

Г.С. ВОРОНКОВ

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
av13675@yandex.ru

ЗЕРКАЛЬНОЕ МЫШЛЕНИЕ

Приводятся примеры проявлений существования зеркальных моделей/образов в мышлении. Ставится вопрос, какие нейронные механизмы могут обеспечивать эти проявления. Автор использует подход - сравнение процессов мышления и зрения. Описываются нейронные механизмы зеркальных преобразований в зрительном пути. Анализируется суть зеркальных преобразований в отношении 2D и 3D зрительных образов. Обсуждаются возможные механизмы зеркальных преобразований и следствия формирования зеркальных моделей в мышлении.

Ключевые слова: *нейронная модель «мира», нейронные механизмы в зрении и мышлении, нейронные механизмы зеркальных преобразований*

Введение

В работе приняты: 1) представление, что мышление, его нейронные механизмы были развиты (в эволюции) на основе механизмов зрительной системы, а также 2) предположение, что окружающий мир представлен в сенсорной части мозга в виде нейронной модели [1]. Представление (1) используется в настоящей работе как своего рода «сравнительный метод» (см. ниже). Предположение (2) является в настоящей работе базовым, оно использовалось и развивалось как главная парадигма во всех других экспериментальных и аналитических исследованиях автора. Примером представительства **зрительного** мира, в частности его пространственных свойств, в виде **нейронной модели** может служить зрительный путь, состоящий из последовательности топографических зрительных проекций (ТП), которые достаточно изучены в физиологическом и нейроанатомическом аспектах [2, 3]. В отношении ТП обнаружены зеркальные преобразования в зрительном пути и описаны несколько разных нейронных механизмов, обеспечивающих эти преобразования [4].

Мышление тоже есть, с нейрофизиологической точки зрения, преобразование нейронных моделей, оперирование ими; эти преобразования/оперирования осуществляются благодаря определенным (стандартным) нейронным архитектурам (механизмам), встроенным в саму нейронную организацию модели мира. Это нейрофизиологическое

представление о мышлении, определяемом как решение задач, и некоторые его базовые нейронные архитектуры, описывались нами ранее [5]. Подход, лежащий в основе этого представления сложился еще раньше - в результате анализа и обобщения известных физиологических и нейроанатомических данных в отношении практически всех сенсорных систем [6, 7]. Благодаря этому подходу и использованию выявленных опытным путем конкретных нейронных механизмов обработки сенсорной информации [8] в работе [5] описаны правдоподобные нейронные механизмы решения **задач на опознание**.

Однако, для решения задач другого класса, например, решения задач по аналогии и других, потребовались дополнительные другие нейронные механизмы. В поисках других нейронных механизмов (которые могли бы использоваться в мышлении) мы обратились к более исследованной области – зрению. Не раскрывая здесь пока сущности, считаем, что одной из находок (для нас) стал процесс, известный в бинокулярном зрении как *фузия*. В настоящей же работе мы обращаемся к другой сравнительно недавно идентифицированной «новой» функции в зрении – функции зеркального преобразования и к описанным, как уже отмечено выше, нейронным механизмам, осуществляющим эту функцию [4]. Основанием предположить существование функции (и нейронных механизмов) зеркального преобразования в мышлении послужили нам наблюдения проявлений зеркальности в мышлении (примеры этих проявлений будут приведены в основном тексте статьи). Описание нейронных механизмов зеркальных преобразований в зрении используются в данной работе для обсуждения возможных механизмов зеркальных преобразований в мышлении.

Примеры зеркальных друг другу реальных объектов и суть зеркальных преобразований в отношении 2D и 3D объектов в зрении

На рис. 1 приведены три примера зеркальных друг другу 2D объектов: 1) печать и её оттиск, 2) графическое изображение на прозрачной плоскости и 3) отображение графического изображения в зеркале. Примеры приведены с целью наглядно показать, что в сущности зеркальный (по отношению к оригиналу) двухмерный объект-модель есть тот же оригинал, - если рассматривать оригинал с обратной (оборотной) стороны плоскости, на которой он находится. Способов «увидеть» объект с оборотной стороны достаточно много. На рисунке представлены три способа – 1) отпечатать объект на другой плоскости, 2) перейти («наблюдателю») за плоскость и 3) отразить объект в зеркале.

Объектом в примере 3) на рис. 1 является изображение системы координат двухмерного пространства. Этот пример наиболее наглядно показывает, что случай зеркального преобразования плоского пространства характеризуется изменением направления на обратное одной из осей координат этого пространства. Далее в статье мы будем

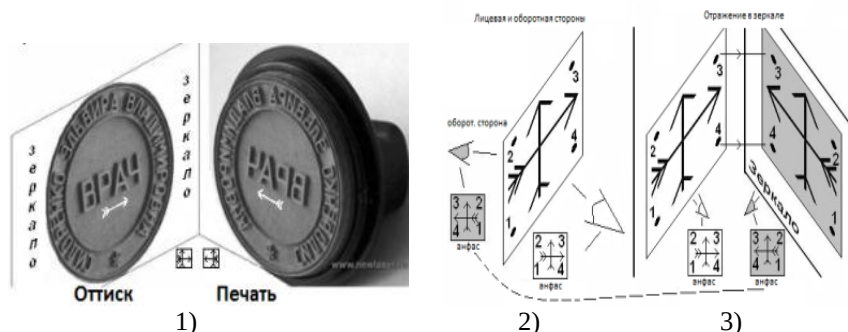


Рис. 1. Примеры зеркальных друг другу двухмерных объектов

использовать, в основном, этот прием для того, чтобы идентифицировать наличие зеркального преобразования в отношении самых разных объектов, в том числе 3D и более мерных объектов.

На рис. 2 приведены два примера зеркального преобразования трехмерных (3D) объектов. Первый пример – выворачивание наизнанку рукавицы. Белой представлена рукавица-оригинал (правая рукавица); ниже, темной представлена вывернутая наизнанку по оси Z эта же рукавица. Видно, что ось Z изнаночной рукавицы изменила направление на обратное (по сравнению с таковой оригинала)¹. То же, изменение направления оси Z на обратное, имеет место, как можно видеть, и в случае со вторым примером - при отражении трехмерного пространства в зеркале.

Примеры нейронных механизмов, обеспечивающих зеркальное преобразование в зрительной системе.

Обнаружено, как уже отмечено выше, что в зрительной системе у всех животных имеет место зеркальное преобразование в отношении топографических проекций (ТП) в зрительном пути; описаны нейронные

¹ При повороте изнаночной рукавицы на 180° вокруг оси Y становится видимым, что, в результате изменения направления оси Z, рукавица из «правой» превратилась в «левую».

механизмы, обеспечивающие это преобразование [4]. Механизм, обеспечивающий это зеркальное преобразование у беспозвоночных, отличается от такового у позвоночных. У беспозвоночных изменение направления одной из осей координат ТП на обратное достигается за счет перекреста зрительных волокон, идущих от «первой» ТП к ТП, следующей за первой ТП (рис. 3, А). У позвоночных животных (и человека) это изменение обуславливается инверсией сетчатки. В результате инверсии сетчатки², аксоны фоторецепторной ТП оказываются направленными не вперед, а назад. По сути, в этом случае на следующей ТП «отпечатывается» не оборотная сторона рецепторной ТП (что имело бы место в отсутствии инверсии), а как бы лицевая сторона рецепторной ТП. В результате, как проиллюстрировано на рис. 3, Б, одна из осей координат нейронной ТП, следующей за рецепторной ТП, оказывается направленной в обратную сторону по сравнению с таковой в рецепторной ТП. То есть, нейронная ТП (точнее, изображение, создаваемое ею), следующая за рецепторной ТП, оказывается, как и у беспозвоночных (А), зеркальной в отношении своего оригинала – рецепторной ТП.

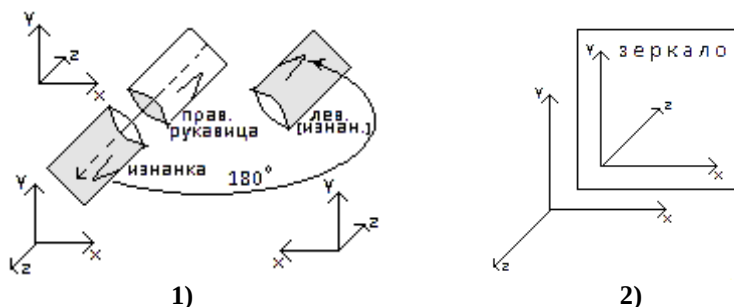


Рис. 2. Примеры зеркальных друг другу трехмерных объектов

Пока неизвестно, как генерируется зрительный образ³. В то же время, с точки зрения упомянутого выше (и используемого в данной работе)

² В морфологическом плане, суть инверсии сетчатки состоит в том, что благодаря инверсии рецепторный слой сетчатки повернут к свету не воспринимающей, а тыльной стороной.

³ Остается неизвестной и сама природа зрительного образа (как и природа любого ощущения вообще). Тем не менее, имеющиеся на настоящее

представления – что мир представлен в мозге в виде нейронной модели – очевидно, что в результате зеркального преобразования нейронная модель является физически иной, чем она являлась бы без зеркального преобразования. Следовательно, и зрительный образ является иным – зеркальным, по сравнению с тем, который имел бы место без зеркального преобразования. Это заключение согласуется с опытными данными последователей Дж. Стреттона⁴, которые искусственно создавали на сетчатке изображение мира, зеркальное «нормальному»⁵, то есть тому, которое создается лишь оптикой глаза, – образ мира при этом создавался зеркальным действительному миру.

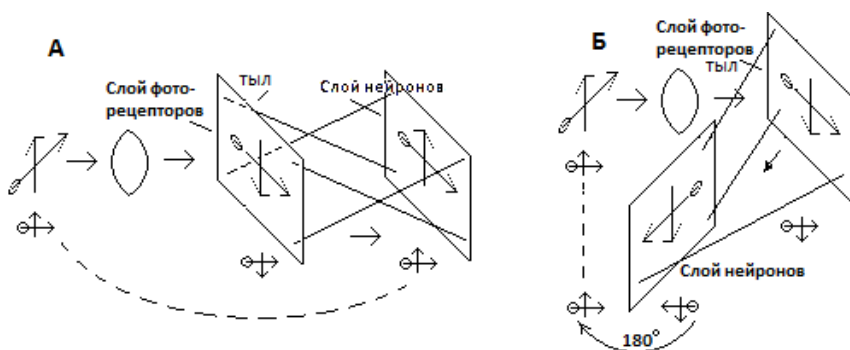


Рис. 3. Два примера механизмов зеркального преобразования в отношении ТП в зрительном пути: А - ипсилатеральный перекрест зрительных волокон; Б – инверсия сетчатки

ТП является, в принципе, плоской, то есть двухмерной, структурой. В то же время, зрение (бинокулярное) обеспечивает трехмерность

время данные свидетельствуют, что **ощущения** сопровождают нейронную активность, но не наоборот.

⁴ Дж. Стреттон известен как первый исследователь, изучавший восприятие изображения, создаваемого (с помощью специальной оптики) на сетчатке как перевернутое «вверх ногами» (по сравнению с изображением, создающимся естественно, только оптикой глаза).

⁵ «В норме» зрительный образ не является зеркальным реальному зрительному миру. Действительно, каждый может убедиться, что одноименные оси систем координат зрительного мира и его зрительного образа направлены одинаково.

зрительных образов. Существует ли в 3D зрении механизм зеркального преобразования? Имеются основания считать, что такой механизм существует (хотя неизвестно, как он устроен). Об этом свидетельствует, на наш взгляд, факт изменения направления оси Z в 3D образе на обратное в случае, если поменять местами в стереоскопе гетероскопическую пару 2D изображений, создающих этот 3D образ, – удаленные объекты при этом станут восприниматься как находящиеся на переднем плане.

Примеры, свидетельствующие о способности человека мысленно создавать зеркальные образы объектов, оперировать такими образами и обучаться этому

Широко известно, что некоторые люди способны писать зеркально и читать написанный зеркально текст, не прибегая к помощи зеркала (чтобы преобразовать зеркально написанный текст в «нормальный»). Этому навыку можно обучаться. Также хорошо известно, что дети иногда изображают на рисунках объекты зеркальными. То же имеет место у пациентов с некоторыми мозговыми расстройствами.

Некоторые люди способны произносить слова, точнее, слоги слов (и целые фразы из них) «в обратном порядке» и обучаться этому, совершенствуя эту способность. И, наоборот, - с легкостью узнавать слова (и фразы), произнесенные «в обратном порядке»), и тоже обучаться этому.

Человек способен научиться управлять автомобилем при езде задним ходом, а также переучиться с право- на левостороннее движение.

Эти приведенные примеры свидетельствуют, с точки зрения принятого здесь представления (см. выше), что нейронный механизм зеркального преобразования существует не только как жестко встроенный механизм в зрительном пути; очевидно, механизм, или, механизмы зеркального преобразования также широко представлены в других структурах мозга - структурах осуществляющих мыслительные функции самого разного рода; эти механизмы достаточно пластичны, они могут формироваться и быть перестроены в процессе обучения.

Приведенные выше примеры имеют отношение к восприятию сенсорных (зрительных, слуховых) объектов (то есть объектов, имеющих пространственные и/или временные характеристики), а также к представлению последних в виде сенсорных образов, опознанию их и затем установлению соответствия их с двигательными образами. Очевидно, что механизмы этих процессов являются составной частью механизмов мышления. Какими являются, в частности, нейронные механизмы зеркальных преобразований в мышлении?

Поскольку в настоящее время структуры, ответственные за генерацию образов, с которыми оперирует мышление в случаях выше приведенных примеров, не являются строго идентифицированными, нейроанатомическая организация механизмов зеркальных преобразований в них пока не может быть установлена морфологическими методами. Однако в силу того, что эти образы являются, по всей видимости, не более чем трехмерными, это дает некоторое основание предполагать, что их нейроанатомическая организация может быть подобной той, которая имеет место, как это описано выше, в зрительной системе.

Кроме приведенных выше примеров, можно привести примеры мыслительных образов, которые, не имея выраженных пространственных и временных характеристик, но являясь многомерными, тем не менее, могут быть сформированными у индивида как зеркальные в отношении реального мира, мира в широком смысле.

Примеры этому можно найти, в частности, в попытках Л. Кэрролла⁶ мысленно представить воспринимаемый человеком мир и отношения между людьми как если бы они происходили «в Зазеркалье», то есть, - по принятым людьми (и/или природным) законам, но подвергнутым зеркальному преобразованию. Можно обсуждать, всегда ли эти попытки являлись удачными. Тем не менее, важно, в контексте данной статьи, что, по крайней мере, некоторые из них, по-видимому, можно рассматривать как свидетельство существующей у человека возможности оперировать в процессе мышления зеркальными моделям действительности и, следовательно, как свидетельство существования нейронных механизмов зеркальных преобразований в структурах, обеспечивающих мышление.

Примером проявлений зеркальности в мышлении можно считать, по-видимому, также делаемые иногда людьми прямо противоположные оценки и выводы в отношении одной и той же проблемной ситуации. Это наблюдение может относиться к одному и тому же человеку, но чаще – к двум лицам или двум группам спорящих лиц.

Имеет ли нейронная модель, генерирующая мысленные образы (которыми оперирует мышление) пространственную систему координат? В зрительной системе, даже в отношении 3D образов, - видимо, имеет (см. первые разделы статьи). Что касается нейронных моделей,

⁶ Л. Кэрролл, как полагают исследователи его творчества, наследовал некоторые особенности английского «фольклора» и «закрепил» их – так, в Великобритании сказка Кэрролла «Алиса в Зазеркалье» является обязательной для чтения в начальной школе.

обеспечивающих абстрактное мышление, то, по-видимому, ментальное пространство описывается своей (не декартовой) системой координат [10].

Тем не менее, для наглядности, рассмотрим в терминах нейронной модели трехмерного зрительного пространства, следствия (проблемы), которые возникают из возможности формировать зеркальные модели действительности.

Обсуждение: какие проблемы возникают по причине формирования у людей зеркальных моделей в отношении одной и той же проблемной ситуации.

С точки зрения принятого в работе подхода/представления (см. выше), противоположные выводы/оценки (у двух людей с зеркальными, друг другу, моделями) в отношении одной и той же ситуации обуславливаются противоположной направленностью пары одноименных осей (например, оси Z у одного и оси Z у другого лица) в многомерных системах координат их нейронных моделей. При этом осью Z является, по-видимому, ось оценки представленных в модели объектов (объектов в широком смысле – событий, констатаций и других): у двух спорящих лиц эта ось направлена в противоположные стороны; условно, у одного она направлена в «положительную» (+), у другого – в отрицательную (-) (как это проиллюстрировано на рис. 3).

Из понимания того, в чем состоит различие двух зеркальных друг другу моделей одного и того же объекта/ситуации (см. первые разделы статьи), ясно также, что модель каждого из этих двух лиц является внутренне непротиворечивой. Поэтому, попытка обнаружить «несостоятельность» какой-либо из этих моделей путем поиска в ней внутренних противоречий не может привести к успеху. Этим путем невозможно доказать, какая из моделей является «правильной», то есть безошибочной, и спор не будет решим.

В тоже время, из понимания, сущности того, чем отличается зеркальная модель от оригинала (также см. выше), очевидно, что из двух зеркальных друг другу моделей одного и того же оригинала (то есть, одной и той же ситуации) только одна из моделей адекватна реальной ситуации, то есть, адекватна реальному «положению вещей», действительному миру. Казалось бы, решение проблемы может быть достигнуто – для этого достаточно сопоставить каждую модель с реальной ситуацией (то есть, с оригиналом, с действительным «положением вещей») и выяснить, какая из моделей является адекватной (не зеркальной) оригиналу.

Однако, проблема сложнее. Действительно, сам оригинал часто (особенно в гуманитарной сфере) есть тоже описание – он есть описание/представление (разными людьми) мира (миропорядка, мироустройства), то есть, тоже является моделью. И эти описания (модели) мира, тоже могут быть зеркальными. Таким образом, решение частной проблемы, - какая из двух зеркальных друг другу моделей одной и той же проблемной ситуации является адекватной (не зеркальной действительности), - зависит еще от того, с каким из двух зеркальных описаний действительности будет происходить сравнение этих (зеркальных друг другу) моделей.

Разное понимание у людей, какое из описываемых «мироустройств» (любого масштаба) является адекватным («правильным»), в конечном счете есть коренная причина их разногласий. С этим известным «философским» тезисом/положением хорошо согласуются, как можно было видеть, результаты проведенного в данной статье «нейрофизиологического» анализа.

Заключение

Очевидно, что, эволюционно, мышление - это следующий этап/уровень по сравнению со зрением, и что, в связи с этим, нейронные механизмы мышления, безусловно, имеют свою специфику. Главное, что можно «почерпнуть» при изучении зрения, это основной принцип, лежащий в основе «устройства» зрения и, следовательно, мышления.

В данной статье мы опирались на подход/представление, основной тезис которого – мозг есть **нейронная модель** окружающего мира и способов взаимодействия с ним (ссылки даны в начале статьи). Этот подход использовался и получал развитие во всех других наших исследованиях. Так, этот подход потребовал в свое время развития самого понятия «модель» [9], а также сопоставления понятия «модель» с понятием «информация» [11]; было отмечено при этом также, что свойство «быть моделью» характеризует все живое, является атрибутивным свойством живого. Развитие понятия «соответствие» (ключевого в понятии «модель») позволило рассмотреть его в сопоставлении с понятием «отражение», являющимся краеугольным философским понятием в проблеме сознания [12]. Ранее обсуждался вопрос об отношении данных о зеркальных преобразованиях в зрении к проблеме связи зрительного образа с нейронной структурой [4].

Настоящая работа расширяет описанный круг «выходов» используемого в работе «модельного» подхода – она свидетельствует о

возможности с нейрофизиологической точки зрения обсуждать психологические аспекты в мышлении. В этом автор видит основной результат данной работы.

Список литературы

1. Глезер В.Д. Зрение и мышление. Л.: Наука, 1985. С. 246.
2. Супин А.Я. Нейрофизиология зрения млекопитающих. М.: Наука, 1981. С. 252
3. Подвигин Н.Ф., Макаров Ф.Н., Шелепин Ю.Е. Элементы структурно-функциональной организации зрительно-глазодвигательной системы. Л.: Наука, 1986. С.252.
4. Воронков Г.С. Инверсия сетчатки и перекресты зрительных волокон как нейроанатомические механизмы зеркальных преобразований. // Вестник московского университета. Серия 16. Биология. 2009, № 4, с. 8-13.
<https://istina.msu.ru/publications/article/1941151/>
5. Воронков Г.С. Механизмы решения задач в элементарном сенсорнуме: нейронные механизмы опознания и сенсорного обучения. // Нейрокомпьютеры: разработка и применение. 2004, № 2-3, с. 92-100.
<https://istina.msu.ru/publications/article/1968746/>
6. Воронков Г.С. К анализу принципов кодирования в сенсорных системах. // Ж.. "Биол. науки" МИИССО СССР, М., 1988. 39 с., 3 ил., библиогр. 57 назв./Рук. - деп. в ВИНТИ 21.03.88, № 2144-B88 / .
<https://istina.msu.ru/publications/book/2096830/>
7. Воронков Г.С. Сенсорная система как нейронная семиотическая модель адекватной среды. // Сб.: Сравнительная физиология высшей нервной деятельности человека и животных. М.: Наука, 1990, с. 9-21.
<https://istina.msu.ru/publications/article/2075316/>
8. Воронков Г.С. Нейрофизиологические механизмы и обработка сенсорной информации на первом синаптическом уровне в обонятельном анализаторе. Докт. Дис. МГУ, Москва, 1990. С. 461.
9. Воронков Г.С. Понятия "модель" и "соответствие": нейрофизиологический и общий аспекты. // Философия и будущее цивилизации. Тезисы докл. и выст. IV Российского философского конгресса. Том. 1. М.: «Совр.Тетради», 2005, с. 707-708.
<https://istina.msu.ru/publications/article/1965674/>
10. Хренников А.Ю. Моделирование процессов мышления в р-адических системах координат. М.: Физмалит, 2004. С. 295.
11. Воронков Г.С. Информация и мозг: взгляд нейрофизиолога. // Нейрокомпьютеры: разработка и применение. 2002, №1-2, с. 79-88.
<http://www.scorcher.ru/neuro/science/base/mem76.htm>
12. Воронков Г.С. Обязательно ли ощущения являются изоморфными «образами» мира: анализ с нейрофизиологических позиций некоторых аспектов теории отражения. // Int. J. Information Technologies and Knowledge. 2008, Supplement. Vol. 2, pp. 228-232 (in Russ.).
<https://istina.msu.ru/publications/article/1944213/>