое форма, - сказала Алиса.

- Это то, что сохраняется, когда меняются только размеры!

- Правильно, - подтвердил Кот.





## 14. О близнецах

Одним из удивительных симметрий в природе является рождение близнецов. Близнецы-дети настолько похожи друг на друга, что часто даже родители не могут отличить их.

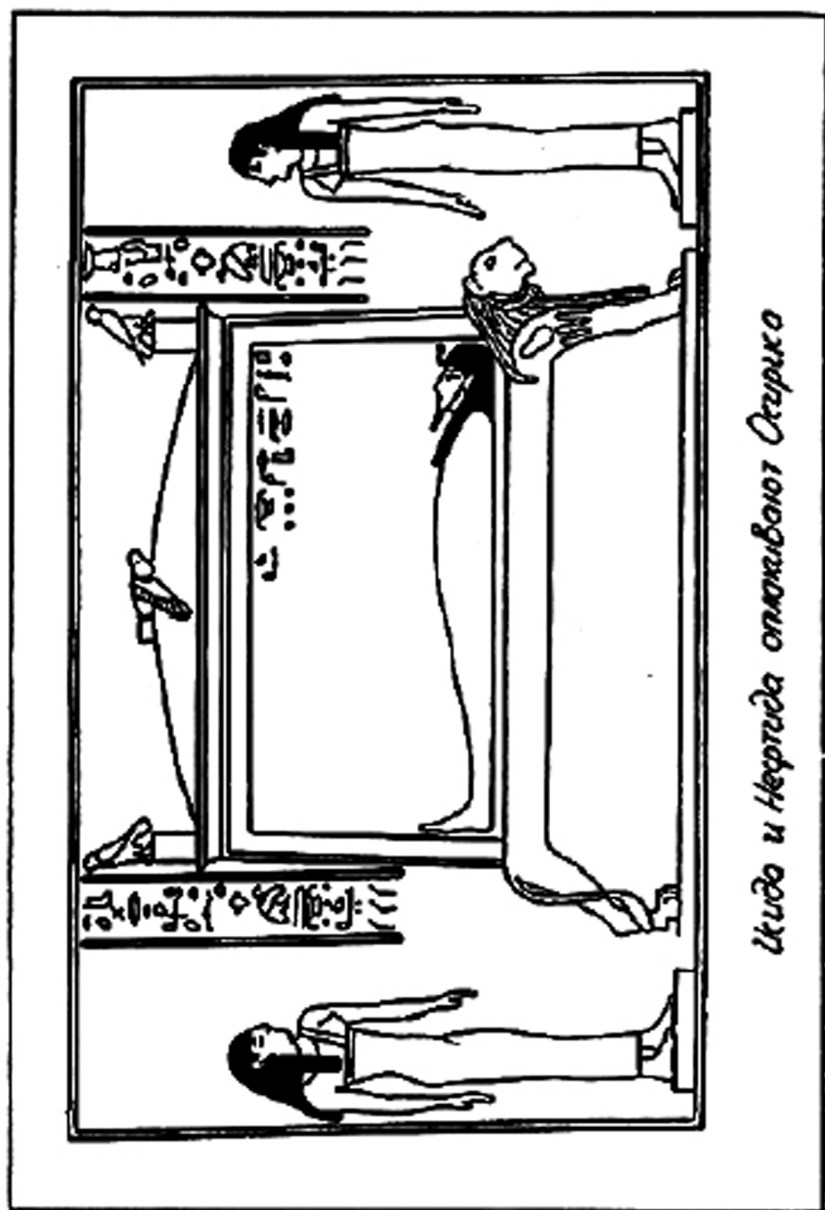
Появление на свет близнецов для древних людей было настолько необычным явлением, что о них складывались мифы, легенды. В них очень часто подчеркивалась противоположность близнецов. Один олицетворял добро, положительное начало, другой – зло, отрицательное начало. Во многих религиях боги являлись близнецами.

Осирис, повелитель царства мертвых, главное божество в Древнем Египте, был братом-близнецом такой же божественной Исиды.

В древнеперсидской религии были известны близнецы Ахурамазда, бог добра и света, и Ахриман, бог зла и тьмы. В древнеиндийском культе богов почитались братья-близнецы Ашвины. Им молились как заступникам за бедных, детей, любящих. В древнейшем священном писании индусов Ведах им посвящено 54 божественных гимна.

В античной римской мифологии часто встречаются подкинутые близнецы, вскормленные животными и спасенные людьми. Самыми известными из них являются Ромул и Рем, сыновья бога войны Марса. Они были вскормлены волчицей и воспитаны пастухами. Согласно мифу, в 753 г. до н.э. ими был основан город на том месте, где они были найдены.

Ромул, стремясь к единовластию, убил своего брата Рема и стал первым царем Рима. Близнецы увековечены в городском гербе Рима.

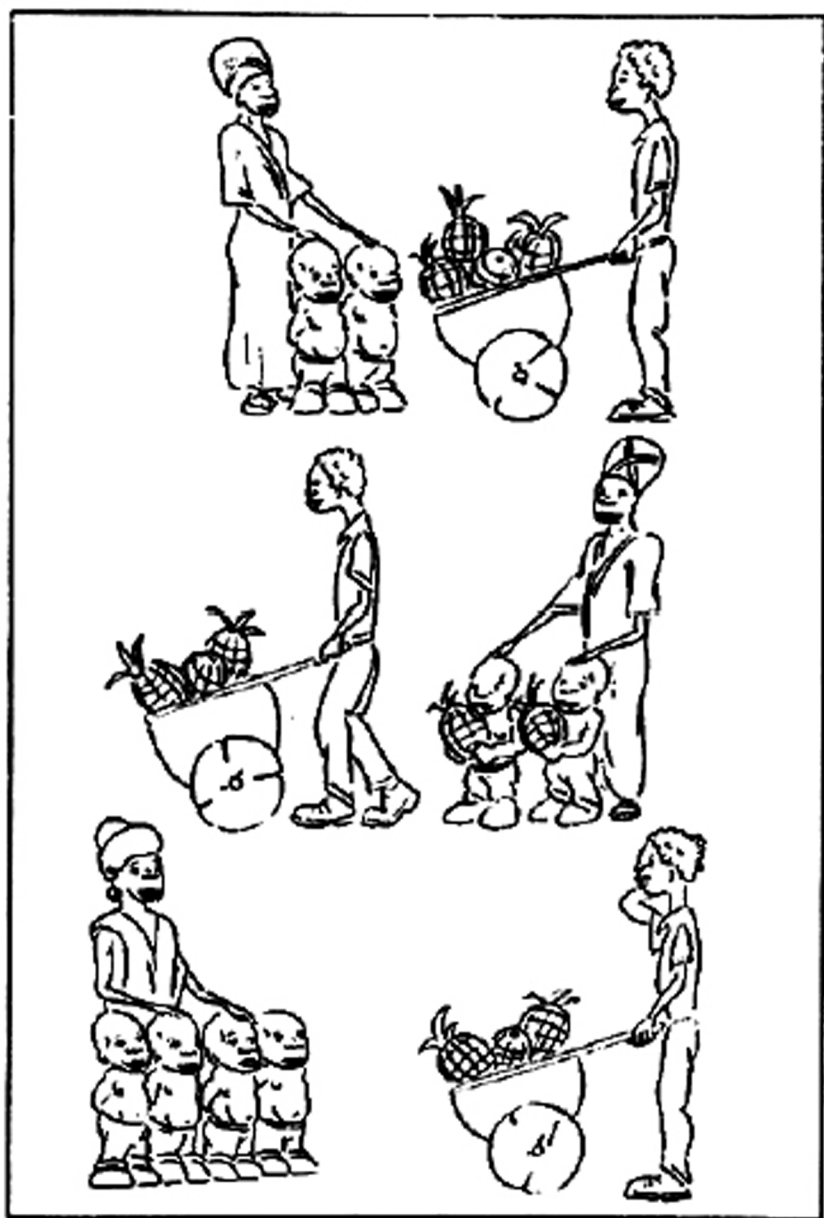


Исис и Нептиса оплакивают Сетирика

## 15. Об отношении к близнецам в одной африканской стране

В верховьях реки Конго мать близнецов должна была точно соблюдать следующий ритуал: ребенка, родившегося первым, она всегда носила в правой руке, а рожденного вторым – на левой руке. Если к ней обращались с приветствием, она должна была дважды благодарить, то есть за каждого ребенка отдельно. Если она сама приветствовала кого-нибудь, то также должна была это сделать дважды, чтобы оба ребенка были послушными. По той же самой причине она должна была есть обеими руками, иначе один ребенок останется в упитанности. Она получала двойные подарки с тем, чтобы ни один из близнецов не почувствовал себя обойденным.

В настоящее время существует много легенд и особых ритуалов, посвященных близнецам. Этнолог Ян, который в 70-х годах путешествовал по Африке, пишет, что шиллуки (племена) на Белом Ниле рассматривают близнецов как «дар небес», называют их «двумя божествами». Люди племени нузры называют близнецов «божьи дети» или «люди сверху». Во многих племенах считают, что близнецы злые и у них «дурной глаз». Удуки обвинят в этом мать близнецов. У них бытует мнение, что с близнецом надо быть очень осторожным. Например, если его днем оскорбят или накажут, то ночью, когда он будет спать, из его подмышек или ладоней выйдет скорпион, который отомстит его врагу. Поэтому нельзя им отказывать ни в одном их желании, так как близнецы повелевают скорпионами.



## 16. Странные часы

Ха-Ха нагнулся и поднял предмет, из-за которого он спорил со своим братом, и протянул его Алисе.

Это были часы. Однако таких странных часов Алиса не видела никогда! Все цифры, за исключением нуля и восьмерки, были написаны **НАОБОРОТ**, и к тому же числа на циферблате шли в **ОБРАТНОМ** порядке: после перевернутого числа «12» шло перевернутое «11», потом «10»... и так до «1».

Пока Алиса рассматривала часы, минутная стрелка сдвинулась, и Алиса увидела, что стрелка движется не по «часовой стрелке», а в **ПРОТИВОПОЛОЖНУЮ** сторону!

- Ну, скажи, зачем мне такие часы? – спросил Ха-Ха. – Я пытался вернуть их обратно, но Ах-Ах ни за что не хотел их брать!

- Возвращать подарок не очень хорошо, - заметила Алиса.

- Я надеюсь, что Ах-Ах подарит мне тогда что-нибудь другое, - признался Ха-Ха.



## 17. Кто кого видит в зеркале

Алиса вступила в лес. Она шла и прислушивалась: не слышно ли рычание диких зверей? И вдруг ее настороженное ухо уловило звуки человеческого голоса. Или это были ДВА голоса?

Тут лес расступился, и Алиса вышла на большую поляну. Посреди поляны два маленьких толстеньких человека о чем-то спорили, широко размахивая руками. Человечки были очень похожи и к тому же повторяли движения друг друга.

- Но как они похожи друг друга! – воскликнула Алиса.

Человечки мигом прекратили возню.

- Это мы-то похожи?! – в один голос вскричали они.

- Очень похожи, – подтвердила Алиса. – Таких похожих людей я не встречала ни разу в жизни!

- Но ведь у нас нет ничего **ОДИНАКОВОГО!** – воскликнул один из человечков.

- Совсем ничего! – добавил другой.

Приглядевшись, Алиса увидела, что у человечков действительно все разное. И вообще, выглядели они более чем странно!

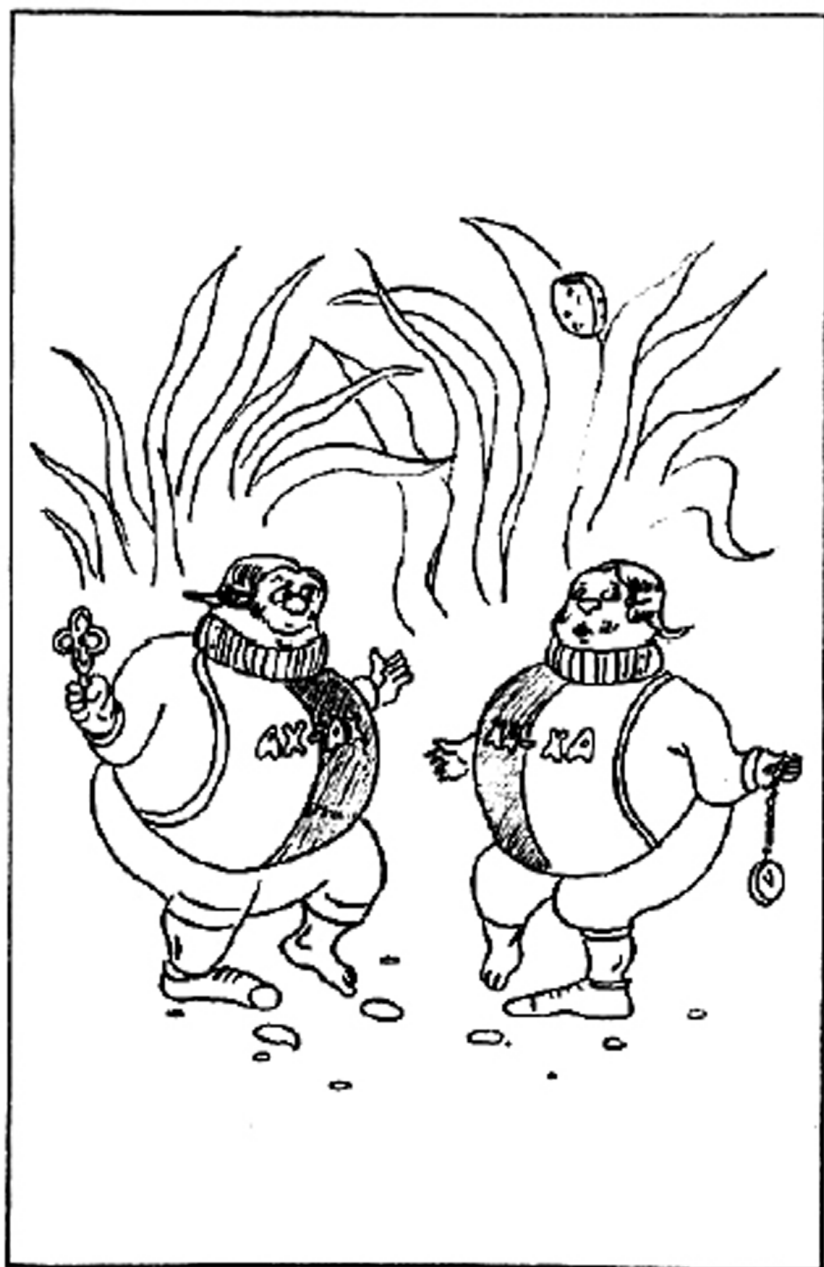
У каждого из них, например, было по **ОДНОМУ** башмаку с большим бантом, только у одного человечка башмак был на **ЛЕВОЙ** ноге, у другого – на **ПРАВОЙ**. Каждый человек был одет в свитер, но у одного левая половина свитера была красная, а правая синяя, а у другого наоборот: левая – синяя, а правая – красная. У одного из человечков на свитере большими буквами было вышито «Ха-Ха», а другого – «Ах-Ах». И, наконец, у каждого человечка было по синяку на лбу, но у одного – слева, а у другого – справа!

И все-таки, посмотрев на человечков внимательнее, Алиса нашла, что у них **ОБЩЕГО**.

- Вы оба в точности **ОДНОГО** роста! – воскликнула она.

Человечки тут же померились ростом – Алиса оказалась права!





## 18. Траляля и Труляля

Они стояли под деревом, обняв друг друга за плечи, и Алиса сразу поняла, кто из них Труляля, а кто – Траляля, потому что у одного на воротнике было вышито «ТРУ», а у другого – «ТРА».

А «ЛЯЛЯ», верно, вышито у обоих сзади, - подумала Алиса. Они стояли так неподвижно, что она совсем забыла о том, что они живые, и уже собиралась зайти им за спину и посмотреть, вышито ли у них на воротнике сзади «ЛЯЛЯ», как вдруг тот, на котором стояло «ТРУ», сказал:

- Если ты думаешь, что мы из воска, выкладывай тогда денежки! За просмотр деньги платят! Иначе не пойдет! Ни в коем разе!

- И задом наперед совсем наоборот! – прибавил тот, на котором было вышито «ТРА». – Если по-твоему мы живые, тогда скажи что-нибудь.

- Пожалуйста, простите меня, - сказала Алиса, - я не хотела вас обидеть.

- Я знаю, о чем ты думаешь, - сказал Труляля, - но это не так! Ни в коем разе!

- И задом наперед, совсем наоборот, - подхватил Траляля. – Если бы это было так, это бы еще ничего, а если бы ничего, оно бы так и было, но так как это не так, так оно и не этак! Такова логика вещей!

- Я думала о том, - сказала вежливо Алиса, - как бы мне побыстрее выбраться из этого леса. Уже темнеет... Не покажете ли вы мне дорогу?

Но толстяки только переглянулись с усмешкой.



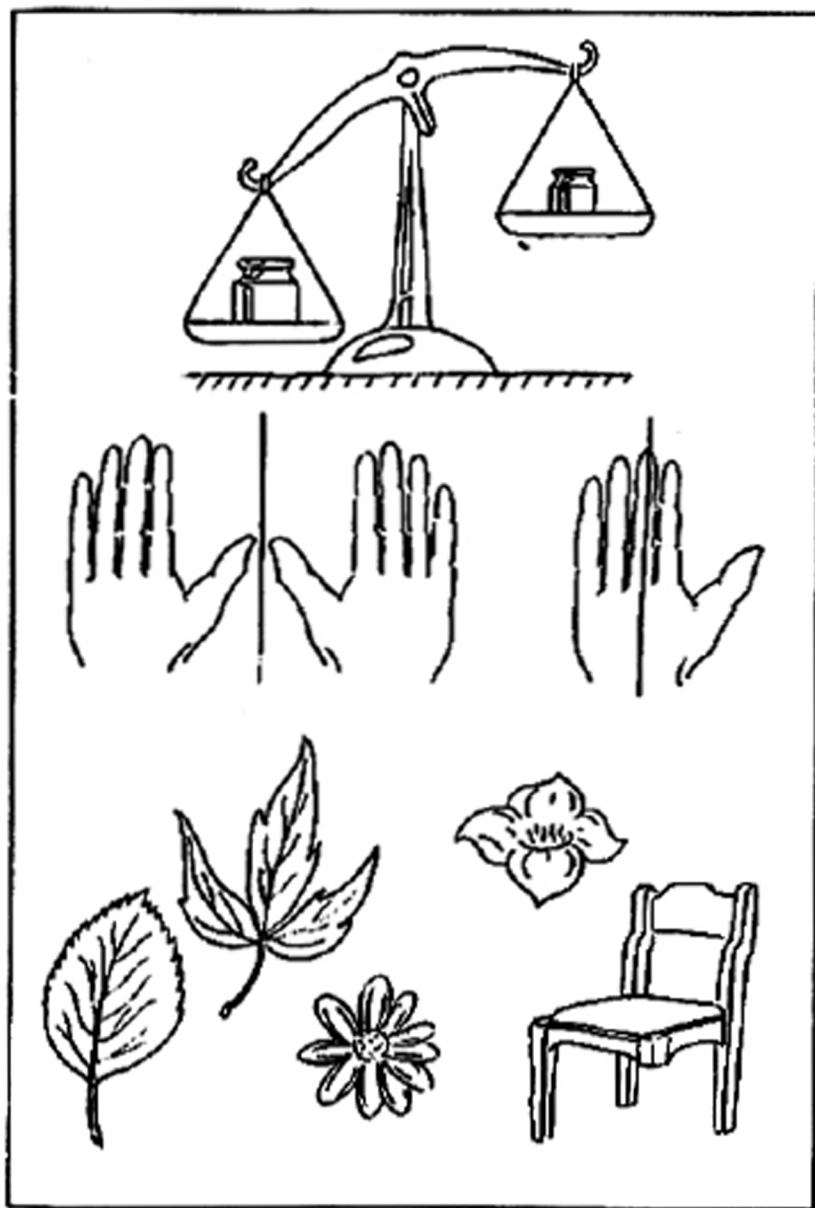
## 19. Что такое асимметрия?

Когда весы выходят из положения равновесия, одна чаша весов поднимается, другая опускается, и весы теряют свой симметричный вид. Нарушение симметрии или отсутствие симметрии назвали асимметрией. Асимметричны все те вещи или предметы, которые не одинаковы, не похожи друг на друга или состоят из неодинаковых частей. Обе руки человека вместе симметричны, но каждая рука в отдельности – правая или левая – асимметричны. Мы никак не сможем разделить руку пополам, как это можно сделать с симметричными листьями. Кстати о листьях. Если внимательно к ним присмотреться, то окажется, что не все листья симметричны, можно заметить, что средняя прожилка многих листьев делит их на две неравные части и поэтому эти листья асимметричны.

Асимметричной станет и ромашка, если сорвать с нее один или несколько лепестков.

А представляете себе поломанный стул без одной ножки? На нем уже невозможно сидеть, он потерял свою симметрию, стал асимметричным, неудобным и некрасивым.

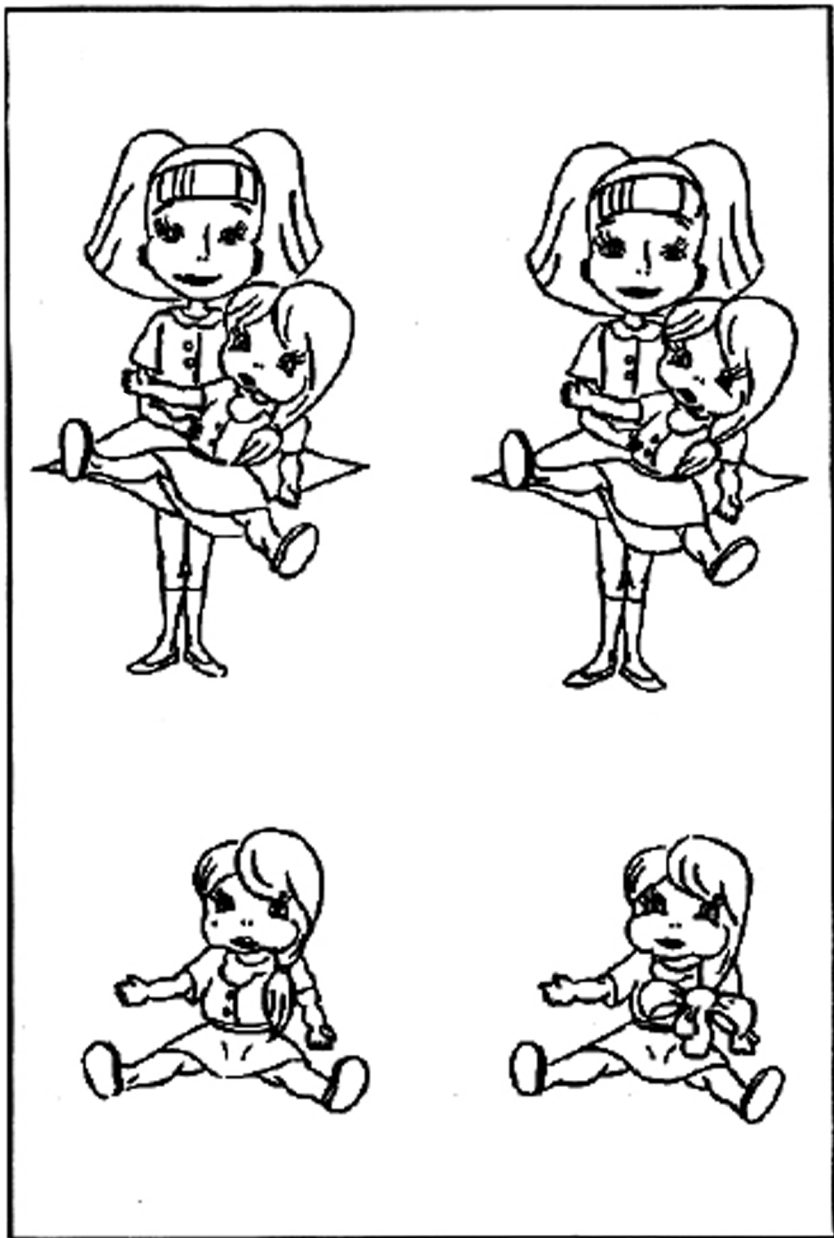
А что скажете об асимметричном самолете или асимметричной лодке?



## 20. Асимметрия помогает узнавать

Жили-были две сестрички – Таня и Лена. Они были близнецами и, как это почти всегда бывает в таких случаях, совершенно одинаково одевались. Из-за этого папа сердился, потому что он часто их путал. Таню называл Леной и наоборот. А мама не путала и говорила, что они, правда, похожи, но все же отличаются друг от друга.

Однажды сестрам купили куклы – две одинаковые куклы, чтобы ни одна из них не обиделась. Одну куклу назвали Верой, другую – Лерой. Поигрались каждая со своей куклой и положили в коробку. На следующее утро они открыли коробку, чтоб снова поиграться, но никак не могли определить – какая из кукол Вера, а какая Лера. Папа сказал: «Вы путаете своих кукол, потому что они симметричны во всем. Надо сделать их асимметричными и тогда вы без труда сможете отличить их друг от друга». «А что можно сделать?» - поинтересовались девочки. «Ну, например, вплетите в косичку одной куклы бантик, - ответил папа. – А вообще можно сделать что угодно, лишь бы то же самое не повторили на другой кукле». Таня вплела в косичку своей куклы бантик, а Лена на щеке своей куклы нарисовала родинку. После этого каждая из девочек с легкостью узнавала свою куклу. Так асимметрия помогла девочкам различать свои куклы.



## 21. Парадокс симметрии

Большинство зданий зеркально симметричны. Но архитектурные сооружения очень часто изображают не с фасада, где зеркальная симметрия просматривается наиболее полно, а сбоку. И мы понимаем, что так сооружение смотрится лучше, оно производит более сильное эстетическое впечатление. Налицо парадокс симметрии: мы одновременно воспринимаем сооружение симметричным (таким, как создал его зодчий) и асимметричным (таким, как мы его видим). Это парадоксальность создает остроту и выразительность.

Целые архитектурные ансамбли строились в расчете на парадокс симметрии. Площадь св. Петра в Риме симметрична. Но в центре путь к собору прегражден: зодчий поставил обелиск, и зрители вынуждены подходить к собору не с фасада, а с боку.

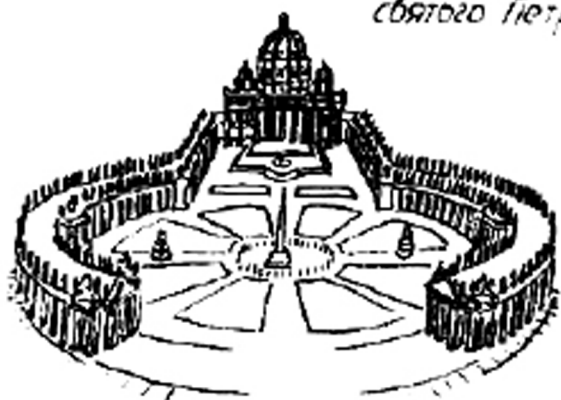
Скульптура, как и архитектура, тоже дает множество ярких примеров использования симметрии для решения эстетических задач.

Посмотрим на гробницу Джулиано Медичи, созданную великим итальянским скульптором и художником Микеланджело. В целом явно симметричная композиция, если не рассматривать скульптурные фигуры. Но даже и они расположены симметрично. Фигура женщины (Ночь) и фигура мужчины (День) изображены примерно в одинаковых позах, они примерно одинакового размера и массы. Но это разные фигуры, и когда мы сознаем это, возникает чувство асимметрии, появляется выразительность. Мы начинаем искать различия между фигурами, непроизвольно анализируем их позы, тем самым всматриваемся и воспринимаем детали скульптур. Этого и добивался Микеланджело, в этом один из секретов его искусства.

То же самое можно сказать и о фигуре самого Джулиано Медичи. В целом симметричная поза, но легкий разворот туловища, положение ног, разворот головы делает фигуру асимметричной, интересной.



Площадь  
святого Петра



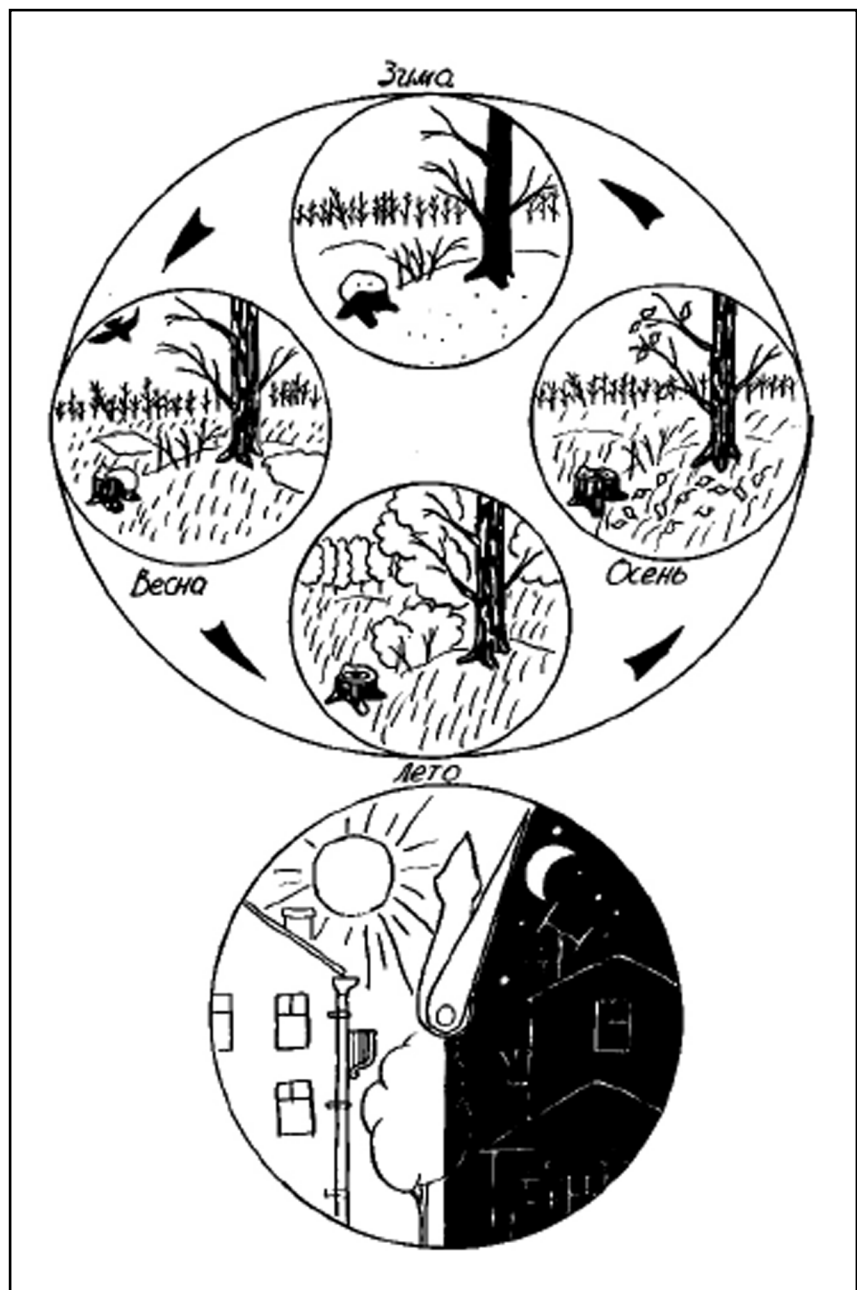
Гробница  
Джулиано Медичи

## 22. Симметрии во времени

Обычно время мы не замечаем просто потому, что время нельзя увидеть глазами. Но когда наступает утро, постепенно переходящее в вечер и ночь, мы говорим: «Прошел еще один день». И тогда мы начинаем понимать, что живем не только в пространстве, которое окружает нас в виде предметов, квартиры, домов, городов, лесов и гор, но и во ВРЕМЕНИ, в течении которого что-то происходит – встает солнце, затем мы встаем, идем в школу, работаем или учимся, а на улице постепенно темнеет, мы возвращаемся домой и, перед тем как заснуть, думаем: «Прошел еще один день». И весь секрет времени в этом маленьком слове «еще». Оно означает, что так было вчера, так произошло сегодня, так же будет завтра. Действительно, во времени многое повторяется, и это очень напоминает повторение узоров на коврах и орнаментах. Если не будет туч на небе, то каждое утро мы увидим восход солнца, а каждый вечер – его закат. День сменяется ночью, ночь – днем, день снова сменяется ночью, и так может повторяться до бесконечности. Это – симметрия чередования дня и ночи.

С тем же постоянством повторяются времена года. После холодной зимы наступает теплая весна, которая переходит в жаркое лето, и, наконец, прохладная осень. А дальше все повторяется сначала – зима, весна, лето, осень.

Каждое время года имеет свои цвета. Поэтому в течение года мы можем увидеть, как белое сменяется зеленым, зеленое – пестрыми цветами, а затем наступает время появления золотистых и желтых цветов. Год кончается, цвета блекнут и снова появляется белый цвет. И так повторяется каждый год – зима, весна, лето, осень и снова зима, весна, лето, осень – как в бесконечном длинном узоре. Это – симметрия времен года.

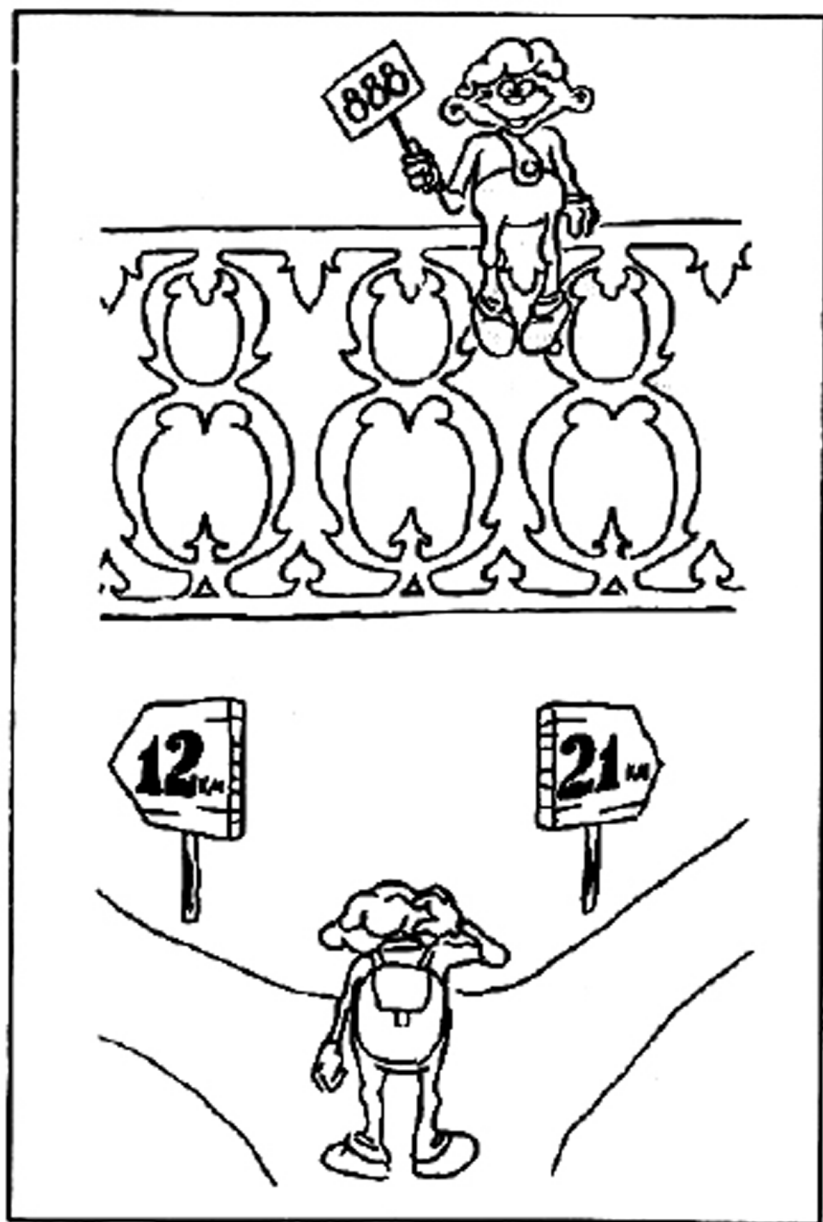


## 23. Симметрия чисел

Числом обозначают количество каких-либо предметов или вещей. Каждое число записывается определенным образом. Это знаки. Все великое – бесконечное – множество чисел можно записать с помощью десяти знаков – цифр – 1,2,3,4,5,6,7,8,9,0. Они все разные и напоминают узоры. Сравним, например, две комбинации чисел – 827 и 888. Первое узор-число ничего не напоминает (правда, если очень сильно захотеть, то можно что-то придумать!), а вот второе узор-число напоминает часть решетки, ограды или забора, в которых какая-то часть (доска в заборе или определенный узор металлической ограды) повторяется много раз и как бы переносится на новое место. Поэтому говорят, что такие узоры, а в нашем случае числа, обладают переносной симметрией.

Можно получить и такие числа, которые напоминают правую и левую руки человека, например, 12 и 21, 827 и 728. Такие числа можно так и назвать – «правыми» и «левыми», или зеркальными, потому что зеркало меняет местами правое и левое. Поэтому в числе 827 числа 8 и 7 меняются местами, а 2, так как она находится в середине, остается на своем месте и получается число 728.

Есть и другие симметричные числа такие, как 121, 42824, 3773, 16161616. В симметричных числах мы видим определенную закономерность и порядок, поэтому очень быстро, с одного взгляда, можно определить, является число симметричным или асимметричным, то есть не симметричным.

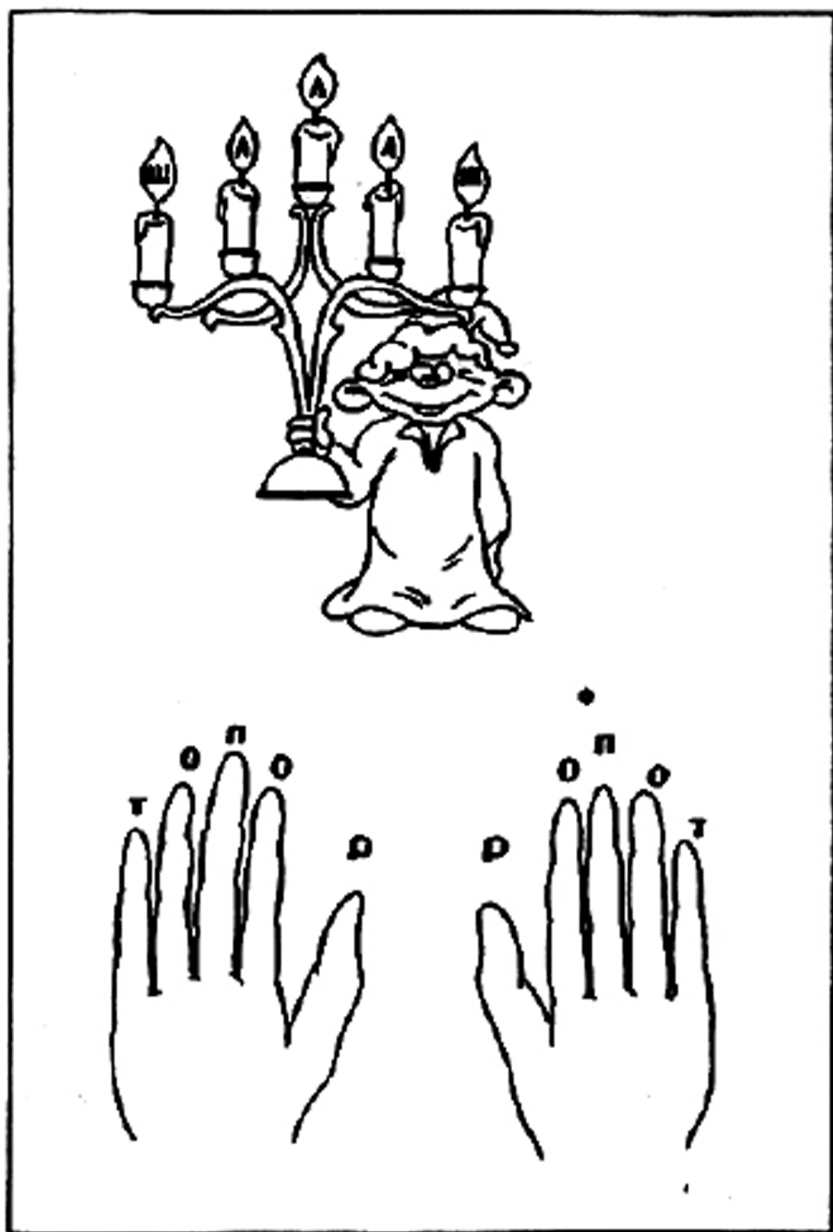


## 24. Симметрия слов

Среди множества слов, употребляемых нами каждый день, оказывается, можно найти и такие, которые подчиняются законам симметрии. Есть слова, которые одинаково произносятся независимо от того, откуда читать – с начала или с конца. Например, казак, шалаш, шабаш, поп, кабак, ротор, радар, мадам, око, топот, а среди имен – Алла, Анна, в том числе иностранные – Отто, Боб, Тит, Анана.

А есть слова, напоминающие зеркальных двойников, подобно руке, отраженной в зеркале. Ведь можно показать, что правая рука, отраженная в зеркале, превращается в левую, и наоборот, левая рука, отраженная в зеркале, превращается в правую. Это слова-перевертыши. Они имеют смысл и значение также и при чтении справа налево, то есть с конца, например, топор-ропот, марш-шрам, Милан-налим, мир-Рим, нос-сон, сорт-трос, кот-ток, арбуз-зубра, торг-грот, бук-куб.

Можно составить даже целые предложения-перевертыши, которые при чтении с конца в точности повторяют предложение. Вот, к примеру, «А ремень не мера», «Изредка так дерзи», «И пикантен и нет накипи», «Кинь лед зебре, бобер, бездельник», «А ругала баба балагура». Для образования таких фраз полезно сначала составить словарь-перевертышей. Кроме того, заметим, что существуют и «рассказы-перевертыши», в которых отражаются не буквы, а слова.



## 25. Порядок в звуках

Откроем крышку рояля. Во время игры мы заметим, как удар пальца по клавише передается по молоточку, бьющему по струне. Струна-то, собственно, и издает звук. Каждый звук, а следовательно, струна и клавиша, имеет свое название, которое называется нотой. В чередовании нот можно обнаружить строгие закономерности и определенную повторяемость. Все ноты периодически встретятся нам на клавиатуре. Поначалу низкое, тяжелое «ля» еще несколько раз (через октаву) прозвучит на рояле, становясь все выше и выше. Но это будет одна и та же нота.

Эти музыкальные законы работают во всех звучащих инструментах – в струнных, духовых и даже ударных. Ведь вы видели, сколько барабанов окружают ударника? Ему их требуется так много потому, что каждый барабан и барабанчик издают звук только своего тона, зависящего на этот раз от величины и упругости натянутой пленки.



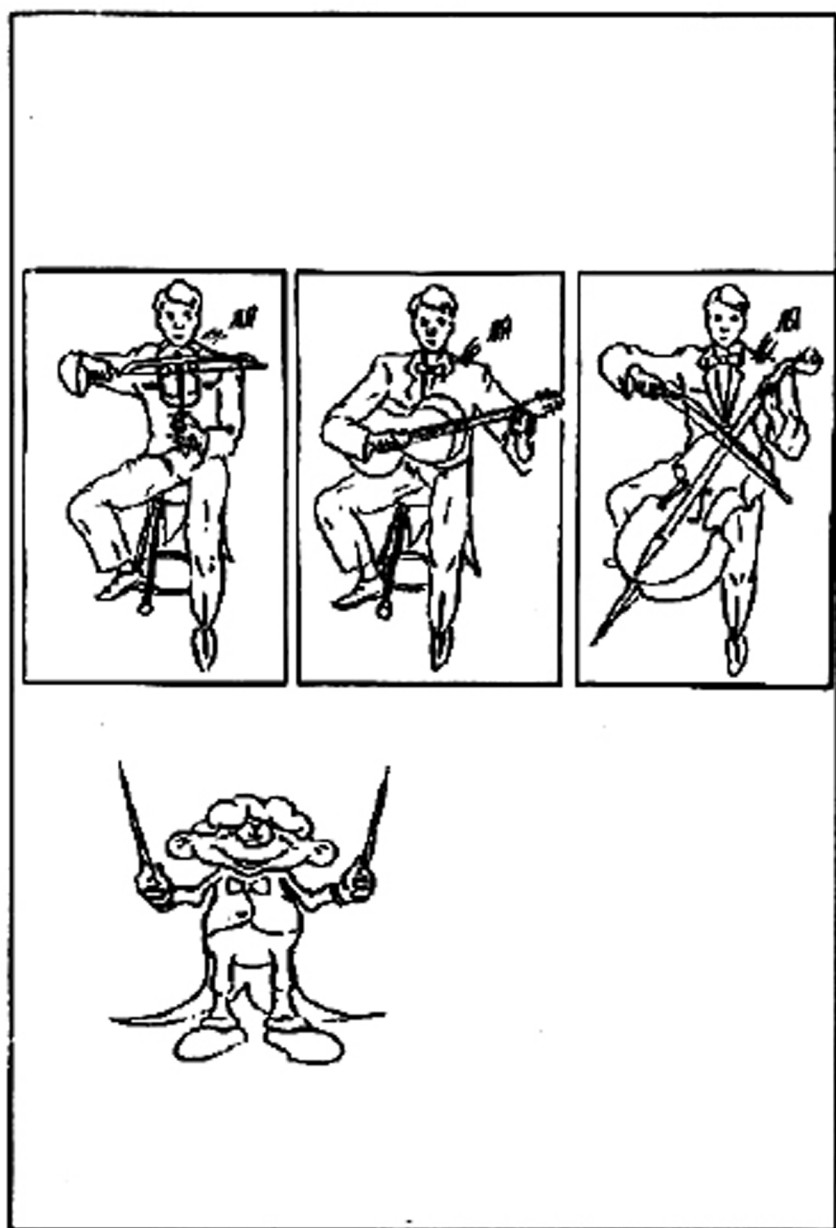


## 26. Звуки ладные и неладные

Каждый музыкальный инструмент и голос поющего человека имеет свою особенную окраску, которую музыканты называют тембром. Поэтому, когда весь оркестр берет одну ноту, скажем, «ля», мы, тем не менее, отличаем звучание, тембр каждого инструмента. Или вот пение смешанного дуэта. Даже если пара поет в унисон по одним и тем же нотам, мы разберемся, где женский голос, а где – мужской. Тембровая окраска делает мир гармоничных звуков разнообразным и изобильным.

Когда же скрежещет металл, дребезжат стекла, скрипит дверь, их звук можно сравнить с ХАОСОМ, творящимся на море во время бури. Никакой регулярности, плавности.

Хотите в своем классе воспроизвести классический шум? Для этого не надо кричать, топтать ногами и бить линейками по столам. Запомните лишь одну фразу: «Что говорить, когда говорить нечего». Теперь соберитесь вместе и станьте все ее повторять, даже не очень громко. Только одно условие – говорить не хором, а вразнобой, кто, когда начнет. То, что вы теперь услышите, будет прекрасным примером шума, полной звуковой неразберихи.



## 27. Симметрия в поэзии

У вас никогда не возникали вопросы: почему стихи легко читаются? Почему их без особого труда можно заучить наизусть? Почему они звучат как музыка? Почему в них чувствуется какой-то порядок?

Действительно, стихи – это особым образом написанные строки. Как художник при рисовании орнамента повторяет один и тот же узор, так и поэт придумывает стихотворные строки с одинаковыми концовками. Созвучие концов стихотворных строк называют РИФМОЙ. Рифмы и создают симметрию стиха, делая их звучными, приятными на слух, легко запоминающимися.

О рифмах красиво написал Джон Чиарди в стихотворении

### ОБ УДИВИТЕЛЬНЫХ ПТИЦАХ

На улице прохожего  
Увидел я вчера  
Он ящик нес  
На ящике  
Написано: «Игра».  
Я два квартала  
Шел за ним  
(Поверьте, я не вру).  
И, наконец спросил его:  
- А как играть в игру?  
Он улыбнулся вежливо,  
Потом мне отвечал:  
- Уверен, что такой игры  
Еще ты не встречал.

Две птицы удивительных  
Есть в ящике моем.  
И, если хочешь,  
То с тобой сыграем мы вдвоем.  
А чтобы мы могли начать,  
Запомнить должен ты,  
Поймать  
Таких смешных пичуг –  
Весьма нелегкий труд.  
Недаром люди умные  
Их РИФМАМИ зовут.

...И вправду,  
Птицы шустрые  
Из ящика большого  
Вдруг начали вытаскивать  
Наверх за словом слово.

Одна достала слово  
ГВОЗДЬ,  
Другая сразу –  
ГОСТЬ И ТРОСТЬ.

Одна достала  
Слово ГРУСТЬ,  
Другая – фразу:  
НУ и ПУСТЬ!  
Что у несхожих этих птиц –  
ПОХОЖИЕ ХВОСТЫ.  
Одна достала  
Слово СЛОН  
Другая –  
ЗВОН и ТЕЛЕФОН.

- Теперь –  
Сказал мне человек, -  
Пора и нам сыграть.  
Я буду доставать слова,  
Ты должен  
Рифмовать.

Достал он слово КОЧКА,  
А я ответил: БОЧКА,  
И СТРОЧКА, и СОРОЧКА,  
И сразу два ЛИСТОЧКА,  
И на прощанье ТОЧКА.

Мы с ним играли  
Целый час  
Похожими словами.  
Теперь мы покидаем вас  
И вы играйте сами.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2

УДК 37.001.76 DOI: 10.17853/1994-5639-2019-4-9-35  
ПРИНЦИП СИММЕТРИИ КАК ОСНОВА ИНТЕГРАЦИИ  
В НАУКЕ И ЕГО ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ ОБРАЗОВАНИЯ

**В. Л. Гапонцев, В. А. Федоров, М. Г. Гапонцева**

Российский государственный профессионально-педагогический университет, Екатеринбург, Россия.  
E-mail: 1vlgap@mail.ru, 2Fedorov1950@gmail.com

*Аннотация. Введение.* В последние десятилетия в сфере образования резко обострилась проблема формирования у обучающихся целостного восприятия окружающей действительности. Нарастание научного знания, выступающего детерминантом структуры содержания образования, происходит стремительными темпами. Вследствие непомерного, продолжающегося непрерывно увеличиваться объема информации, который предъявляется для усвоения, но не может быть полностью освоен учащимися, у них вырабатываются фрагментарные сознание и мышление, обусловленные разбалансированием в учебных программах уровней интеграции и дифференциации (с креном в сторону последней). Чтобы компенсировать сложившийся дисбаланс и переломить опасную ситуацию, угрожающую обществу крайне негативными последствиями, требуется ревизия структуры содержания образования и поиск его новых концептуальных моделей.

*Цель публикации* – показать значимость использования феномена симметрии в построении структур научного знания и содержания образования.

*Методология и методики.* Исследование проводилось с опорой на идеологию Эрлангенской программы Ф. Клейна; схему Е. Вигнера, отображающую деление областей научных знаний; обобщенную идею симметрии Г. Вейля; усовершенствованный В. С. Ледневым лично-деятельностный подход к структурированию содержания образования; а также на теоретико-методологический анализ других научных источников, касающихся обсуждаемой темы. *Результаты и научная новизна.* В качестве основы систематизации разделов научного знания и структурирующего начала содержания современного образования предлагается общая идея симметрии, заимствованная из геометрии, но обладающая, тем не менее, общеметодологическим, а не частным характером. Способность симметрии объединять достоинства первичного дедуктивного понятия и общего индуктивного понятия отражает громадную работу, проделанную человечеством в ходе истории, по выявлению устойчивых закономерностей, наборов инвариантов (выделение которых является базовым условием развития интеллекта), и соответствующих форм симметрии. То есть формы обобщенной симметрии аккумулируют в компактном виде все имеющиеся знания и служат инструментом, выработанным социумом для систематизации явлений и законов окружающей действительности. На примерах убедительно продемонстрировано интегративное свойство форм симметрии, проявляющееся в соотношениях между ее принципами, законами природы и явлениями природы. Принципы симметрии задают структуру об-



ластям законов природы и явлений природы, которые, в свою очередь, в виде сквозных линий (по В. С. Ледневу) могут определять содержание образования. Кроме того, обосновывается целесообразность введения специальной сквозной линии «Симметрия», состоящей из системы курсов – апикальных элементов, дополненной имплицитными элементами, рассеянными в курсах других сквозных линий. Подобный подход позволит устранить узкую специализацию в процессе обучения и избежать фрагментарности восприятия учебной информации и окружающих реалий.

*Практическая значимость.* Материалы исследования, изложенного в публикации, могут быть полезны как для ученых-педагогов, изучающих вопросы содержания образования, так и для практиков, занимающихся отбором учебного материала при разработке образовательных программ разного уровня.

*Ключевые слова:* симметрия, структура научного знания, структура содержания образования, сквозные линии в содержании образования, Эрлангенская программа.

*Для цитирования:* Гапонцев В.Л., Федоров В.А., Гапонцева М. Г. Принцип симметрии как основа интеграции в науке и его значение для образования // Образование и наука. 2019. Т. 21. № 4. С. 9–35. DOI: 10.17853/1994-5639-2019-4-9-35

## SYMMETRY PRINCIPLE AS A BASIS FOR INTEGRATION IN SCIENCE AND ITS VALUE FOR EDUCATION

V. L. Gapontsev, V. A. Fedorov, M. G. Gapontseva  
*Russian State Vocational Pedagogical University,  
Ekaterinburg, Russia.*

*E-mail: 1vlgap@mail.ru, 2Fedorov1950@gmail.com*

**Abstract. Introduction.** In recent decades, the problem of the formation of a holistic perception in students' minds of the surrounding reality in the field of education has become acute. The buildup of scientific knowledge, which is a determinant of the structure of the content of education, occurs impetuously. Students' thinking and consciousness become fragmented due to the exorbitant, permanently increasing amount of information that is presented for learning, but cannot be fully mastered by students. The root cause is imbalance in the curriculum levels of integration and differentiation (with a roll in the direction of the latter). To compensate the current imbalance and reverse the dangerous situation that threatens society with extremely negative consequences, an audit of the structure of educational content and the search for its new conceptual models are required.

The *aim* of the publication was to show the importance of using the phenomenon of symmetry in the construction of structures of scientific knowledge and the content of education.

*Methodology and research methods.* The study was based on the ideology of F. Klein "Erlangen programme"; E. Wigner's scheme, showing the division of areas of scientific knowledge; generalised idea of symmetry by G.

Weyl; the personal-activity approach to structuring the content of education, improved by V. S. Lednev; and also on the theoretical and methodological analysis of other scientific sources related to the topic under discussion.

*Results and scientific novelty.* The general idea of symmetry, borrowed from geometry, but nonetheless having a general methodological rather than a particular character, is proposed as the basis for systematising sections of scientific knowledge and structuring foundation of the content of modern education. The ability of symmetry to combine the merits of the primary deductive concept and the general inductive concept reflects the tremendous work performed by mankind in the course of history to identify stable patterns, sets of invariants (the allocation of which is the basic condition for the development of intelligence) and the corresponding forms of symmetry. That is, the forms of generalised symmetry accumulate in a compact form all the available knowledge and serve as a tool developed by society for systematising the phenomena and laws of the surrounding reality. The examples convincingly demonstrated the integrative property of forms of symmetry, manifested in the relationship between its principles, the laws of nature and natural phenomena. The principles of symmetry set the structure to are- as of the laws of nature and natural phenomena, which, in turn, in the form of cross-cutting lines (according to V. S. Lednev) can determine the content of education. In addition, it justifies the expediency of introducing a special cross-cutting Symmetry line, consisting of a course system – apical elements, supplemented by implicit elements scattered in courses of other cross-cutting lines. Such an approach will eliminate the narrow specialisation in the learning process and avoid fragmentary perception of educational information and the surrounding reality.

*Practical significance.* The research materials presented in the publication can be useful both for scholars and educators, who study the content of education, as well as for practitioners involved in the selection of educational material in the development of educational programmes at various levels.

**Keywords:** symmetry, structure of scientific knowledge, structure of the content of education, cross-cutting lines in the content of education, the Erlangen programme.

**For citation:** Gapontsev V. L., Fedorov V. A., Gapontseva M. G. Symmetry principle as a basis for integration in science and its value for education. *The Education and Science Journal*. 2019; 4 (21): 9–35. DOI: 10.17853/1994-5639-2019-4-9-35

## Введение

Одна из важнейших проблем современного образования – преодоление тенденции узкой специализации, которая находит свое логическое завершение, как нам представляется, в «компетентностном подходе» [1, 2]. В конечном счете данная тенденция ведет к формированию фрагментарного, так называемого клипового мышления, массовое распространение которого имеет отрицательные социальные последствия, так как у обучающихся сужаются возможности формирования целостной картины действительности, что в дальнейшем препятствует стратегическому планированию как на уровне отдельных личностей, так и общества в целом. Возможно, именно это и является причиной деградации, в частности, в культуре международных отношений и культуре в целом.

На фундаментальном уровне усилению специализации способствует дифференциация знаний, связанная с интенсивным ростом их объема. Исторически корреляция между увеличивающимся объемом знаний и их разграничением прослеживается, по крайней мере, с момента перехода от индуктивного этапа развития науки к дедуктивному<sup>6</sup>. Момент этого перехода можно отождествить с возникновением первой аксиоматической системы, которая была выражена в свернутой форме в первых теоремах геометрии, доказанных Фалесом Милетским (ок. 625 – ок. 547 г. до н. э.). По мнению известного математика И. М. Яглома, основная заслуга Фалеса заключается не в доказательстве данных теорем, а в том, что для этого доказательства впервые был использован логический метод [3]. Аксиоматическая система Фалеса не была сформулирована в явном виде и опиралась на свойства симметрии геометрических объектов, принимавшиеся в качестве постулатов. С того времени логика стала целенаправленно использоваться для получения новых знаний. В последующий период, известный как «золотой век древнегреческой науки», от ствола научного знания отделились математика, механика и физика, биология, философия и гуманитарные науки. Такая дифференциация научного знания потребовала в качестве компенсации его междисциплинарной интеграции, которая осуществлялась посредством перекрестного применения методов различных разделов науки и имела естественный

<sup>6</sup> На индуктивном этапе научное знание формировалось, главным образом, эмпирически, на основе непосредственного наблюдения явлений природы и первичного обобщения опытных закономерностей. Дедуктивный этап характеризуется увеличивающимся целенаправленным применением логических методов для получения нового знания.

характер, поскольку весь объем знаний мог быть усвоен отдельной личностью за приемлемое время и целостное видение картины окружающего мира не требовало выхода за рамки индивидуального восприятия.

Подобная ситуация сохранялась, как минимум, до появления энциклопедистов. Когда все знание перестало, образно говоря, помещаться в одной голове, возникла необходимость профессиональной специализации, а значит, и реорганизации образования, дифференциация которого была неразрывно связана с дифференциацией научного знания. Из-за продолжившихся поступательного роста его объема и расслоения пришлось пожертвовать интегративными элементами, позволяющими формировать целостную картину действительности на уровне каждой отдельной личности<sup>7</sup>. Заключительной стадией этого процесса, как было сказано выше, стало внедрение в систему образования компетентностного подхода. В итоге к настоящему времени произошло разбалансирование уровней интеграции и дифференциации научного знания (с отклонением в сторону последней), а следовательно, и образования, что обусловило снижение его фундаментальности, угрожающее серьезными последствиями как для самого образования, так и для всей социальной сферы в целом.

В последние десятилетия проблема формирования у представителей нового поколения целостного восприятия окружающей действительности резко обострилась в связи с широким распространением компьютерных технологий и непрерывным лавинообразным потоком

---

<sup>7</sup> Классическим отражением этой ситуации является, по-видимому, феномен формирования «двух культур», описанный Чарльзом Сноу [5].

неструктурированной и некритически воспринимаемой информации, обрушивающейся на индивида. В результате возник феномен клипового мышления, который не стоит считать исключительной характеристикой массового сознания – он укореняется и в области профессиональной деятельности. Так, например, медик, погруженный в море различного рода детальных анализов, перестает воспринимать пациента в целом, что приводит к ошибкам в постановке общего диагноза. Это означает, что новый виток технологического развития бросает нам вызов, ответ на который определит перспективу существования общества.

В теории «вызов – ответ» А. Дж. Тойнби [4] первый концептуальный элемент обладал, как правило, частным характером, т. е. от адекватности реакции на вызов зависела успешная будущность лишь некоторой части общества. Современный вызов, выражающийся в непомерном увеличении объема информации и распаде ее восприятия на отдельные фрагменты, является общим, и ответ на него надо искать на уровне универсальных социальных институтов, к которым относится и сфера образования.

Таким образом, для облегчения формирования целостного восприятия действительности требуется компенсация сложившегося дисбаланса между уровнями интеграции и дифференциации в образовании.

Направление поиска правильного решения проблемы может подсказать исследование, проведенное Анри Пуанкаре, изучавшим особенности учащихся, проявляющих способности к математике. Согласно расчетам ученого, доля таких учеников стабильно составляет одну десятую от общего количества. Практически все учащиеся, за которыми наблюдал Пуанкаре, уверенно пользовались

в быту короткими логическими построениями. Однако те, кто демонстрировал способности к математике, отличались от остальных умением оперировать длинными логическими цепочками. Пуанкаре подчеркивал, что эти умения зависят не от свойств памяти, а от другого обстоятельства: 90% обучаемых воспринимают только фрагменты длинных логических построений, тогда как 10% манипулируют сложной структурой как целым, не детализируя ее, и в то же время могут, обладая интуицией особого рода, свободно обращаться, если нужно, к любому ее элементу [6]. На наш взгляд, ключевое понятие здесь – «структура».

Для того чтобы справиться с проблемой распада целостного знания на фрагменты в восприятии обучающихся, с нашей точки зрения, необходимо пересмотреть сложившиеся представления о структуре научного знания и внести соответствующие корректировки в структуру содержания образования. В процессе развития интуитивного восприятия структуры А. Пуанкаре особую роль отводил красоте и гармонии, которые тесно связаны с понятием симметрии. Учитывая, что в работах выдающегося ученого в области математики и физики вопросы симметрии занимают важное место, представляется обоснованным рассмотреть ее значение в формировании структур научного знания и содержания образования.

### **Материалы и методы**

В предпринятом исследовании мы опирались, прежде всего, на идеологию Феликса Клейна (идеологию Эрлангенской программы), схему деления области научных зна-



ний, предложенную Е. Вигнером, и обобщенную идею симметрии Г. Вейля. Совокупность этих идей использовалась в качестве инструментария для описания структуры научного знания и структуры содержания образования, детерминантом которой выступает научное знание. Кроме того, важной составляющей методологической базы изыскания послужил личностно-деятельностный подход, развитый В. С. Ледневым для формирования и структурирования содержания образования. Был проведен также анализ других научных публикаций, касающихся разработки теории содержания образования и описывающих эмпирически зафиксированные характеристики его структуры.

### Результаты исследования

*Принцип симметрии.* В ключевом положении Эрлангенской программы Ф. Клейна утверждается, что в основе каждого раздела математики лежит своя специфическая группа симметрий<sup>8</sup> [7]. Например, Евклидову геометрию на плоскости порождает группа

---

<sup>8</sup> В математике под группой преобразований понимают их набор, обладающий следующими свойствами: 1) последовательное выполнение любых двух преобразований набора (их композиция) является преобразованием этого же набора, т. е. композиция характеризуется теми же самыми инвариантами; 2) перемена местами преобразований участвующих в композиции не меняет ее результата; 3) среди преобразований набора имеется тождественное преобразование, которое оставляет неизменным объект в целом; 4) каждое преобразование данной группы имеет обратное преобразование, так что их композиция является тождественным преобразованием (см., например, [8]).

пространственных движений плоскости<sup>9</sup> и связанная с ней симметрия, инвариантами которой являются длины преобразуемых отрезков и углы между отрезками [9]. Проективную геометрию представляет группа проективных преобразований<sup>10</sup> [10].

Изначально Эрлангенская программа была сформулирована в рамках геометрии, но впоследствии область ее действия распространена на все разделы математики. Позднее обнаружилась возможность ее приложения в ряде разделов теоретической физики<sup>11</sup>. В настоящее время все популярнее становится мнение о том, что идеология Ф. Клейна справедлива для всех

---

<sup>9</sup> К этой группе относятся преобразования инверсии относительно центра, преобразование зеркального отражения относительно прямой, повороты относительно центра и трансляции, т. е. параллельные переносы относительно выделенной прямой [9].

<sup>10</sup> Подгруппой группы проективных преобразований является группа аффинных преобразований, которая, в свою очередь состоит из подгрупп однородного растяжения и растяжения относительно выделенного центра и подгруппы движений. Инварианты группы движений – длины и углы; подгруппы растяжения – отношения длин и углы; группы аффинных преобразований – отношения длин параллельных отрезков. Инвариантами группы проективных преобразований являются, например, принадлежность точки прямой и отношение разделенности пар точек. Проективная геометрия в отличие от Евклидовой не изучает метрических свойств фигур. Это придает ей общность, позволившую охватить в своем описании геометрию Евклида, геометрию Лобачевского и геометрию Римана.

<sup>11</sup> К ним относятся аналитическая механика, классическая электродинамика, термодинамика, общая теория относительности и квантовая теория поля [12].

разделов научного знания. Это имеет существенное значение для наших рассуждений, поскольку позволяет использовать данную идеологию как инструмент для описания структуры *всего* научного знания и, следовательно, структуры содержания образования<sup>12</sup>.

Поскольку исходно понятие группы симметрий возникло в области геометрии, для его применения к другим разделам научного знания необходимо дать обобщенное определение понятия «симметрия». Такое определение было предложено Германом Вейлем, согласно которому, объект обладает свойством симметрии относительно некоторой группы преобразований, если при действии преобразований этой группы у объекта имеются свойства, остающиеся неизменными, – их называют инвариантами данной группы преобразований [11].

Важнейшим свойством группы преобразований является ее замкнутость. Она выражается в первом свойстве, т. е. в том, что, применяя композицию преобразований неограниченное число раз, мы получим все элементы группы и ни на одном этапе не выйдем за ее пределы. Такое ограничение целесообразно с точки зрения математики и физики. Оно позволило развить теорию групп, ставшую специальным разделом математики, и сформировать аксиоматическое построение ряда разделов математики и теоретической физики, при котором в качестве исходных постулатов берется соответствующая, специфическая для каждого раздела группа симметрий. Эта группа симметрий играет двойную роль: она позволяет сформулировать аксио-

---

<sup>12</sup> Научное знание является одним из детерминантов содержания образования, и структура научного знания предопределяет структуру содержания образования [13].

матическую систему этого раздела науки<sup>13</sup>; является естественным маркером этого конкретного раздела, т. е. однозначно указывает именно на этот раздел. В первом случае принято говорить о принципе симметрии (принципе инвариантности). Так, в основе электродинамики лежит принцип калибровочной инвариантности электромагнитного поля. Он утверждает, что все законы электродинамики инвариантны относительно сдвига начала отсчета потенциала поля. В результате становится возможным получить вид всех уравнений поля и многие другие результаты, например, закон сохранения электрического заряда. С точки зрения позитивной науки именно это является основным результатом Эрлангенской программы Ф. Клейна.

В данной работе для нас большее значение имеет второй аспект, связанный с ролью групп симметрии, поскольку он позволяет сформировать естественный каталог разделов науки. Действительно, перечисление групп симметрий равносильно перечислению разделов науки, в результате чего и образуется указанный каталог, важная особенность которого состоит в том, что это не формальный, а содержательный перечень различных наук, поскольку тождество «группа симметрии = название соответствующего раздела» теоретически позволяет получить все содержание данного раздела.

Другое существенное свойство этого каталога связано с тем, что он упорядочен и имеет иерархическое

---

<sup>13</sup> Аксиоматическая система позволяет получить все содержательные результаты данного раздела науки строго логическими методами, не прибегая ни к каким дополнительным источникам, в том числе к эмпирическим данным или данным, содержащимся в других разделах науки.

строение. Дело в том, что в нетривиальных случаях группа преобразований выступает частью другой, более широкой группы преобразований и в то же время сама состоит из самостоятельных подгрупп. Лучше всего это видно на примере геометрии.

Выше упоминалась группа преобразований подобия, которая конструируется как объединение групп пространственных движений и равномерных растяжений пространства. С одной стороны, группа преобразований подобия – это подгруппа группы произвольных непрерывных деформаций пространства<sup>14</sup>. Последняя, в свою очередь, является подгруппой группы автоморфизмов<sup>15</sup>, в которой помимо непрерывных деформаций допускаются преобразования, связанные с разрезами пространства (вырезание частей, стягивание образовавшихся лагун и склеивание их краев, а также перемещение вырезанных частей в лагуны, образованные растяжением разрезов в других местах при склеивании новых границ). С другой стороны, группа пространственных движений состоит из подгрупп: инверсий относительно центра, зеркальных отражений относительно прямой (или плоскости в случае трехмерного пространства), дискретного набора групп вращения и дискретного набора групп трансляции.

С понятием симметрии неразрывно соединена пара связанных понятий: набор преобразований, составляющий данную группу симметрии, и набор инвариантов

---

<sup>14</sup> Инвариантами группы непрерывных деформаций являются отношения принадлежности элемента множества к окрестности другого элемента этого множества.

<sup>15</sup> Инвариантом группы автоморфизмов является заранее заданная структура разбиения множества на части

– величин и характеристик, остающихся неизменными при этих преобразованиях. Их связь однозначна: каждому набору преобразований соответствует определенный набор инвариантов. Поэтому в физике понятие «принцип симметрии» тождественно понятию «принцип инвариантности».

По мысли Ф. Клейна, конкретная наука изучает те закономерности (величины, соотношения и т. п.), которые устойчивы относительно каких-либо преобразований, т. е. это инварианты некоторой группы симметрии. В своем историческом развитии каждая наука вначале эмпирически выделяет некоторый круг закономерностей, т. е. инвариантов, и только на следующем этапе фиксирует соответствующий набор преобразований. Например, в механике первоначально были зафиксированы такие частные закономерности, как зависимость периода колебаний маятника от длины подвеса, зависимость пройденного расстояния тела, скользящего по наклонной плоскости, от времени перемещения и т. п. На следующем этапе Галилей установил, что ход опытов не меняется при перемещении судна, на котором проводят опыты, с постоянной скоростью относительно земли. Теперь это утверждение о независимости механических явлений от скорости системы отсчета называется «принцип относительности Галилея». Его содержание есть фактически инвариантность законов механики, лежащих в основе рассматриваемых механических явлений относительно таких преобразований, как перемена места, перемена времени и изменение скорости перемещения системы отсчета (при условии ее неизменности в ходе проведения наблюдений). И лишь много позднее было дано формальное описание набора преобразований, известного теперь

как преобразования Галилея, инвариантом которых является, в частности, второе начало Ньютона – основной закон механики.

Аналогичный ход событий можно проследить в геометрии. Вначале эмпирически были выделены некоторые виды симметрий группы движения. Их многочисленное присутствие легко обнаружить в орнаментах [11]. Древность подобных орнаментов подтверждает археология. Особо следует отметить удивительную устойчивость формы орнаментов. Некоторые из них, например меандрический узор, повторяются в неизменном виде от времени охоты на мамонтов до вышивок на полотенцах XIX в. [14]. Таким образом, трансляционная, поворотная и зеркальная симметрия были усвоены задолго до того, как Фалес Милетский взял их за основу для доказательства первых пяти теорем геометрии<sup>16</sup>. Напомним, что аксиоматическая система геометрии Фалеса не была явно сформулирована и вскоре ее заменила Евклидова аксиоматика геометрии, поскольку непосредственным последователям Фалеса его представления показались менее определенными в сравнении с теми, что были реализованы

---

16 Советский математик И. М. Яглом полагал, что главная заслуга Фалеса состояла не в доказательстве первых теорем геометрии, а в примере создания первой аксиоматической системы, где в качестве аксиом использовались симметрии группы движений [3]. Это послужило началом целенаправленного применения логики как метода получения новых знаний. Поэтому история развития научного знания делится на два периода: индуктивный – до Фалеса, когда знания формировались на основе опыта и наблюдений; и дедуктивный – после Фалеса, когда в получении новых знаний начинают все большую роль играть логические методы.

в пяти постулатах Евклида. Тем удивительнее, что более чем через две тысячи лет при реализации Эрлангенской программы Ф. Клейна было установлено, что симметрии группы движений могут быть положены в основу аксиоматики геометрии Евклида.

Даже в геометрии, одном из древних разделов математики, путь от фиксации системы инвариантов до построения группы преобразований симметрии, соответствующей им, потребовал пару тысяч лет. Поэтому не следует недоумевать по поводу того, что в большинстве других наук мы находимся на этапе, когда специфические инварианты уже выделены, поскольку данная наука изучает устойчивые закономерности, но соответствующая им группа симметрии еще не установлена, не сформулирован принцип симметрии (принцип инвариантности), специфичный для данной науки, и не построена на его основе аксиоматическая система этого раздела научного знания. Приведенный пример не позволяет рассчитывать на немедленную реализацию Эрлангенской программы для всех разделов научного знания в полном объеме. Однако это не препятствует ее частичной реализации в форме систематизации разделов научного знания в соответствии с уже выделенными группами инвариантов, однозначно маркирующих разделы научного знания, в согласии с пока еще формально не описанными группами симметрии. На основе соотношения наборов инвариантов, специфичных для различных разделов научного знания, уже можно установить определенную, основанную на соотношении «группа – подгруппа» иерархию, подобную приведенной выше для геометрических групп.

Рассмотрим пример попытки построения такого рода систематизации. Один из постулатов теории биологиче-



ской эволюции – устойчивость наследуемых признаков, точнее устойчивое соотношение признаков потомства, наследуемых от родителей<sup>17</sup>, которое можно считать инвариантом классической генетики. Основой законов Менделя в молекулярной генетике является устойчивость генов, переносчиков наследственной информации, по отношению к условиям среды, в которой существует популяция живых организмов. Таким образом, набор аллелей генов можно представить в качестве инварианта молекулярной генетики. Ген – часть молекулы ДНК, и устойчивость генов обеспечивается устойчивостью самих молекул ДНК по отношению к вариации физических условий окружающей их среды. Такая устойчивость молекул ДНК – частный случай реализации закона Дальтона о постоянстве состава вещества, в основе которого находится независимость атомарного состава молекулы от условий протекания и вида химических реакций, в результате которых она возникает. То есть молекулы веществ следует понимать как инварианты химии.

Строение молекулы характеризуется свойствами электронных оболочек атомов, входящих в ее состав. Но строение электронных оболочек определяется составом атомных ядер и законами квантовой механики, в частности принципом запрета Паули<sup>18</sup>. Состав атомных ядер описывается числом протонов и нейтронов и силами ядерного взаимодействия. Силы ядерного взаимодей-

---

<sup>17</sup> Это соотношение признаков выражается в законах Менделя.

<sup>18</sup> Принцип запрета Паули – следствие закона сохранения четности волновой функции в применении к фермионам, элементарным частицам с нечетной волновой функцией. Таким образом, четность волновой функции – это один из инвариантов квантовой механики.

ствия нуклонов многократно превышают силы электромагнитного взаимодействия, чем и объясняется неизменность состава атомных ядер в ходе химических реакций, в процессе которых меняются только электронные оболочки. Значит, состав атомных ядер можно рассматривать как инвариант, лежащий в основе закона Дальтона о постоянстве состава вещества (т. е. фактически о постоянстве атомарного состава молекулы данного вещества).

В современной квантовой теории поля свойства сильных взаимодействий, формирующих ядерные силы и свойства электромагнитных сил, объясняются с позиций стандартной модели, которая строится с учетом принципов калибровочной инвариантности силовых полей<sup>19</sup>. Одним из следствий этого вида симметрии является закон сохранения заряда, в том числе электрического. То есть заряды различных силовых полей инварианты квантовой теории поля.

Итак, мы последовательно перешли от инвариантов биологии к инвариантам химии, а затем к инвариантам квантовой теории поля. С фундаментальной точки зрения этот переход от одних видов симметрии к другим ее видам можно трактовать согласно модели соотношения «группа – подгруппа». Но необходимо иметь в виду, что эти переходы, как правило, не бывают отчетливыми и прямолинейными, в них присутствуют логические разрывы, обусловленные необходимостью учета факторов, извлекаемых из опытных данных. Ведь даже в квантовой

---

<sup>19</sup> Примером принципа калибровочной инвариантности является утверждение о наличии специфической симметрии электромагнитных явлений, в частности инвариантности уравнений электромагнитного поля относительно трансляции начала отсчета вдоль оси потенциала электрического поля.

теории поля, наиболее строгом разделе физики, реализованном в Стандартной модели, имеются внешние параметры, которые вводятся в теорию из эксперимента. К ним, в частности, относятся массы лептонов и кварков (девять параметров), параметры, характеризующие относительные интенсивности электромагнитного слабого и сильного взаимодействия (три параметра), и еще шесть специфических параметров, среди которых масса бозона Хиггса [15, 16].

Следовательно, полная реализация идей Эрлангенской программы, хотя бы только в области естественных наук, на современном этапе представляется невыполнимой. Вместе с тем из примера построения связей естественно-научных дисциплин (связи их инвариантов) можно сделать вполне резонное предположение, что данная идеология в отношении применения групп симметрии и их инвариантов с целью систематизации научного знания может быть эффективным инструментом выстраивания содержательного каталога научного знания, формирующего его наиболее компактную и целостную картину.

Таким образом, общую идею симметрии возможно использовать в качестве основы систематизации не только разделов геометрии, как сформулировал Ф. Клейн в далеком 1872 г., но и разделов научного знания в целом, поскольку каждый из них изучает некоторые устойчивые закономерности, т.е. имеет свой специфический набор инвариантов. По видимому, в этом контексте следует воспринимать «принцип симметрии», о котором говорил В. И. Вернадский на своих лекциях в 30-е гг. прошлого века [17]. Правда, в работе «Принцип симметрии в науке и философии» он

не дал четкой формулировки этого принципа, а только обосновал его необходимость.

Рассуждения создателя биогеохимии, историка и организатора науки строятся на связях феномена «симметрия» с такими понятиями, как «пространство-время» и «энергия». Ученый подчеркивал, что именно им, этим понятиям, стало уделяться самое пристальное внимание в современный ему период, когда их содержание, сложившееся еще в эпоху Древней Греции, впервые подверглось кардинальному пересмотру по причине радикальных революционных изменений в физике, знаменовавшихся становлением квантовой механики и разработанной Альбертом Эйнштейном теории относительности, перевернувшей общепринятые научные представления о мире. В период написания названной выше работы В. И. Вернадского (1921–1927 гг.) уже были известны идеи Ф. Клейна о группах симметрии (1872 г.) и уже была доказана знаменитая теорема Э. Нетер о связи физических инвариантов (энергии, импульса, момента количества движения) с симметрией физических законов относительно некоторых групп непрерывных преобразований. Но в этих, безусловно, архи значимых исследованиях речь идет о частных принципах симметрии (принципах инвариантности), относящихся к конкретным областям математики и физики, а в изложении В. И. Вернадского принцип симметрии приобретал обще- научный характер.

Уточнить смысл, который, вероятнее всего, вкладывал в понятие «принцип симметрии» В. И. Вернадский, позволяет предложение известного физика-теоретика середины XX в. Е. Вигнера, трудившегося в области квантовой теории поля и специализировавшегося на из-

учении принципов калибровочной инвариантности. Для того чтобы отделить последние от классических принципов инвариантности, связанных с преобразованием Галилео Галилея и преобразованием Х. А. Лоренца, Е. Вигнер разделил структуру научного знания на три уровня: область явлений природы, область законов природы и область принципов инвариантности (принципов симметрии), которая, в свою очередь, состоит из двух подобластей – геометрических и динамических принципов симметрии. Первые формулируются на языке явлений природы, а вторые – на языке законов природы [18].

Согласно Е. Вигнеру, законы природы наделяют область явлений природы структурой<sup>20</sup>. Каждому закону природы отвечает бесконечное множество явлений природы. Например, закон всемирного тяготения и второй закон механики Ньютона описывают все бесчисленные положения планет Солнечной системы и положения всех звезд Галактики в прошлом, настоящем и будущем. Иначе говоря, множество законов природы состоит из меньшего числа элементов, чем множество явлений природы. Такие же соотношения имеют место между множествами принципов симметрии и законов природы<sup>21</sup>, т. е. принципы симметрии наделяют область законов природы структурой и их множество содержит «меньшее» число элементов, чем множество законов природы, поэтому символически

---

<sup>20</sup> Каждому закону природы соответствует свой круг явлений природы. Так, закону Кулона подчинены все электрические явления, а закону вязкого трения Стокса – явления течения вязких жидкостей и их взаимодействия с твердыми телами.

<sup>21</sup> Это утверждение Е. Вигнер обосновывал тем, что, например, из принципа калибровочной инвариантности электромагнитного поля можно вывести все законы взаимодействия заряженных частиц

структуру области научного знания можно представить в виде усеченной пирамиды (рисунок).



Схема деления области научных знаний, сформированная согласно представлениям Е. Вигнера [18]  
The scheme of division of scientific knowledge areas formed according to E. Wigner's representations [18]

Привычное деление научных дисциплин на математические, естественно-научные и гуманитарные, включая философию, восходящее к классификации наук, в свою очередь, восходящей к идеям Ф. Энгельса [19, 20], можно отождествить со структурой горизонтального сечения, расположенного в области законов природы. Действительно, законы природы естественным образом разделяются на законы математических дисциплин (алгебры, теории дифференциальных уравнений, ...) и естественно-научных дисциплин (физики, химии, биологии, ...), а также законы и правила философии и гуманитарных дисциплин (истории, диалектической логики, стихосложения, ...).

Теперь наконец можно дать определение принципа симметрии, которое согласуется с его изложением у В. И. Вернадского. В нашем понимании, это существование иерархии форм обобщенной симметрии, наделяющей структурой множество законов природы и опосредованно формирующей структуру множества явлений природы.

***Формы симметрии как сквозная линия содержания образования.*** Одно из положений разработанной В.С. Ледневым теории содержания образования состоит в том, что одной из двух его детерминант является научное знание [13].

Его структура отображается в содержании образования в виде сквозных линий<sup>22</sup> математики и ее частных разделов, естественно-научных предметов (физики, химии, биологии и т. д.), гуманитарных (русский язык, литература, искусствоведение...) и философских дисциплин. Эти сквозные линии соответствуют традиционной классификации наук [13, 19]. С точки зрения схемы деления области научных знаний (рисунок), как указано выше, эта классификация отражает структуру горизонтального сечения, расположенного в области законов природы. Область

---

<sup>22</sup> Сквозная линия состоит из автономных (апикальных, в терминологии В. С. Леднева) и «рассеянных» (имплицитных, по В. С. Ледневу) элементов. Так, сквозная линия геометрии складывается из автономных курсов (планиметрии, стереометрии, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и т. д.), которые дополняются элементами геометрии, рассеянными в других дисциплинах, например: треугольником Паскаля в арифметике, координатной сеткой в географии, орнаментами в археологии и искусствоведении и т. п.

явлений природы также опосредованно присутствует в структуре содержания образования, поскольку изучение законов природы предполагает их иллюстрацию примерами явлений природы. И только область принципов симметрии не находит места в структуре содержания образования в форме специальной сквозной линии, состоящей из системы курсов (апикальных элементов), дополненной имплицитными элементами, рассеянными в курсах других сквозных линий.

Во всем школьном цикле обучения только в одном из разделов геометрии отведено 19 часов на тему «симметрия»; при обучении высшей математике в университете студенты некоторых специальностей сталкиваются с курсом «теория групп». Эта ситуация, очевидно, связана с устаревшим представлением о симметрии как о чисто геометрическом аспекте научного знания.

Интегративная роль форм симметрии как структурирующего начала всего научного знания в современном образовании игнорируется. Именно это обстоятельство в условиях непрерывного увеличения предлагаемого к усвоению объема информации приводит к формированию узкой специализации обучения и, как следствие, к фрагментарному восприятию окружающей действительности и отсутствию ее целостной картины. Сквозную линию «симметрия» в структуре содержания образования удобно выстраивать, переходя от наглядных и образных форм симметрии к более общим и абстрактным, что фактически повторяет траекторию развития сознания – общественного и индивидуального. Путь общественного сознания проходят все науки.



Так, в математике вначале сформировались и были зафиксированы геометрические формы симметрии, представленные многообразными орнаментами [11, 14]. На их основе возник первый неразвернутый вариант аксиоматической системы Евклидовой геометрии. Спустя более чем две тысячи лет оформилось понятие групп симметрии, и несколько позднее были выделены такие разделы математики, как теория дискретных групп и теория непрерывных групп<sup>23</sup>, а также теория неприводимых представлений. Теория дискретных групп является основой кристаллографии, а теория непрерывных групп – это фундамент классической и квантовой теории поля<sup>24</sup>. Теория неприводимых представлений имеет применение в термодинамике конденсированных сред<sup>25</sup>.

В приведенных примерах просматривается важная характерная особенность понятия «симметрия» – она имеет двойной логический статус. С одной стороны, симметрия – общее индуктивное понятие: она имеет многочисленные эмпирические подтверждения, причем ее восприятие обладает высоким эмоциональным воздействием<sup>26</sup>, так как симметрия неразрывно связана с

---

<sup>23</sup> Создателем теории дискретных групп является Ф. Клейн, а теорию непрерывных групп развил С. Ли.

<sup>24</sup> Основой кристаллографии являются дискретные пространственные группы, так называемые «федоровские группы» [21], в квантовой теории поля применяется теория Янга-Милса, опирающаяся на непрерывные группы преобразований [21].

<sup>25</sup> Работы Пьера Кюри в области симметрии [23].

<sup>26</sup> Например, ритмы в поэзии и музыке – это проявление одной из форм симметрии, как и геометрические ритмы в цветомузыке.

представлением о гармонии и красоте. С другой стороны, симметрия – это первичное дедуктивное понятие: на ее основе построены аксиоматические системы в математике, теоретической физике, химии и биологии. Академик Н.С. Курнаков обратил внимание на то, что первичные дедуктивные понятия имеют малый объем, но большое содержание, в то время как общие индуктивные понятия характеризуются большим объемом, но малым содержанием [24].

Понятие «симметрия» объединяет достоинства первичного дедуктивного понятия и общего индуктивного понятия. Это свойство всего лишь отражение громадной работы, проделанной человечеством в ходе истории, по выявлению устойчивых закономерностей, связанных с ними наборов характерных инвариантов и соответствующих форм симметрии. То есть формы обобщенной симметрии аккумулируют в компактном виде всё знание человечества и служат инструментом, выработанным социумом для систематизации явлений и законов окружающей действительности. Еще одна важная для педагогики и образования особенность форм симметрии связана с ее ролью в индивидуальном развитии человека, чему посвящены, например, многочисленные работы основателя Женевской школы психологии Жана Пиаже. В частности, он с учениками исследовал роль формирования представления об инвариантности состава дискретных и непрерывных множеств в понимании человеком, что есть число, арифметические операции и логика [25]. Эмпирически были установлены возрастные границы в развитии интел-

лекта человека<sup>27</sup>. Собственно, навык выделения инвариантов является основой формирования интеллекта. Так, играя с погремушкой, ребенок начинает радоваться, когда он устанавливает устойчивую корреляцию между сенсомоторными реакциями и слуховым и зрительным восприятием [25].

В свете сказанного выше сквозную линию «симметрия» в структуре содержания образования удобно строить на основе ряда курсов, восходящих от индуктивного содержания понятия «симметрия» к дедуктивному содержанию этого понятия. Пока рано говорить о конкретных курсах этой новой сквозной линии содержания образования – достаточно охарактеризовать ее возможное содержание, разбив учебный процесс на три последовательных этапа.

На первом этапе изложение должно строиться на основе эмоционального восприятия примеров различных форм симметрии, взятых из области живописи [11, 26, 27], орнаментов на предметах, найденных при проведении археологических и этнографических экспедиций [11, 28], анализа ритмов, встречающихся в музыке и поэзии [11, 26, 27]. Такого рода курс или набор кратких курсов целесообразно приурочить к периоду обучения с 1-го по 8-й класс средней общеобразовательной школы.

На втором этапе, в старших классах школы и на первых курсах университетов, акцент должен ставить-

<sup>27</sup> Так, первая возрастная граница (4–5 лет) связана, по Пиаже, с формированием у ребенка представления об инвариантности величины множества относительно различных вариантов деления его на части. В более раннем возрасте ребенок может освоить процедуру сложения, но процедурой вычитания он способен овладеть только после прохождения первой границы Пиаже.

ся на анализе роли форм симметрии в ходе исторического развития различных дисциплин, относящихся как к точным, так и гуманитарным наукам<sup>28</sup>.

На третьем, завершающем этапе основное внимание следует уделить курсу, целью которого должна быть иллюстрация реализации идей Эрлангенской программы Клейна в математических и естественно-научных дисциплинах. Уровень изложения может варьироваться от популярного до строгого математического, в зависимости от специализации обучающихся. Преподаватель курса должен показать существование иерархии групп симметрии, специфичных для различных разделов научного знания, на основе демонстрации связи между наборами инвариантов, характерных для изучаемых разделов научного знания. Пример фрагмента, иллюстрирующего возможность

---

<sup>28</sup> Здесь можно использовать уже существующие курсы, такие как «Концепции современного естествознания» и «Естественно-научная картина мира», перестроив их содержание в соответствии с задачей анализа роли форм симметрии в истории развития научных дисциплин. Такого рода курс читался на протяжении двадцати лет в РГППУ (г. Екатеринбург) студентам дневного и заочного обучения всех специальностей, а его элементы были использованы при преподавании математики в Музыкальной школе-лицее при Уральской государственной консерватории им. М. П. Мусоргского. Во всех случаях внимание аудитории было гарантированно высоким, а восприятие содержания учащимися четко коррелировало с уровнем их интеллектуального развития и степенью положительной мотивации на обучение в целом [29] (см. также: Гапонцева М. Г. Интегративный подход в содержании непрерывного естественно-научного образования: дис. ... канд. пед. на-ук. Екатеринбург, 2002. 145 с.).

такого подхода, приведен выше, и, конечно, он может быть развит для более глубокого и широкого охвата научных дисциплин. Но в силу того, что Эрлангенская программа в полном объеме может быть реализована только для некоторых разделов точных наук и далека от завершения для большей части науки в целом, на данный момент времени от рассматриваемого курса нельзя требовать точного определения групп симметрии для всех разделов науки.

### Обсуждение и заключения

Название нашей статьи «Принцип симметрии как основа интеграции в науке и его значение для образования» перекликается с названием известной работы В. И. Вернадского: «Принцип симметрии в науке и философии». Однако в нашей работе отсутствует философский аспект. В качестве основного мы приняли прикладной вектор в связи с поставленной задачей исследования – показать возможности пересмотра структуры содержания образования для усиления в нем *интегративного начала*. Тем не менее полностью игнорировать философскую составляющую «принципа симметрии» невозможно. Действительно, уже из его формулировки как утверждения о существовании иерархии форм обобщенной симметрии, наделяющей структурой множество законов природы и опосредованно формирующей структуру множества явлений природы, следует, что он не носит частного характера, а относится ко всей области научного знания. Это неизбежно связывает его с проблемами общеметодологического характера, приобретающими философское значение.

Так, например, в свете предложенного Е. Вигнером разбиения всего научного знания на три уровня: области «явления природы», «законы природы» и «принципы симметрии» – возникает естественный вопрос о его границах [18]. Как показал анализ определения понятия «явление природы»<sup>29</sup>, границы области научного знания связаны с процедурой пространственно-временной локализации наблюдаемых нами объектов окружающей нас реальности. В работах [30–33]<sup>30</sup> проведен анализ этого определения Е. Вигнера, кратко изложенный ниже.

Эффективность применяемых процедур локализации зависит от двух оснований. Первое связано с формальным описанием локализации объекта. Оно различно для макроскопических тел, силовых полей и микроскопических тел (элементарных частиц, описываемых квантовой механикой). Второе основание касается степени свободы вариации поведения объекта, которая неодинакова, например, для макроскопических тел, таких как неорганическое тело (планета, гора, дом, ...), органическое неоду-

---

<sup>29</sup> Определение: «Явление природы – это то, что можно наблюдать непосредственно с помощью органов чувств или опосредованно с помощью приборов» [18], – приобретает конструктивный характер, если, кроме явлений природы, могут существовать, хотя бы гипотетически, некоторые другие явления, например, духовного мира (Бог, ангелы, душа...), признаваемые религиозным сознанием. Таким образом, определение Е. Вигнера делит область знания на две части: область научного знания и область религиозного знания. При этом вопрос о существовании объектов религиозного сознания признается лежащим вне рамок научного знания.

<sup>30</sup> См. также: Гапонцева М. Г. Интегративный подход в содержании непрерывного естественно-научного образования: дис. канд. пед. наук. Екатеринбург, 2002. 145 с.

шевленное (дерево, цветок, водоросль, ...), органическое одушевленное (собака, слон, дельфин, рыба, ...) и человек – одушевленное создание, обладающее интеллектом и свободой воли.

Оба ряда природных объектов, согласно определению Е. Вигнера, относятся к явлениям природы, т. е. попадают в область научного знания. И оба ряда указанных явлений природы выстроены так, что по мере перехода от одних классов объектов к другим возникают все большие затруднения при осуществлении пространственно-временной локализации объекта. Выделим основания, по которым построены эти ряды. Для первого ряда – это способ математического описания локализации объекта, а для второго – вариативность поведения, связанная со степенью «интеллекта» рассматриваемого объекта. Образно говоря, два данных ряда явлений природы можно отождествить с двумя непараллельными прямыми, двигаясь вдоль которых мы переходим к объектам, которые все труднее и труднее локализовать. С точки зрения научного знания нельзя отрицать возможность пересечения этих двух линий. Но те гипотетические объекты, которые лежат в точке пересечения, выходят за пределы области научного знания, так как нет возможности локализовать их доступными нам средствами. Иначе говоря, за пределами области научного знания лежит область, объекты которой имеют природу, не позволяющую контролировать их принятыми в современной науке методами<sup>31</sup>.

---

<sup>31</sup> Возможность осуществлять опыты является основой современной науки. Согласно общепринятому определению, опыт – это наблюдение, проводимое в контролируемых условиях. То есть отсутствие возможности контроля условий некоторого наблюдения автоматически выводит его за пределы научного знания, что прямо не связано с самой возможностью осуществления этого наблюдения.

Еще одно обстоятельство, имеющее общенаучное значение, – характер представлений о пространстве-времени. В. И. Вернадский строил свои рас-суждения о необходимости пересмотра в науке роли симметрии исходя из связи последней с понятиями пространства и времени, воззрения на которые радикально изменились при возникновении теории относительности и квантовой механики. Поменявшиеся представления нельзя считать окончательно устоявшимися и сейчас, спустя более чем сто лет. Успешное развитие науки в период начиная со времен Фалеса и Аристотеля и до начала XX в. во многом было обеспечено тем, что исключалась возможность нелокального пространственно-временного описания событий<sup>32</sup>. Это конструктивное решение обусловило прогресс всех научных направлений на протяжении более чем двух тысячелетий. Но в конце XIX – начале XX в. появились признаки исчерпанности данной парадигмы<sup>33</sup>. Поэтому, по логике В. И. Вернадского, можно ожидать

<sup>32</sup> Это нашло свое выражение в безусловном принятии принципа причинности в качестве инструмента анализа хода событий и принятии идеи локального реализма, которую А. Эйнштейн рассматривал как необходимое условие существования науки.

<sup>33</sup> К ним относятся: идея Э. Маха о зависимости инертной массы тела от его взаимодействия со всеми телами вселенной; мгновенная передача информации о состоянии пары спутанных квантовых частиц независимо от расстояния между ними, подтвержденная экспериментально (парадокс Розена – Подольского – Эйнштейна), и ряд явлений (сверхпроводимость, сверхтекучесть, спинодальный распад сплавов и явления, изучаемые нелинейной кинетикой, в частности эффект Бенара и ход реакции Белоусова-Жаботинского [34]), которые объясняются на основе применения функционала плотности свободной энергии Гинзбурга – Ландау.



ревизии и наших представлений о симметрии и, соответственно, ревизии идеологии, заложенной в Эрлангенской программе Ф. Клейна. Подобное утверждение опирается на общие соображения эвристического характера. Недавно было предложено построенное на гипотезе слабой не локальности [35] описание непрерывных гетерогенных систем с помощью методов термодинамики неравновесных процессов. Предельным случаем гипотезы слабой не локальности является гипотеза локального равновесия, многократно апробированная в неравновесной термодинамике непрерывных гомогенных систем [36]. Таким образом, учет пространственно-временной не локальности в XX веке становится методом, систематически используемым в физике и химической кинетике. Следовательно, если принять во внимание указание В.И. Вернадского о связи представлений о симметрии и наших представлений о пространстве-времени, может возникнуть вопрос о необходимости коррекции положений Эрлангенской программы Ф. Клейна и опирающейся на нее систематики научного знания.

Независимо от этого проблема возрастающего фрагментарного восприятия окружающей действительности и отсутствия ее целостной картины в условиях непрерывного увеличения объема информации, стимулирующего узкую специализацию формируемого содержания образования, ожидает своего решения. Перспективным вариантом, как мы попытались показать выше, представляется использование интегративного свойства форм симметрии в качестве структурирующего начала всего научного знания в современном образовании.

Данное свойство обнаруживается в соотношениях между принципами симметрии, законами природы и явлениями природы. Каждому принципу симметрии отвечает множество законов природы, а каждому закону природы – бесконечное множество явлений природы. Принципы симметрии наделяют структурой области законов природы и явлений природы, которые, в свою очередь, в виде сквозных линий (по В. С. Ледневу) определяют содержание образования. Поэтому при постоянном приросте объема информации, предъявляемой обучающимся для усвоения, в структуру содержания образования целесообразно ввести специальную сквозную линию симметрии, состоящую из системы курсов (апикальных элементов), дополненной имплицитными элементами, рассеянными в курсах других сквозных линий. Полагаем, что для описания содержания образования и его структуры большим потенциалом обладают положения фрактальной геометрии [37, 38].

## Список использованных источников

1. Зеер Э. Ф. Компетентностный подход к образованию // Образование и наука. 2005. № 3 (33). С. 27–40.
2. Зеер Э. Ф., Сыманюк Э. Э. Компетентностный подход к модернизации профессионального образования // Высшее образование в России. 2005. № 4. С. 23–30.
3. Яглом И. М. Математические структуры и математическое моделирование. Москва: Наука, 1980. 227 с.
4. Тойнби А. Дж. Постижение истории: пер. с англ. / сост. А. П. Огурцов. Москва: Прогресс, 1991. 736 с.
5. Сноу Ч. П. Две культуры // Сноу Ч. П. Портреты и размышления: сборник публицистических работ. Москва: Прогресс, 1985. С. 195–226.
6. Пуанкаре А. О науке. Москва: Наука, 1983. 560 с.
7. Визгин В. П. К истории «Эрлангенской программы» Ф. Клейна // Историко-математические исследования. 1973. № 18. С. 218–248.
8. Каргаполов М. И., Мерзляков Ю. И. Основы теории групп. 3-е изд., перераб. и доп. Москва: Наука. 1982. 288 с.
9. Яглом И. М. Геометрические преобразования. Т. 1. Движения и преобразования подобия. Москва: ГИТТЛ, 1955. 284 с. (Библиотека математического кружка)
10. Хартсхорн Р. Основы проективной геометрии. Москва: Мир, 1970. 160 с.
11. Вейль Г. Симметрия. Москва: Наука, 1968. 191 с.

13. Визгин В. П. Эрлангенской программа и физика. Москва: Наука, 1975. 111 с.
14. Леднев В.С. Содержание образования. Москва: Высшая школа, 1989. 360 с.
15. Рыбаков Б. А. Язычество древних славян. Т. 1. Москва: Наука, 1981.
16. 608 с.
17. Емельянов В. М. Стандартная модель и ее расширения. Москва:
18. Физматлит, 2007. 584 с.
19. Schwartz M. D. Quantum Field Theory and the Standard Model. Cambridge University Press, 2013. 952 p.
20. Вернадский В. И. Философские мысли натуралиста. Москва: Наука, 1988. 520 с.
21. Вигнер Е. Этюды о симметрии. Москва: Мир, 1971. 318 с.
22. Леднев В. С. Классификация наук. Москва: Высшая школа, 1971. 59 с.
23. Кедров Б. М. Классификация наук. Т. I. Москва, 1961. 472 с.
24. Егоров-Тисменко Ю. К., Литвинская Г. П. Теория симметрии кристаллов: учебник для высшей школы / под ред. В. С. Урусова. Москва: ГЕОС, 2000. 410 с.
25. Славнов А. А., Фаддеев Л. Д. Введение в квантовую теорию калибровочных полей. Москва: Наука, 1978. С. 240.
26. Шубников В. А. О работах Пьера Кюри в области симметрии // Успехи физических наук. 1956. Т. 59, вып. 4. С. 591–602.
27. Курнаков Н. С. Избранные труды. Т. 1. Москва, 1960. 596 с.

28. Пиаже Ж. Избранные психологические труды. Москва: Международная педагогическая академия, 1994. 680 с.
29. Волошинов А. В. Математика и искусство. Москва: Просвещение, 1992. 335 с.
30. Волошинов А. В. Пифагор: союз истины, добра и красоты. Москва: Просвещение, 1993. 224 с.
31. Рыбаков Б. А. Язычество древних славян. Москва: Наука, 1981. 608 с.
32. Гапонцева М. Г., Федоров В. А. Интегративный подход в математике и естествознании как средство развития познавательной активности учащихся // Образование и наука. 2002. № 4 (16). С. 123–140.
33. Гапонцев В. Л., Гапонцева М. Г. Естественнонаучное образование: соотношение научного и религиозного знания в свете принципа симметрии. Ч. 1. Содержание принципа симметрии // Образование и наука. 2015. № 4 (123). С. 4–21.
34. Гапонцев В. Л., Гапонцева М. Г. Естественнонаучное образование: соотношение научного и религиозного знания в свете принципа симметрии. Ч. 2. Примеры отбора содержания общего естественнонаучного курса на основе принципа симметрии // Образование и наука. 2015. № 6 (125). С. 4–20.
35. Гапонцев В. Л., Гапонцева М. Г. Принцип симметрии В. И. Вернадского // Диалог науки и религии: сборник. Екатеринбург: Екатеринбургская духовная семинария, 2018. 176 с. С. 71–79.
36. Гапонцев В. Л., Гапонцева М. Г. Включение элементов религиозного содержания в естественнонаучные дисциплины // Диалог науки и религии: сборник. Екатеринбург: Екатеринбургская духовная семинария, 2018. С. 80–94.

37. Эбелинг В. Образование структур при необратимых процессах. Москва: Мир, 1979. 280 с.
38. Гапонцев В. Л., Селезнев В. Д., Гапонцев А. В. Распад равновесной межфазной границы в сплавах замещения при механосплавлении // Физика металлов и металловедение. 2017. Т. 118, № 7. С. 665–678.
39. Дьярмати И. Неравновесная термодинамика. Теория поля и вариационные принципы. Москва: Мир, 1974. 304 с.
40. Гапонцев В. Л., Федоров В. А., Гапонцева М. Г. Язык описания структуры содержания образования: возможности современной математики // Педагогический журнал Башкортостана. 2018. № 5 (78). С. 75–94.
41. Gapontsev V. L., Fedorov V. A., Gapontseva M. G., Khuziakhmetov A. N. Description language of educational content structure: possibilities of modern mathematics // EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education. 2019. № 15 (3). em1678.

*Информация об авторах:*

**Гапонцев Виталий Леонидович** – доктор физико-математических наук, профессор кафедры математических и естественнонаучных дисциплин Российского государственного профессионально-педагогического университета, Екатеринбург, Россия. E-mail: vlgap@mail.ru

**Федоров Владимир Анатольевич** – доктор педагогических наук, профессор, директор Научно-образовательного центра профессионально-педагогического образования Российского государственного профессионально-педагогического университета; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7941-7818>; Екатеринбург, Россия. E-mail: Fedorov1950@gmail.com

**Гапонцева Марина Германовна** – кандидат педагогических наук, доцент кафедры математических и естественнонаучных дисциплин Российского государственного профессионально-педагогического университета; Екатеринбург, Россия. E-mail: m.gapontseva@gmail.com

Статья поступила в редакцию 12.10.2018; принята в печать 13.02.2019. Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

НАГДЯН РУБЕН МИХАЙЛОВИЧ

ПРИНЦИП СИММЕТРИИ В ПСИХОЛОГИИ  
И ОБРАЗОВАНИИ

E-mail автора: r.nagdyan@mail.ru



Республика Армения, Ереван, ул. Пушкина

46 Тел.: + 374(55) 78 47 87

E-mail; lusabats@netsys.am

lusabatc@mail.ru

www.lusabats.am

Տպարանակը՝ 150 օրինակ

Ծավալը՝ 16.75 տպ. մամուլ