



отдельных иллюзий и сталкиваются с непреодолимыми трудностями по другим иллюзиям, особенно в альтернативных условиях их предъявления. Так, теория движения глаз не может объяснить сохранение иллюзорных эффектов в условиях стабилизации сетчаточного изображения, а механизм латерального торможения не может ответить на вопрос, почему действие иллюзий сохраняется при предъявлении субъективных контуров [21; 24; 25]. Вескими аргументами против теории кажущейся удаленности, связанной с перцептивным научением, являются факты о наличии иллюзорных эффектов при гаптическом восприятии или в экспериментах над животными, которых вряд ли можно наделить способностью к пикториальному восприятию глубины, а также сохранение иллюзорных эффектов при устранении признаков удаленности, например, при предъявлении гантелеобразного варианта иллюзии Мюллера-Лайера с окружностями вместо стрелок [21; 22; 27]. Действие иллюзий также нельзя объяснить только с позиции структурных оптико-ретиальных компонентов и периферического уровня зрительной системы. В ряде экспериментов при стереоскопическом предъявлении геометрических иллюзий тестируемые части подавались на один глаз, а индуцирующие на другой. В результате целостный образ иллюзорных стимулов возникал только после фузии в центральных зрительных отделах; тем не менее эффект искажения оставался почти таким же, как и в обычных условиях восприятия [24].

По всей видимости, возникновение иллюзорных эффектов нельзя объяснить действием только какого-нибудь отдельного фактора, а связано с влиянием разных уровней когнитивной системы, и это влияние по-разному проявляется в зависимости от условий предъявления стимулов. Кроме этого, выраженность и величина большинства иллюзий находятся под влиянием ряда высокоуровневых компонентов, среди которых перцептивное научение, экологические условия проживания, возрастные и культурно-образовательные особенности испытуемых, характер совершаемых со стимульным материалом действий и т.п.

В данной работе я постараюсь представить непротиворечивую картину совместного действия различных структурных, перцептивных и когнитивных факторов оптико-геометрических иллюзий с позиции общих механизмов обработки пространственной информации. Для начала попробуем выявить базисный перцептивный механизм, лежащий в основе восприятия всех или большинства геометрических иллюзий независимо от уровня эволюционного или онтогенетического развития, условий предъявления стимулов и особенностей деятельности. Затем рассмотрим, как действие этого механизма модифицируется под влиянием различных факторов и условий восприятия. И в заключение постараемся интегрировать разнообразные эффекты восприятия иллюзий в рамках общих когнитивных механизмов. Соответственно можно выделить три части данной статьи.

\* \* \*

В качестве общего базисного механизма, индуцирующего иллюзорные эффекты, я предполагаю " " " " на определенных участках, обусловленную особенностями перцептивной организации стимульного материала. Использование термина внимание в качестве объяснительного принципа в когнитивной психологии имеет негативный оттенок, поскольку не раскрывает конкретных объективных условий возникновения определенных перцептивных образов. Однако в данном случае под вниманием будем понимать протекающие преимущественно на произвольном уровне восходящие автоматические стимул-

зависимые процессы (bottom-up) и имеющие под собой реальный нейрофизиологический субстрат.

С точки зрения информационного подхода, зрение или зрительное восприятие можно представить как вычислительное устройство, предназначенное для обработки информации. Обработка представляет собой многоступенчатый процесс преобразования информации из одного вида в другой с помощью различных алгоритмов, что обеспечивает доступность ее описания и обработки на разных уровнях вычислительной системы. Согласно Д. Марру, на первой стадии обработки ( " ) зрительная система имеет дело со спроецированным на сетчатку распределением яркостей и в результате его преобразования выделяет поверхности одинаковой освещенности и текстуры [18]. Сегментация зрительного поля осуществляется автоматически на нижних уровнях системы по признакам сходства, близости, выделения границ, пересечений, концов, разрывов, сдвигов кривизны, т.е. по наиболее информативным признакам<sup>1</sup>. На второй стадии (2,5- " ) осуществляется соотнесение выделенных поверхностей с информацией об их удаленности и ориентации относительно позиции наблюдателя на основе признаков стереопсиса и изменения яркостей поверхностей, что близко гибсоновскому понятию «градиент текстуры»<sup>2</sup>. На последней стадии ( " " ) заканчивается процесс зрительного восприятия в чистом виде, поскольку для распознавания образов наблюдатель использует описания различных форм, хранящиеся в памяти и полученные по другим каналам поступления информации<sup>3</sup>. Для понимания базисного механизма возникновения иллюзий наибольшее значение имеет первая стадия обработки зрительной информации.

Более конкретную реализацию информационного подхода к пониманию механизма оптико-геометрических иллюзий предложили Н.В. Завалишин и И.Б. Мучник, которые для анализа зрительных изображений перцептивной системой или распознающим устройством ввели понятие функции информативности [15]. При оценке величины объекта точки фиксации взора (соответственно и внимания) сгущаются вокруг информативных участков, т.е. содержащих больше всего сведений об этом объекте. Эти точки названы экстремумами (минимумами и максимумами) функции информативности, поскольку вокруг них происходит наибольший перепад зачерненности изображения. Функцию информативности можно представить в виде концентрического окна изменяемого размера с затемненным центром и освещенной периферией или наоборот. При анализе изображения для его деталей автоматически подбирается окно нужного размера, которое размещается таким образом, чтобы максимально подчеркнуть различия в зачерненности центральной и периферической частей.

Поиск информативных точек опирается на реальный нейрофизиологический субстрат, а именно на организацию концентрических рецептивных полей зрительных нейронов с on-центром и off-периферией (или наоборот) [23]. Рецептивными полями такой формы обладают ганглиозные клетки сетчатки и клетки латерального колленчатого тела. Так, при попадании светового пятна только в центр рецептивного поля импульсная активность данного нейрона возрастает, а при распространении пятна

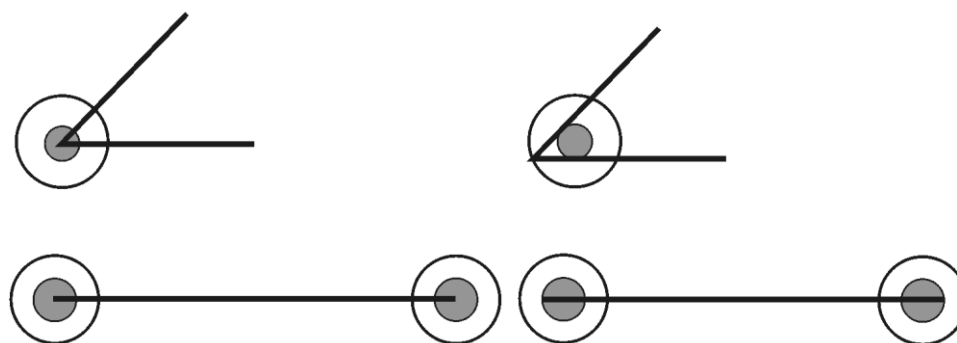
<sup>1</sup> Примерно те же самые признаки в свое время гештальтпсихологи положили в основу принципа группировки в перцептивной организации и тоже на автоматическом уровне.

<sup>2</sup> В связи с этим уместно напомнить, что теории, связывающие возникновение иллюзий с трехмерным восприятием (неадекватное шкалирование глубины), апеллируют к более высокому уровню обработки зрительной информации.

<sup>3</sup> Именно с позиции третьей стадии обработки следует рассматривать то влияние, которое оказывают на иллюзорные эффекты опыт, перцептивное научение и особенности деятельности.

на периферию – снижается. На этом принципе основано действие механизма латерального торможения, функцией которого является усиление контраста и подчеркивание контуров падающих на сетчатку изображений. Рецептивные поля соответствующего размера автоматически подбираются для деталей изображения так, чтобы вызвать максимальную импульсную активность зрительных нейронов.

Точки экстремума функции информативности располагаются не на контурах, концах линий или резких перепадах кривизны, а поблизости от них, что может приводить к различным искажениям воспринимаемых объектов [15]. Так, при оценке величины угла точки экстремума располагаются не на вершине, а смещены внутрь него, и чем острее угол, тем дальше от вершины они будут располагаться. На рис. 1 (вверху) сравнивается расположение центра окошка на вершине угла и внутри него.



**Рис. 1. Расположение точек фиксации в соответствии с функцией информативности при оценке величины угла и отрезка. В левой части обеих фигур фиксируются вершина угла и концы отрезка, и разность в уровне зачерненности центральной и периферической частей не будет максимальной. В правой части фиксируются область внутри угла и точки, смещенные внутрь относительно краев отрезка, в результате этого разность зачерненности достигает максимума**

Во втором случае (справа) разность в зачерненности между центральной и периферической частями будет большей. Анализ функции информативности применительно к отрезку показывает, что точки экстремума сдвинуты относительно концевых точек внутрь отрезка (рис. 1 внизу). Эта гипотеза подтверждается эмпирическими исследованиями глазодвигательной активности – при оценке величины угла скопление точек фиксации располагается не на вершине, а внутри него, а при оценке длины отрезка центр тяжести скопления точек фиксации смещен немного внутрь относительно концов отрезка.

Субъективно величина объекта оценивается не по расстоянию между его краями или концами, а по взаиморасположению точек экстремума. Благодаря этому длина фиксируемого отрезка недооценивается, а величина угла переоценивается. В обычных условиях восприятия мы не замечаем этих искажений, поскольку абсолютная оценка размеров сталкивается с серьезными процедурными трудностями, а при относительной оценке сравниваемые стимулы подвергаются примерно одинаковому искажающему влиянию. Исключение могут составлять те случаи, когда производится целенаправленная фиксация только одного из сравниваемых стимулов, а второй остается нефиксируемым, и мы вернемся к анализу подобных случаев немного позже.

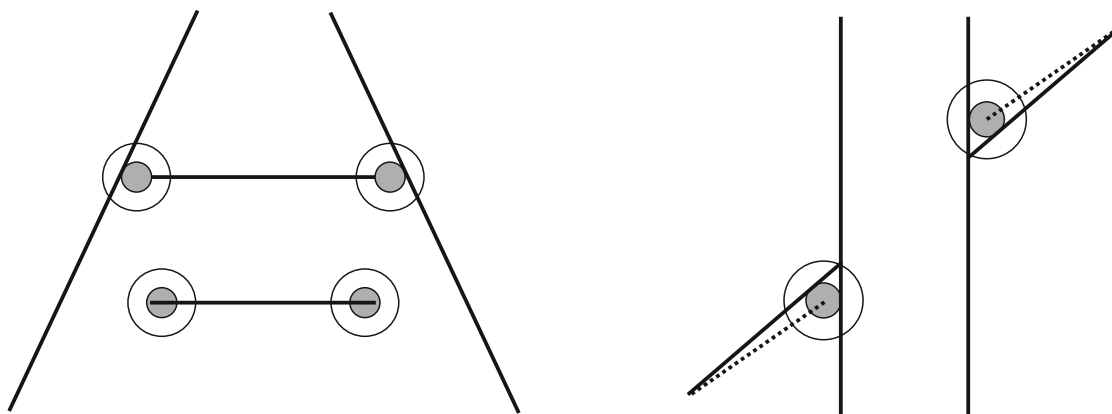
В случае оптико-геометрических иллюзий конфигурация индуцирующих иллюзию частей систематично изменяет расположение информативных точек, что

приводит к искаженной оценке величины тестируемой части или к искажению воспринимаемого направления линий. Так, в классической иллюзии Мюллера-Лайера (М-Л) направление стрелок определяет положение точек экстремума функции информативности. В стимуле со стрелками, обращенными вовне, эти точки располагаются за пределами тестируемого отрезка, а в стимуле со стрелками, обращенными вовнутрь – внутри отрезка. Положение этих точек наглядно показано на рис. 2. Соответственно длина первого отрезка недооценивается, а длина второго переоценивается.



**Рис. 2. Расположение экстремумов функции информативности в иллюзии Мюллера-Лайера, отражающих наибольший перепад зачерненности между центральными и периферическими частями концентрических окон**

Аналогичное объяснение применимо и к подавляющему большинству других иллюзий величины и направления линий. Чтобы не утомлять читателя дополнительным текстовым объяснением, наглядно продемонстрируем расположение точек экстремума на примере иллюзий Понцо и Поггендорфа на рис. 3. Исключение составляют только различные варианты вертикально-горизонтальной иллюзии, которые преимущественно связаны с анизотропными механизмами восприятия разных пространственных направлений.



**Рис. 3. Расположение экстремумов функции информативности в иллюзии Понцо (слева) и Поггендорфа (справа)**

В пользу рассмотренного механизма возникновения иллюзорных эффектов могут служить эксперименты с изменением конфигурации индуцирующих частей, например, изменение угла, образованными стрелками в иллюзии М-Л. Мы предположили, что чем острее угол, образованный стрелками, тем дальше от краев отрезков должны располагаться точки экстремума (или фиксации внимания), и тем больше должна быть величина иллюзии. Был проведен специальный эксперимент, в котором с помощью специальной компьютерной программы «Visualil 1.00» [10] изменялась величина угла, образованного стрелками, в восьми экспериментальных

сериях: 20°, 40°, 60°, 80°, 100°, 120°, 140° и 160°<sup>4</sup>. Величина иллюзии оценивалась на 18-ти взрослых испытуемых методом установки. В среднем величина иллюзии при этих условиях составила 22,1%, 17,8%, 15,9%, 13,5%, 11,5%, 9,5%, 7,7% и 5,7% соответственно. Уменьшение величины иллюзии по мере увеличения угла стрелок подтвердилось на высоком уровне статистической значимости ( $F(7; 119) = 33,03$ ;  $p < 0,001$ ), и это подтверждает положение о роли фиксации внимания в информативных точках в возникновении иллюзорных эффектов.

Другим подтверждением роли стимул-зависимого внимания в механизме возникновения иллюзий могут служить эксперимент по распределению искажающего эффекта по длине иллюзии. Такие эксперименты направлены на проверку сразу двух гипотетических механизмов иллюзий: воспринимаемой удаленности и сосредоточения внимания в определенных частях стимулов. Если иллюзорный эффект определяется точками фиксации внимания, то искажению величины должен подвергнуться не весь тестируемый отрезок иллюзии М-Л, а только его концы вследствие близости к стрелкам. Если верна теория неадекватного шкалирования глубины [14; 37], то один из стимулов будет казаться более удаленным, и искажающий эффект будет равномерно распределен по всей его длине. Дж. Предебон проверил эти гипотезы с помощью оригинального метода последовательных делений иллюзии М-Л на перцептивно равные части [46]. Испытуемый сначала делит отрезки с помощью отметки карандашом на две, затем на четыре и, наконец, на восемь частей. В стандартных фигурах М-Л независимо от направления стрелок выявлена ошибка делений только близких к обоим концам отметок, т.е. иллюзорный эффект не распространялся дальше средней точки. Помимо классического варианта иллюзии, испытуемые также делили отрезки со стрелкой только на одном конце. В фигурах с одним наконечником выявлена ошибка в делении уже на две части и дальше при последовательном делении близких к наконечнику фрагментов. При последующем делении половины фигуры с открытого конца отметки ставились почти точно посередине. Так же почти точно ставились отметки и при делении близких к середине фрагментов фигуры. В целом, результаты эксперимента указывают на то, что эффект сжатия или растяжения локализован в области отрезка, близкой к наконечнику, и определяется точками фиксации внимания в зависимости от направления стрелок [46].

По-моему, ошибка теории неадекватного шкалирования глубины [14; 37] состоит в том, что она направлена на объяснение простых перцептивных феноменов более сложными процессами, связанными с опытом и научением. Не восприятие кажущейся удаленности является причиной оптических иллюзий, а скорее наоборот, лежащий в основе иллюзорных искажений базисный механизм проявляется в интерпретации признаков удаленности при воссоздании объемных образов по плоским изображениям. В некоторых случаях определенные части стимулов как бы выталкиваются из плоского изображения, создавая эффект объемности или разной удаленности. По словам одного из лидеров гештальтпсихологии К. Коффки, если принцип прегнантности (хорошей формы) достигается в двух измерениях, то мы будем склонны видеть плоское изображение. Если же в перцептивном поле возникает напряжение, и достижение хорошей формы предполагает выход в третье измерение, то мы скорее уже увидим объемную фигуру [40].

Таким образом, в качестве наиболее вероятного базисного механизма, применимого для большинства известных оптико-геометрических иллюзий, следует рассматривать автоматическую фиксацию взора и захват внимания, что при определенной конфигурации стимульного материала приводит к систематическим

<sup>4</sup> Эксперимент проведен совместно с И.Г. Доровских [4].

искажениям оценки величины и направления линий. Данный механизм обладает всеми признаками модульной организации по Дж. Фодору [29]: специфичность, быстрое действие, принудительность и поверхностность обработки материала в автоматическом режиме, информационная закрытость (недоступность сознательному контролю), фиксированный анатомический субстрат на уровне центральной нервной системы и эволюционное происхождение (наблюдается у животных). Исходя из этого, напрашивается вывод о том, что механизм восприятия иллюзий заложен в самой природе зрительного восприятия и имеет врожденную организацию, свойственную всем людям независимо от возраста и других индивидуальных особенностей.

\* \* \*

Если базисный механизм восприятия иллюзий свойственен всем людям, как объяснить многочисленные неоспоримые данные о влиянии различных факторов на степень и выраженность иллюзорных эффектов. Среди таких факторов чаще всего упоминают распределение внимания (преимущественно на уровне контролируемых нисходящих процессов), возрастные и культурно-образовательные особенности испытуемых, экологические условия проживания, прошлый опыт и характер совершаемых со стимульным материалом действий. Восприятие нельзя рассматривать в отрыве от других уровней когнитивной организации, а иллюзии не являются застывшим феноменом и подвержены модифицирующему влиянию различных когнитивных систем вплоть до их полного подавления.

Среди различных факторов, оказывающих влияние на величину иллюзий, важнейшая роль отводится специфике распределения зрительного внимания. Пожалуй, впервые на это влияние обратил внимание Ж. Пиаже и выразил его в понятиях относительной центрации и децентрирующей деятельности [20]. Центрация определяется как одновременное восприятие совокупности отношений в некоторой окрестности точки фиксации внимания. В зоне центрации имеет место деформация зрительного поля, которая заключается в растяжении поля в центре по отношению к периферии и в сжатии периферии относительно центра. Увеличиваясь по мере длительности и частоты фиксаций в данной точке, деформация зрительного пространства является причиной ошибок при оценке геометрических параметров стимула. Так, при сравнении величин двух отрезков одинаковой длины тот из них, на котором в данный момент фиксировано внимание, кажется большим. Обратный процесс компенсации деформаций назван децентрацией. Он состоит в том, что при длительном поочередном наблюдении сравниваемых стимулов искажение параметров постепенно снижается или вообще исчезает, так как оба отрезка деформируются одинаково. Центрирование более выражено у детей вследствие эгоцентризма детского восприятия; им труднее соотнести разные точки зрения. В дальнейшем происходит переход к одновременному учету нескольких параметров объекта и объективному представлению о пространстве.

В соответствии с этой концепцией иллюзорные эффекты можно рассматривать как результат произвольной центрации на одном стимуле, что ведет к переоценке его величины. При продолжительной экспозиции начинает действовать обратный процесс децентрации, т.е. внимание переводится на другой стимул, и разница в оценке размеров двух стимулов уменьшается. Децентрирующая деятельность развивается в процессе онтогенеза, по мере того как ребенок освобождается от эгоцентризма определенной точки зрения. Следовательно, с возрастом величина оптико-геометрических иллюзий должна уменьшаться. Другой вывод связан с тем, что увеличение экспозиции

иллюзорного материала ведет к повышению роли децентрации и уменьшению величины иллюзий.

Это предположение подтверждается результатами экспериментов Дж. Предебона, в котором изучалось влияние времени предварительного осмотра на оценку величины иллюзии М-Л в варианте Брентано:  $\left. \begin{array}{c} \text{>} \\ \text{<} \end{array} \right\} \left[ 45; 47 \right]$ . Было показано, что это влияние ограничивается осмотром в течение 1-2 минут, более продолжительный осмотр не отражался на величине иллюзии. Уменьшение иллюзорного эффекта при длительном наблюдении было также получено для иллюзий Поггендорфа, Цольнера и Геринга, но при этом никогда иллюзии полностью не исчезали [32].

Мы проверяли влияние более коротких экспозиций на величину иллюзии М-Л с помощью компьютерной программы «*Visualil 1.00*» [10]<sup>5</sup>. Исследование проводилось методом постоянных раздражителей на 15 взрослых испытуемых при экспозициях 250, 1500 и 4000 мс. Величина иллюзии в этих трех сериях составила 17,3%, 14,9% и 14,1% соответственно. Влияние времени экспозиции на величину иллюзии оказалось статистически высокозначимым ( $F(2; 28) = 9,45; p = 0,0007$ ).

Большинство онтогенетических исследований Пиаже и других авторов показывают постепенное уменьшение с возрастом величины разных иллюзий. Мы также проверили в специальном исследовании возрастные изменения величины иллюзии М-Л<sup>6</sup>. Измерения проводились методом установки на самом простом в техническом отношении варианте Брентано. Величина иллюзии измерялась в процентах по отношению к половине длины тестовой линии. Всего в исследовании приняли участие 132 испытуемых пяти возрастных групп: подготовительная группа детского сада, второй, четвертый и шестой классы средней школы, студенты-психологи первого курса обучения. В среднем процентная величина иллюзии оказалась меньше по сравнению с компьютерными вариантами, что, вероятно, обусловлено спецификой стимульного материала и процедурой измерения. Однако возрастная динамика прослеживалась достаточно четко, что отражено в табл. 1.

**Таблица 1.**

**Среднегрупповые значения величины иллюзии Мюллера-Лайера в процентах**

Возрастные группы	N	Среднее	$\sigma$
1. Подготовит. группа д/с	29	<b>6,75</b>	5,14
2. Второй класс с/ш	25	<b>3,61</b>	3,79
3. Четвертый класс с/ш	25	<b>5,56</b>	3,91
4. Шестой класс с/ш	27	<b>4,97</b>	3,69
5. Студенты-первокурсники	26	<b>2,91</b>	3,20
Всего:	132	4,81	4,20

Несмотря на некоторое западение значения во втором классе с/ш, дисперсионный анализ подтвердил высокую статистическую значимость снижения величины иллюзии с возрастом ( $F(4; 127) = 3,914; p = 0,005$ ). Результаты всех приведенных экспериментов подтверждают положение Пиаже о важной роли децентрирующей деятельности в уменьшении иллюзорных эффектов [20].

Концепция относительных центраций и децентрирующей деятельности Пиаже хорошо объясняет влияние временного и возрастного факторов на величину иллюзий,

<sup>5</sup> Эксперимент проведен совместно с И.Г. Доровских [4].

<sup>6</sup> Исследование проведено совместно с Ю.Н. Тяповкиным [4].



но она не рассматривает вопрос о непосредственных механизмах возникновения иллюзорных эффектов. Благодаря чему внимание приковывается к одному из стимулов, и что заставляет его переключаться на другой? Чем стрелки в иллюзии М-Л отличаются от простых отрезков? На эти вопросы можно найти лишь довольно туманное объяснение, связанное с эффектами контраста в размерах фигур [20].

В качестве конкретного механизма, объясняющего эффекты центрации, можно было бы привлечь рассмотренную выше концепцию поиска точек экстремума функции информативности. Однако при этом мы сталкиваемся с одним существенным противоречием, связанным с систематическими искажениями величины фиксируемых стимулов. Согласно позиции Пиаже, в зоне центрации имеет место растяжение зрительного поля, что должно привести к переоценке воспринимаемой величины фиксируемого объекта. В соответствии с концепцией информативности точки экстремума располагаются не на концах оцениваемого объекта, а смещены немного внутрь него, и это должно приводить к систематической недооценке его величины. Свою точку зрения Пиаже подтверждает рядом экспериментов на константность восприятия величины, в которых имели место систематические искажения оценки величины, связанные с выбором и положением эталона и переменного стимула. Эти искажения были названы " " , которая проявляется в систематической переоценке эталона, потому что наблюдатель в большей степени центрирован на нем. Например, в эксперименте Пиаже-Ламберсье при выборе в качестве эталона дальнего стимула степень константности повышалась, причем у детей это повышение было более значительным по сравнению со взрослыми вследствие повышенной центрации [20].

Я не вижу оснований сомневаться в достоверности данных Пиаже, но им можно дать альтернативное объяснение. Почему внимание должно сильнее приковываться к эталону? Более логично предположить, что внимание в большей степени привлекается к переменному стимулу. Величина эталона всегда фиксирована, к нему не нужно постоянно обращаться, поскольку в оперативной памяти уже присутствует его образ. Ввиду постоянного изменения размеров переменного стимула, испытуемому приходится анализировать его более детально, т.е. сильнее привлекать к нему внимание. При таком объяснении в том же эксперименте Пиаже-Ламберсье при выборе в качестве эталона дальнего стимула внимание должно быть сильнее сосредоточено на ближнем переменном стимуле вследствие активных манипуляций с ним или постоянного анализа минимальных изменений его размеров. Согласно теории информативности, фиксируемый ближний переменный стимул систематически недооценивается по сравнению с дальним эталоном, и это приводит к повышению константности [15]. Поскольку в подобных экспериментах производится относительная оценка размеров, переоценка эталона или недооценка переменного стимула приводят к одинаковым результатам. Разница заключается только в объяснении причин систематических искажений. Мы также проверили влияние выбора положения эталона на коэффициент константности восприятия величины<sup>7</sup>. Разница коэффициентов константности при разных экспериментальных условиях оказалась не очень большой (в пределах 5%), но в подавляющем большинстве случаев при выборе дальнего эталона значение константности оказывалось больше, чем при выборе ближнего эталона.

Специально для проверки вопроса о том, в каком направлении изменяется (уменьшается или увеличивается) оценка величины объектов в зоне фиксации внимания мы организовали еще один эксперимент [2]. Взор испытуемого принудительно фиксировался в центре экрана компьютера, где попеременно в разных

<sup>7</sup> Исследование проведено совместно с Ю.Н. Тяповкиным [13].

сериях предъявлялся либо эталон, либо переменный стимул. Другой отрезок располагался над ним на угловом удалении  $13^\circ$  для того, чтобы его проекция попадала в периферическую зону сетчатки глаза. Измерения проводились методом установки, потому что мы исходили из предположения, что данный метод благодаря активным манипуляциям с переменным стимулом и зрительной обратной связи от выполняемых действий в большей степени привлекает к нему внимание по сравнению с другими психофизическими методами (границ или констант). В предварительной серии мы провели измерение методом констант, но значимой разницы в оценке величины эталона и переменного стимула не выявили.

Характер выдвинутой гипотезы был обусловлен следующими соображениями. Если в центре экрана предъявляется эталон, то, несмотря на фиксацию взора, испытуемый вынужден часто смещать фокус внимания на периферию для подравнивания величины переменного отрезка. Это приводит к более равномерному распределению внимания между эталоном и переменным стимулом. Если же в центре предъявляется переменный стимул, то нет необходимости в частых смещениях внимания на периферию, так как неизменный образ эталона уже зафиксирован в оперативной памяти, т.е. и внимание, и взор в большей степени сосредоточены на центральном переменном отрезке. Результаты эксперимента показали, что при предъявлении в центре эталона не выявлены значимые различия оценки величины переменного стимула по сравнению с эталоном. При предъявлении в центре переменного стимула он оценивался испытуемыми в среднем на 4,3% меньше эталона, и эта разница оказалась статистически значимой ( $t(40) = 9,302$ ;  $p < 0,0001$ ). На этом основании был сделан вывод, что величина фиксируемого отрезка систематически недооценивается. Среди различных теорий только концепция поиска информативных точек дает адекватное объяснение этим данным. Кроме этого, процедура данного эксперимента позволила нам отделить влияние фиксации внимания от фиксации взора. Показано, что систематически недооценивается не столько тот стимул, на который направлен взор, сколько тот, на который больше обращается внимание [2].

Еще один важный вывод, который можно сделать на основе проведенного эксперимента, связан с различием эффектов в оценке величины при использовании разных психофизических методов. Процедура метода установки оказала значительно больший искажающий эффект по сравнению с методом констант. Другими словами, искажающий эффект связан не столько с пассивным сосредоточением внимания, сколько с активным манипулированием, вовлекающим в оценку стимулов моторные системы.

Специально для проверки влияния метода измерения на величину опико-геометрических иллюзий было проведено еще одно исследование [3]. С помощью компьютерной программы «*Visualil 1.00*» [10] оценивалась величина иллюзии Мюллера-Лайера и вертикально-горизонтальной иллюзии двумя психофизическими методами: констант и установки. Исследование проводилось на 16 студентах-психологах. В среднем величина иллюзии МЛ при измерении методом установки оказалась на 2,4% больше по сравнению с измерением методом констант, и это различие было статистически значимо ( $t(15) = 2,245$ ;  $p = 0,040$ ). Аналогичные результаты были получены и по вертикально-горизонтальной иллюзии – разница в 4,3% тоже была значимой ( $t(15) = 2,164$ ;  $p = 0,047$ ). Следует учитывать, что в обработки шли только усредненные результаты по 40 измерениям каждой иллюзии методом установки и по 180 измерениям методом констант, и эти процедуры должны многократно повысить надежность полученных результатов. В более широком плане разные процедуры измерения отражают влияние характера совершаемых с предметом действий и особенностей деятельности в целом. Эти данные имеют непосредственное

отношение к пониманию различных эффектов восприятия оптико-геометрических иллюзий.

В одной из прошлых работ я изложил свое видение противоречий по результатам исследования оптико-геометрических иллюзий, полученных А.Р. Лурией и К. Коффкой во время среднеазиатской экспедиции [7, 17]. Я не буду повторять все аргументы за и против, напомним только, что одна из возможных причин заключалась как раз в использовании разных измерительных процедур. По всей видимости, Лурия использовал качественный вариант метода констант, и его испытуемые выступали как бы в роли сторонних наблюдателей, по терминологии Пиаже, это сказывается в преимущественном влиянии децентрирующей деятельности. Незаинтересованный взгляд отразился в более равномерном распределении внимания между тестируемыми стимулами и мог стать одной из причин отсутствия иллюзий у отсталой части узбекской популяции<sup>8</sup>. Процедуру количественного измерения, примененную Коффкой, сейчас уже затруднительно идентифицировать, но скорее всего это был один из вариантов метода границ или установки. Данная процедура должна была произвольно заставить испытуемых центрироваться на стимульном материале, что могло сказаться в повышении величины иллюзорных эффектов.

Противоречия среднеазиатской экспедиции поднимают сразу несколько различных аспектов проблемы оптико-геометрических иллюзий, среди которых деятельностный, культурно-образовательный и экологический. Несмотря на то, что базисный механизм иллюзий заложен в самой природе зрительного восприятия, т.е. свойственен всем людям, различные факторы на разных уровнях когнитивной организации могут оказывать разнонаправленное влияние на иллюзорные эффекты вплоть до их подавления.

Пожалуй, впервые на роль деятельностного аспекта в восприятии иллюзий указал У. Риверс во время британской этнографической экспедиции к островам Торресова пролива в 1898 году [48]. Было показано, что туземцы практически не подвержены иллюзии М-Л, вероятно, вследствие уникального способа добычи рыбы с помощью копья. Можно предположить, что в процессе формирования навыка ловли рыбы важную роль играет не столько оценка протяженности внутренней части копья, сколько точная оценка расстояния между его острием и непрерывно движущимся стимулом (рыбой) с быстрой корректировкой по обратной связи. Другими словами, благодаря постоянным тренировкам информативные точки каким-то образом смещаются с внутренней части на самое острие копья.

Более детально влияние метода измерения и характера совершаемых действий на величину иллюзий проанализировано в теории перцептивно-моторной диссоциации, предложенной Д. Милнером и М. Гудейлом [35; 44]. Эти авторы выделили две системы кодирования зрительной информации, которые получили название «зрение для действия» (vision for action) и «зрение для восприятия» (vision for perception). Разделение этих систем основано на разных требованиях, предъявляемых к выходным моторным системам организма, и на разной мозговой локализации лежащих в их основе механизмов.

Система «зрение для действия» (дорсальный затылочно-теменной путь) не предназначена для , т.е. создания перцептивных и репрезентативных образов. Она выполняет функцию непосредственного зрительного контроля специфических моторных актов, таких как схватывание, избегание препятствий, прыжки,

---

<sup>8</sup> Из этих результатов и следует его знаменитая телеграмма Л.С. Выготскому: «У узбеков нет иллюзий».

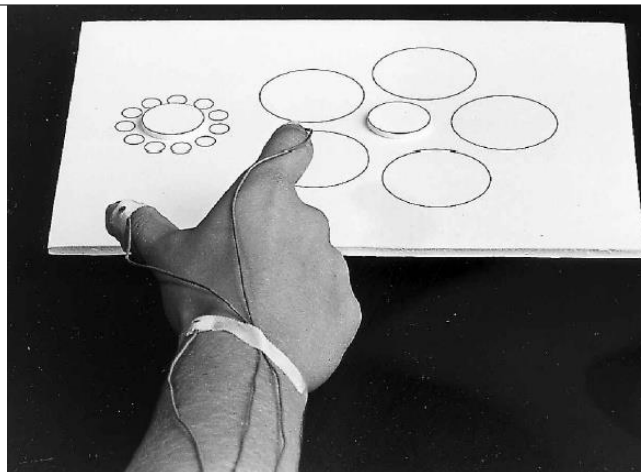
саккадические и прослеживающие движения глаз. Такие движения запускаются в ответ на строго определенный вид зрительной стимуляции, обеспечиваются специфическими нервными связями и слабо представлены в сознании. Ход их выполнения нельзя запланировать заранее, поскольку зрительно-моторная система требует привлечения непосредственного внимания и контроля в режиме реального времени (on-line control). Оценка размеров и расстояний в этой системе производится в абсолютных единицах движений конкретных исполнительных органов (хватательных движениях, прыжках или углах поворота глазного яблока).

Система «зрение для восприятия» (вентральный затылочно-височный путь) играет главную роль в создании перцептивных осознаваемых образов и конструировании внутренней модели внешнего мира. Обработанная в этой системе информация служит основой для формирования зрительных представлений, накопления знаний, понимания смыслов и причинно-следственных связей. Эта высокоуровневая репрезентативная система ведет себя довольно произвольно по отношению к сенсорному входу, а целеполагание и планирование действий на ее основе не имеют непосредственной связи со специфическими моторными каналами. Зрительно-перцептивная система старается игнорировать конкретную позицию наблюдателя и создает более объективную картину взаиморасположения окружающих предметов. Оценка величин в ней производится в относительных единицах внешних метрических шкал (метрах, футах, локтях и т.п.).

Искажающему влиянию перцептивного окружения на оценку величины стимулов подвержено только зрение для восприятия, в то время как зрительно-моторная система оценивает пространственные свойства одиночных стимулов достаточно точно без учета перцептивного контекста [35; 38]. На основе этого авторы предположили, что опико-геометрические иллюзии являются следствием обработки информации в системе «зрение для восприятия». Подтверждением этому положению стали эксперименты с иллюзией Эббингауза. В эксперименте С. Аглиоти и соавт. вместо классического плоского варианта иллюзии Эббингауза применялся объемный, в котором на месте центральных кругов помещались выпуклые диски для того, чтобы испытуемый мог захватывать их рукой [26; 38]. Когда испытуемых просили сравнить размеры центральных дисков вербально или с помощью внешней мануальной отметки, наблюдался классический иллюзорный эффект. Однако когда их просили захватить один из дисков рукой, форма кисти и апертура<sup>9</sup> полностью уподоблялась объективной величине диска независимо от перцептивного окружения, т.е. иллюзия отсутствовала (см. рис. 4).

---

<sup>9</sup> Понятие «апертура» в англоязычной литературе выражает форму и размер отверстия, образованного большим и указательным пальцами руки при схватывании небольшого предмета. В экспериментах динамическая регистрация параметров апертуры производится с помощью электрических или инфракрасных датчиков.



**Рис. 4. Объемный вариант иллюзии Эббингауза. К запястью, большому и указательному пальцам прикреплены инфракрасные светодиоды (IREDs), что позволяет в динамике оценивать размер апертуры при захвате центрального диска [26]**

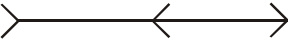
Характер калибровочных движений руки отличается в зависимости от того, предъявляется ли данный предмет в центр или на периферию сетчатки глаза. В эксперименте Гудейла и Мерфи испытуемым предъявляли прямоугольные объекты в разные области сетчатки (ретинальный эксцентриситет варьировал от  $5^\circ$  до  $70^\circ$ ) [36]. По методике вербального отчета оказалось, что объекты выглядели примерно одинаковыми независимо от их предъявления в парафовеальную область или на периферию сетчатки. Однако размер апертуры был значительно больше при захвате стимулов, предъявляемых на периферию, по сравнению со стимулами, близкими к центральной ямке сетчатки. Следовательно, система зрительно-моторного контроля переоценивает размеры стимулов в периферических полях зрения.

Эксперимент Гудейла и Мерфи подтверждает и дополняет результаты описанного выше исследования влияния фиксации взора и внимания на оценку величины разными психофизическими методами. В методе констант помимо того, что испытуемый оценивает величину стимулов путем вербального выбора, сама оценка производится после их предъявления на основе информации, записанной в оперативной памяти. Это склоняет нас к мнению, что в методе констант больше сказывается роль системы «зрение для восприятия». Подравнивание стимулов методом установки производится в режиме непосредственного зрительного и моторно-кинестетического контроля, а внимание больше приковано к переменному стимулу. Все это является функцией системы «зрение для действия». Основную роль в субъективной недооценке центрального переменного отрезка могло сыграть не только направление взора и сосредоточение внимания на нем, но и непосредственное моторное регулирование его величины. Поскольку в нашем эксперименте производилась только относительная оценка стимулов, недооценка центрального отрезка с равной долей вероятности может означать переоценку отрезка на периферии. В эксперименте Гудейла и Мерфи это выразилось в большей величине апертуры при схватывании объектов, предъявляемых на периферию сетчатки [36].

На основе концепции перцептивно-моторной диссоциации было проведено еще несколько интересных экспериментов на другом иллюзорном материале с применением оригинальных измерительных процедур. В исследовании М. Врага с соавт. испытуемые оценивали величину иллюзии М-Л в вербальной форме и с помощью пошаговой

методики [51]. Для этого иллюзия большого размера вычерчивалась на полу, а испытуемый смотрел на нее либо со стороны, либо помещался в точку на одном конце тестовой линии (эгоцентрическая позиция). Перед началом шаговой оценки ему завязывали глаза. Оказалось, что вербальная и шаговая оценка со стороны почти не различались и проводили к классическому иллюзорному эффекту. При эгоцентрическом положении путем шагового измерения иллюзия практически исчезала, в то время как при перцептивном отчете ее величина оставалась традиционной. Был сделан вывод, что игнорирование иллюзорного влияния и точная оценка стимулов характерна для системы «зрение для действия» и особенно проявляется в моторных задачах при эгоцентрическом способе кодирования пространственной информации.

Тем не менее организация данного эксперимента вызывает некоторые критические замечания. Большой размер фигур выходит за пределы ближнего пространственного плана, что приводит к невозможности их симультанного охвата, и испытуемому приходится переводить взор между деталями фигуры, что должно повысить роль децентрирующей деятельности по Пиаже. К тому же шаговые действия испытуемый совершает после небольшой отсрочки, пока ему завязывают глаза, т.е. здесь нельзя говорить о непосредственном контроле двигательной активности. Все это склоняет нас к мнению, что при обоих экспериментальных условиях большая часть нагрузки падает на систему «зрение для восприятия», а различие в результатах, возможно, объясняется влиянием других неучтенных факторов.

В другом эксперименте Дж. Маккарли и соавт. оценивали влияние произвольных и рефлекторных саккадических движений глаз на оценку величины иллюзии М-Л в варианте Брентано:  [42]. Взор испытуемого фиксировался на центральном наконечнике. В случае произвольных саккад испытуемому давалась инструкция повернуть взгляд направо или налево. При

Не так давно С. Глоуэр и П. Диксон предложили модель и действия (*planning / control model of action*), в которой перцептивные процессы дифференцированно вовлекаются на разных этапах организации двигательной активности [33; 34]. На начальной стадии планирования осуществляется выбор моторной программы из списка возможных альтернатив на основе зрительного анализа стимульных признаков с учетом цели действия. На этой стадии параметры движений подвержены влиянию перцептивного контекста и сознательного контроля. Более поздняя стадия контроля действия протекает в режиме реального времени и требует быстрого анализа зрительно-пространственных свойств в отношении к эфферентной копии двигательной программы. При этом параметры движений контролируются по обратной связи, не зависят от изменения пространственных свойств стимула и его окружения и могут регулироваться на неосознаваемом уровне. Две стадии организации действия протекают при участии разных мозговых зон. На стадии планирования преимущественно вовлекаются нижнетеменные и премоторные отделы новой коры, а также базальные ганглии. В осуществлении контроля за ходом действия Глоуэр и Диксон ведущую роль отводят верхней теменной области и мозжечку [33].

В ряде экспериментов было показано, что эффект оптико-геометрических иллюзий (в частности, иллюзии Эббингауза), измеряемый величиной апертуры при схватывании целевого стимула, имеет место на стадии планирования, но не контроля движения [30; 31; 33; 43; 50]. Также установлено, что осознаваемая семантическая информация может оказывать влияние на характер движения только при его подготовке, но не во время непосредственного исполнения. Например, простое чтение слова «яблоко» вынуждало испытуемых раскрывать свою кисть шире при схватывании предмета по сравнению с чтением слова «виноград», несмотря на то, что в обоих случаях величина схватываемого предмета была одинаковой [34].

Мы еще вернемся к обсуждению роли систем зрения для восприятия/действия и планирования/контроля в рамках общих когнитивных механизмов обработки пространственной информации, а пока рассмотрим другие факторы, оказывающие влияние на величину оптико-геометрических иллюзий. Среди них довольно часто в психологической литературе упоминаются культурно-образовательные и экологические условия. Так, по результатам среднеазиатских экспедиций А.Р. Лурия отметил наибольший процент отсутствия иллюзий среди наиболее отсталой неграмотной части крестьян [17]. Конечно, Лурия знал о результатах экспедиции У. Риверса, в которой был выявлен факт отсутствия иллюзий у туземцев Торресова пролива [48]. К моменту опубликования своей работы в 70-х годах он уже также знал о масштабных кросс-культурных исследованиях, в которых установлена слабая подверженность многих афро-азиатских этносов иллюзорному влиянию [27; 41; 49]. На основе этих данных вполне логично предположить, что иллюзорные эффекты являются плодом длительного культурно-исторического развития высших психических функций. Они должны отсутствовать у «примитивных» и неграмотных этносов, а по мере усиления влияния культуры и образования наблюдается тенденция к их появлению и усилению.

Сходная линия рассуждений прослеживается и в работах Р. Грегори, связывающего эффекты иллюзий с восприятием перспективы на изображениях и неадекватным шкалированием глубины [14; 37]. По данным У. Хадсона представители многих афро-азиатских народов не подготовлены к восприятию перспективы на изображениях [39], и это может служить дополнительным аргументом в пользу того, что в европейских (т.е. более культурных и грамотных) выборках величина иллюзий должна быть больше по сравнению с «примитивными» этносами.

Тем не менее, если рассуждать логично, влияние культурно-образовательного фактора неразрывно связано с онтогенетическим. В процессе образования и освоения культурного опыта ребенок развивает в числе прочих высших когнитивных функций и пикториальное восприятие. Следовательно, у маленьких детей величина большинства иллюзий должна быть минимальной. Более того, у животных, не подверженных влиянию культуры и не имеющих опыт восприятия перспективных изображений, иллюзии вообще должны отсутствовать. Но эти противоречат вышеописанным данным.

Как же можно объяснить многочисленные данные об отсутствии иллюзий у «примитивных», с европейской точки зрения, народов? На мой взгляд, в данном вопросе следует разделять влияние культурно-образовательных и экологических факторов, поскольку они могут производить разнонаправленный эффект на восприятие иллюзий. Выше я уже попытался объяснить отсутствие иллюзии М-Л у туземцев Торресова пролива с позиции особенностей деятельности, точнее, выработки тонких навыков перцептивно-моторного взаимодействия (уникальный способ ловли рыбы копьем). Формирование таких навыков всегда осуществляется в определенной среде обитания и жизнедеятельности, поэтому влияние особенностей деятельности можно рассматривать в более общем контексте экологических факторов.

Теоретическим обоснованием данного подхода служит концепция вероятностного функционализма Э. Брунsvика, в основе которой лежит идея о том, что при функционировании в различных средовых условиях организм ориентируется на наиболее валидные в экологическом плане перцептивные признаки, отбирает и закрепляет их по вероятностному принципу и на этой основе строит поведенческую активность [28]. Под влиянием идей Брунsvика М. Сегалл и соавт. провели крупное исследование 5 оптико-геометрических иллюзий на трех европейских и 14 афро-азиатских выборках [49]. Было установлено, что представители некоторых этносов, живущих в открытой местности (бушмены, зулусы и др.), не были подвержены иллюзиям М.-Л. и параллелограмма Зандера, а в вертикально-горизонтальной иллюзии они гораздо сильнее европейцев переоценивали длину вертикальной линии.

Эти данные были объяснены сквозь призму концепции «рубленого», или прямоугольного мира (*carpentered world*) [49]. Урбанизированный европейский житель постоянно сталкивается с огромным количеством прямых линий и углов: улицы, кварталы, перекрестки, внешние и внутренние углы зданий. В прямоугольно застроенной среде проявляется склонность к подавлению константности и восприятию острых и тупых углов как прямых, но с некоторым уклоном в глубину. В совокупности все это оказывает усиливающий эффект на большинство оптико-геометрических иллюзий. Экологические условия многих традиционных этносов радикально отличаются от городов европейского типа, что отражается на пространственном восприятии. Устойчивость африканцев к иллюзии М-Л объясняется их меньшей подготовленностью к восприятию в трехмерном пространстве прямоугольных предметов. Они строят жилища круглой формы с аркообразными дверными проемами и почти не сталкиваются с прямыми линиями и углами. Наоборот, переоценка вертикально-горизонтальной иллюзии у жителей открытых местностей объясняется их богатым опытом видения на большие расстояния и склонностью интерпретировать вертикальные линии в качестве удаляющихся от наблюдателя горизонтальных.

Если развивать данную линию рассуждений дальше, можно предположить, что максимальная величина иллюзии М-Л и ей подобных, так же как и подавление константного восприятия будут наблюдаться у жителей местностей с ограниченным обзором, например, у пигмеев, проживающих в джунглях, где «зеленая стена» затрудняет видение далее 5-10 метров. Низкий уровень развития высших когнитивных



функций (примерно на уровне европейских детей) также способствует увеличению иллюзорных эффектов. Однако при этом малый опыт обращения с предметами прямоугольной формы должен несколько ослабить этот эффект.

Попробуем теперь применить изложенный материал к анализу результатов среднеазиатских экспедиций Лурии и Коффки, большая часть которых проходила в горной местности, так же ограничивающей видение на большие расстояния, хотя и в меньшей степени, чем джунгли [17]. С экологической точки зрения, условия проживания узбекской выборки не попадали под определение «non-carpentered world». Они жили в стационарных домах прямоугольной формы и имели опыт обращения с прямоугольными предметами. Если к этим условиям добавить влияние образовательного фактора, следует ожидать, что в неграмотной части выборки величина иллюзий должна быть максимальной. Именно на основании этих допущений я придерживаюсь позиции, что результаты Коффки в большей степени теоретически обоснованы и соответствуют эмпирическим данным.

Для проверки влияния культурно-образовательных и экологических факторов мы провели две экспедиции в тундру, в которых исследовались особенности восприятия пространства и оптико-геометрических иллюзий у оленеводов-ненцев<sup>10</sup>. Мы постарались одновременно учесть влияние как экологического, так и культурно-образовательного факторов. С одной стороны, условия среды оленеводов полностью попадают под определение «non-carpentered world» – большие открытые пространства и отсутствие прямых линий и углов. С другой, уровень образования у оленеводов довольно низкий, среди них до сих пор довольно высок процент неграмотного населения. Мы предположили, что влияние экологического фактора открытой местности должно привести к снижению или даже полному подавлению данной иллюзии, но низкий уровень образования (по терминологии Пиаже, децентрирующей деятельности), вероятно, скажется в противоположной тенденции, повышая иллюзию и приближая ее к значению европейских детей. Основные измерения проводились на материале иллюзии М-Л в варианте Brentano по той же процедуре, как и в ранее описанном онтогенетическом исследовании, чтобы была возможность сопоставить их с результатами городской выборки (см. табл. 1).

Всего в данном исследовании приняли участие 17 взрослых оленеводов и 21 ребенок школьного возраста. Помимо сравнения полученных результатов с результатами городской выборки, был проведен анализ между подгруппами грамотных и неграмотных оленеводов, а также младшими и старшими детьми. Среднегрупповая величина иллюзии у взрослых оленеводов ( $M = 4,18\%$ ,  $\sigma = 3,80$ ) и у детей ( $M = 4,68$ ;  $\sigma = 2,17$ ) расположилась между результатами школьников и студентов городской выборки. Образовательный фактор не оказал заметного влияния на величину иллюзии, потому что результаты грамотных и неграмотных оленеводов, а также младших и старших детей значимо не отличались. Результаты проведенного исследования подтвердили выдвинутое предположение – разнонаправленное влияние двух факторов привело к тому, что результаты взрослых оленеводов и их детей заняли промежуточное положение между взрослыми и детьми городских выборок. Поскольку между результатами грамотных и неграмотных оленеводов не было обнаружено значимых различий, был сделан вывод о том, что влияние экологического фактора проживания в открытой местности оказывает более сильное влияние по сравнению с влиянием возраста и уровня образования.

<sup>10</sup> Данная экспедиция была проведена совместно с Ю.Н. Тяповкиным [11, 12].

\* \* \*

Попробуем обобщить изложенный материал. В качестве базисного механизма восприятия иллюзий я рассматриваю автоматическую фиксацию взгляда и внимания в особых информативных точках, расположение которых зависит от общей конфигурации индуцирующих участков иллюзии. Этот механизм прослеживается в широком филогенетическом ряду и имеет прочный нейрофизиологический фундамент. Однако этот механизм подвержен модифицирующему влиянию многих факторов, оказывающих разнонаправленное влияние на иллюзорные эффекты. Если попытаться классифицировать эти факторы, то можно выделить пять общих групп (конечно, данная классификация не претендует на полноту охвата всех возможных влияний):

- 1) (центрация-децентрация, распределение внимания, степень вовлеченности и т.п.),
- 2) ,
- 3) (перцептивно-моторное взаимодействие, характер обратной связи, планирование, контроль в режиме реального времени, возможно, профессиональный опыт),
- 4) - (уровень образованности и развития высших познавательных функций, опыт восприятия перспективных изображений)
- 5) (проживание в открытых и закрытых пространствах, прямоугельно застроенная среда и т.п.).

Каждому из этих факторов найдено адекватное теоретическое обоснование, а их роль в восприятии иллюзий установлена в эмпирических исследованиях. Точно смоделировать влияние каждого фактора и рассчитать величину и направление иллюзорных эффектов в конкретных случаях довольно затруднительно, поскольку отдельные компоненты разных факторов тесно переплетены. Для дальнейшего анализа необходимо рассмотреть влияние этих факторов на более общем системном уровне, интегрирующем влияние перечисленных выше групп. Для этого следует обратиться к общим когнитивным механизмам, или стратегиям обработки пространственной информации в зависимости от условий окружающей среды и стоящих перед субъектом задач. В этих механизмах преломляется влияние разных уровней когнитивной организации: восприятия, внимания, памяти, представлений, пространственного мышления, речемыслительных процессов, планирования, мотивационной сферы и т.д. В качестве таких механизмов я предлагаю рассматривать две общие системы обработки пространственной информации, или по-другому, два механизма перцептивно-моторного взаимодействия, названные эгоцентрическим и концептуальным восприятием.

" " играет ведущую роль в непосредственных манипуляциях с предметами, усвоенных двигательных стереотипах и навыках, движениях рефлекторного и баллистического типа. Такие движения управляются и контролируются перцептивной системой в онлайн режиме. Для этого механизма важна быстрая и точная абсолютная оценка расстояния до конкретного предмета в непосредственных единицах движений собственного тела, руки или других исполнительных органов. В этом случае позиция наблюдателя выступает в качестве центра системы координат, взаиморасположение окружающих предметов игнорируется. Оценка пространственных свойств в большей степени основывается на наглядных топологических представлениях по принципам близости, порядка и включенности. Эгоцентрическое восприятие в оценке удаленности и глубины опирается на признаки бинокулярной диспаратности и параллакса движения. Поскольку зона непосредственных движений сосредоточена в ближнем пространстве,

преимущественно здесь будет произвольно сосредоточено пространственное внимание.

” ” активируется при организации и планировании целенаправленных действий на более или менее отдаленную пространственно-временную перспективу. Для этого необходимо создать объективную модель пространственных отношений, не зависящую от мимолетных изменений положения наблюдателя и окружающих объектов. В оценке расстояний между предметами используются относительные единицы внешних метрических шкал (метры, футы и т.п.). В этом случае система координат не привязана к конкретной позиции наблюдателя, что требует развитости пространственных представлений об абстрактной системе координат. Для концептуального восприятия более значимыми оказываются монокулярные статичные признаки глубины, информация о которых обрабатывается последовательно. Подобная обработка более точно отражает объективные пространственные отношения, но требует значительных временных затрат. Концептуальное восприятие формируется позже эгоцентрического, потому что умение использовать монокулярные изобразительные признаки требует определенного перцептивного опыта и обучения. Более детальное описание этих механизмов приведено в других работах [5; 6], а их сравнительные характеристики представлены в табл. 2.

Предложенная концепция механизмов перцептивно-моторного взаимодействия имеет много общего с ранее рассмотренной теорией двух систем зрения Д. Милнера и М. Гудейла, но между ними имеются некоторые принципиальные отличия [35; 44]. Во-первых, может сложиться впечатление, что только одна система участвует в восприятии, а другая в организации моторных действий. На самом деле, обе системы тесно взаимодействуют как в создании перцептивных образов, так и в регуляции двигательной активности, но на разных системных уровнях. Во-вторых, предложенная нами модель не ограничивается только отношениями между восприятием и действием, а выходит на более тесную связь с другими когнитивными процессами. Эгоцентрическое и концептуальное восприятие – это не просто перцептивные механизмы, а скорее общие когнитивные стратегии обработки пространственной информации. Однако самое важное отличие для данной статьи связано с ролью двух систем в создании эффектов оптико-геометрических иллюзий.

Эгоцентрический механизм имеет много общего с системой «зрение для действия», но, я считаю, оказывает противоположный эффект на иллюзии. Сторонники теории перцептивно-моторной диссоциации считают, что зрение для действия не подвержено влиянию перцептивного окружения и, следовательно, иллюзорным эффектам. Ранее были описаны три эксперимента, подтверждающие данную позицию: 1) эксперимент С. Аглиоти и соавт. с захватом центральных объемных дисков в иллюзии Эббингауза [26], 2) эксперимент М. Врага и соавт. с вербальной и пошаговой оценкой иллюзии М-Л с эгоцентрической и сторонней позиции [51], 3) эксперимент Дж. Маккарли и соавт. с оценкой иллюзии МЛ с помощью произвольных и рефлекторных саккад [42]. Что касается последних двух экспериментов, то выше приведены существенные критические замечания, связанные с влиянием ряда неучтенных факторов. По поводу главного первого эксперимента в ряде работ подвергается сомнению положение о том, что двигательные ответы не подвержены влиянию иллюзии Эббингауза [30; 31]. Причиной этих противоречий являются особенности самой иллюзии Эббингауза. В ней окружающие круги разделены пространственно, и наблюдатель может их игнорировать и оценивать величину только центрального диска. В отличие от этого, например, в иллюзии М-Л стрелки не являются фоном, они неотделимы от тестируемых отрезков и образуют с ними единую

фигуру в топологическом отношении. Следовательно, даже при попытке захвата отрезков внимание не может игнорировать направление стрелок, что отражается на размере апертуры при захвате каждого из двух стимулов.

**Таблица 2.**

**Сравнительная характеристика двух механизмов  
перцептивно-моторного взаимодействия**

	<i>Эгоцентрическое восприятие</i>	<i>Концептуальное восприятие</i>
<b>Отличительные признаки стратегии обработки пространственной информации</b>		
Система пространственных координат	Эгоцентрическая	Аллоцентрическая
Оценка размеров и расстояний до предметов	Абсолютная	Относительная
Используемые шкалы	Единицы движений собственного тела	Внешние метрические
Ведущие признаки удаленности	Бинокулярные и динамические	Монокулярные изобразительные
Тип обработки информации о признаках	Параллельный	Последовательный
Построение предметных и пространственных образов	Симультанное	Сукцессивное
Скорость обработки информации	Высокая	Низкая
Влияние перцептивного фона	Игнорируется	Играет важную роль
Восприятие величины	Константное	Аконстантное
Зона действия в пространстве и времени	Сконцентрирована в ближнем пространстве и настоящем времени	Интегрирует разноудаленные планы, может быть направлено в отдаленное прошлое и будущее
Способ регуляции двигательной активности	Контроль непосредственного хода выполнения движений	Планирование целенаправленных действий
Степень вербализации и осознания пространственных отношений	Низкая	Высокая
Начало активного функционирования в онтогенезе	Раннее, на основе врожденных механизмов	Позднее, на основе приобретенного опыта и обучения
Структуры мозга, связанные с функционированием данного механизма	Заднетеменные отделы коры больших полушарий	Нижневисочные отделы коры больших полушарий
<b>Взаимодействие с другими познавательными процессами</b>		
Внимание /	Непроизвольное /	Произвольное / Нисходящие



абсолютной оценки расстояния от исполнительного органа до предмета, что можно рассматривать как компонент эгоцентрической стратегии. Если рассматривать в качестве профессионального опыта пример ловли рыбы копьем, то, на первый взгляд, он не укладывается в общую линию рассуждений. Такой способ ловли требует быстрой оценки расстояний и корректировки произведенных действий в онлайн режиме, а это проявления эгоцентрической стратегии. Но по результатам экспедиции Риверса у туземцев отсутствовала иллюзия М-Л [48]. Этому обстоятельству можно найти два объяснения. Во-первых, в данном случае важна не столько точность оценки длины стимула (древка копья), сколько расстояния между острием и рыбой. Во-вторых, охотник вынужден постоянно многократно переводить взор с копья на рыбу, а эта процедура аналогична децентрации и способствует более объективной оценке расстояний.

В отношении экологического фактора можно предположить, что проживание в больших открытых пространствах и опыт восприятия перспективных сокращений на больших расстояниях расширяют возможности пространственно-временного планирования и тем самым способствуют развитию концептуального восприятия. Аналогичное влияние оказывает проживание в прямоугольно застроенной городской среде, которая дополнительно стимулирует развитие абстрактных представлений о системе координат. В противоположность этому пребывание в замкнутых пространствах с ограниченной видимостью требует быстрой реакции на внезапно приближающиеся стимулы (напр., охота в джунглях), стимулируя эгоцентрический механизм.

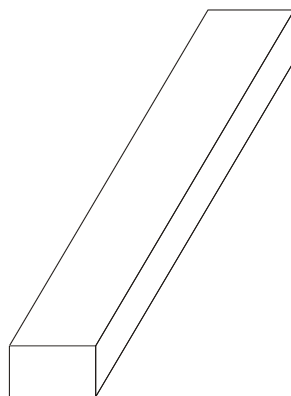
Экспериментальным путем доказать влияние механизмов перцептивно-моторного взаимодействия на величину иллюзорных эффектов довольно трудно. Эти механизмы скорее следует рассматривать в качестве теоретических конструктов, позволяющих структурировать большой массив эмпирических данных исследования иллюзий на разных уровнях когнитивной организации человека. Тем не менее можно предложить один из возможных способов изучения данного вопроса. Для этого нужно найти такие виды предметной деятельности, которые дифференцированно способствуют развитию эгоцентрического или концептуального восприятия.

Хорошим условием развития эгоцентрической стратегии является спортивная деятельность, причем не все виды спорта, а ситуационные, такие как единоборства и командные игры [8]. Быстроменяющиеся условия деятельности предъявляют повышенные требования к зрительно-моторной координации и скорости реагирования на пространственно-временные параметры движущихся стимулов. Мгновенное привлечение внимания к мячу или руке противника и оценка их положения производятся на основе бинокулярных и динамических зрительных признаков в абсолютных единицах движений собственных органов. На детальную оценку взаиморасположения окружающих предметов накладывает ограничение дефицит времени. Интенсивная стимуляция всех этих компонентов эгоцентрической стратегии должна способствовать усилению иллюзорных эффектов.

Среди видов деятельности, которые преимущественно развивают концептуальное восприятие, можно выделить точные науки и художественное творчество. Художники, архитекторы, дизайнеры в течение многих лет направлены на подавление константности восприятия величины и формы, точно оценивать взаиморасположение окружающих предметов с разных ракурсов. Абстрактная система координат хорошо развита у физиков, математиков, архитекторов, они также легко оперируют разными метрическими шкалами.

Для проверки всех этих предположений было проведено исследование влияния специфики обучения на величину оптико-геометрических иллюзий<sup>12</sup>. Всего было обследовано 90 студентов трех групп специальностей: 1) физики и математики, 2) дизайнеры, 3) физкультурники. Под спецификой обучения понимается не только обучение в вузе, но и весь опыт предшествующей деятельности, способствующей выбору определенной специальности. Предполагалось, что занятие точными науками и оформительская деятельность развивают концептуальную стратегию обработки пространственной информации, и это должно способствовать уменьшению иллюзорных эффектов. Занятия физической культурой и спортом наоборот должны стимулировать эгоцентрическую стратегию и увеличивать иллюзии.

Для оценки иллюзорных эффектов была выбрана иллюзия М-Л (в компьютерном варианте аналогично ранее описанным исследованиям), а также " . Последняя состоит в том, что изображение достаточно длинного уходящего вдаль параллелепипеда обычно воспринимается в качестве усеченной пирамиды с расходящимися от наблюдателя боковыми гранями (см. рис. 5).



**Рис. 5. Изображение достаточно длинного параллелепипеда воспринимается большинством наблюдателей в качестве усеченной пирамиды с расходящимися вдаль гранями**

Увидеть параллелепипед без перспективных искажений можно только с бесконечно удаленной точки зрения. Поскольку наблюдатель всегда располагается гораздо ближе к изображению, у него возникает легкий эффект обратной перспективы. Если попросить испытуемого построить такой параллелепипед без вспомогательных средств, как правило, дальняя грань получается немного меньше ближней.

Измерение иллюзии параллелепипеда производилось с помощью специальной компьютерной программы «*Visual Illusion* " » [9]. На экране монитора предъясняется усеченная пирамида с передним основанием фиксированного размера. Размер дальнего основания пирамиды служил переменным стимулом. Изменять величину дальнего основания, а вместе с ней и форму всей пирамиды, можно с помощью курсора клавиатуры. Испытуемому нужно было установить такую величину дальнего основания пирамиды, чтобы ее боковые ребра казались ему параллельными, или чтобы пирамида выглядела как вытянутый параллелепипед. Величина иллюзии параллелепипеда по формуле:

<sup>12</sup> Исследование проведено совместно с Т.В. Поповой [6].

$$IP = \frac{S_b - S_d}{S_b} \times 100,$$

где  $S_b$  – величина эталонного ближнего ребра, а  $S_d$  – величина переменного дальнего ребра.

Эта формула выражает величину иллюзии параллелепипеда в процентах по отношению к стандартной величине ближнего ребра. И в пробной, и в основной серии измерений все испытуемые устанавливали величину дальнего ребра меньше, чем ближнего, т.е. отрицательных значений не отмечено, из чего следует, что иллюзия параллелепипеда имеет место у всех испытуемых. Измерения обеих иллюзий проводились методом установки, что дополнительно повышает нагрузку на механизм эгоцентрического восприятия. Результаты измерения обеих иллюзий представлены в табл. 3.

**Таблица 3.**

**Среднегрупповая величина иллюзий параллелепипеда и Мюллера-Лайера в трех группах студентов**

Группы студентов	Иллюзия параллелепип.		Иллюзия М-Л	
	М	$\sigma$	М	$\sigma$
1. Дизайнеры	<b>12,50</b>	0,991	<b>14,34</b>	2,541
2. Физики	<b>12,66</b>	0,925	<b>15,83</b>	2,202
3. Физкультурники	<b>15,47</b>	0,863	<b>18,55</b>	1,632
Всего:	13,54	1,650	16,24	2,762

Из полученных результатов обращает на себя внимание высокое значение коэффициента линейной корреляции между величинами двух иллюзий ( $r = 0,583$ ;  $p < 0,001$ ), что указывает на общность лежащих в их основе механизмов. Значение этих иллюзий в группе физкультурников в среднем на 3-4% превысили результаты в группах дизайнеров и физиков, и это различие было высокозначимым: по иллюзии М-Л –  $F(2; 58) = 29,41$ ;  $p < 0,0001$ , а по иллюзии параллелепипеда –  $F(2; 87) = 97,18$ ;  $p < 0,0001$ . В то же время между результатами дизайнеров и физиков различия не были значимы. Эти данные подтверждают выдвинутую гипотезу о том, что профессиональный опыт, способствующий развитию концептуального восприятия, оказывает понижающий эффект на иллюзии, а стимуляция эгоцентрического восприятия повышает иллюзорные эффекты.

Проведенное исследование не стоит рассматривать в качестве достаточного основания, однозначно подтверждающего дифференцированное влияние двух механизмов перцептивно-моторного взаимодействия на величину опико-геометрических иллюзий. Оно лишь показывает один из путей дальнейших исследований в этом направлении. В качестве других возможных путей мне представляются исследования механизмов опико-геометрических иллюзий, связанные с более тонким манипулированием перцептивным фоном, введением специальных инструкций, вовлекающих разные уровни когнитивной обработки информации (например, разные уровни внимания, памяти или пространственных представлений), а также исследования, учитывающие психофизиологические и нейропсихологические механизмы обработки перцептивной информации.



## Литература:

1. Голицын, Г.А. Моделирование зрительных иллюзий как метод исследования восприятия / Г.А. Голицын // Вопросы психологии. – 1980. – № 5. – С. 131-135.
2. Гончаров, О.А. Влияние фиксации взора и фиксации внимания на субъективную оценку величины / О.А. Гончаров // Вестник Санкт-Петербургского университета, сер. 6. – 2005. – Вып. 2. – С. 115-122.
3. Гончаров, О.А. Влияние метода измерения на величину оптико-геометрических иллюзий / О.А. Гончаров // Вестник Поморского университета, сер. «Физиологические и психолого-педагогические науки». – 2006. – № 1 (9). – С. 80-87.
4. Гончаров, О.А. Оптико-геометрические иллюзии и перспектива / О.А. Гончаров // Вестник Сыктывкарского университета, сер. 4. – 2007. – Вып. 5. – С. 29-50.
5. Гончаров, О.А. Восприятие пространства и перспективные построения / О.А. Гончаров. – СПб.: Изд-во СПбГУ, 2007. – 252 с.
6. Гончаров, О.А. Восприятие и изображение третьего пространственного измерения: дис. ... докт. психол. наук / О.А. Гончаров. – СПб.: СПбГУ, 2009. – 391 с.
7. Гончаров, О.А. Комментарий к статье А. Ясницкого «Курт Коффка: «У узбеков ЕСТЬ иллюзий!» Заочная полемика между Лурией и Коффкой» [Электронный ресурс] / О.А. Гончаров // Психологический журнал Международного университета природы, общества и человека «Дубна». – 2013. – № 3. – С. 26-32. – Режим доступа: <http://www.psyanima.ru/journal/2013/3/2013n3a2/2013n3a2.1.pdf> (дата обращения: 05.05.2016).
8. Гончаров, О.А. Влияние спортивной деятельности на развитие восприятия перспективы / О.А. Гончаров, Н.Е. Емельянова // Вопросы психологии. – 2007. – № 5. – С. 76-89.
9. Гончаров, О.А. Компьютерная программа для экспериментально-психологических исследований восприятия пространства «Visual Illusion 2: Перспектива» / О.А. Гончаров, Н.Е. Емельянова, И.Н. Логинов. – М.: ВНИИЦ, 2007, № регистрации: 502007009943.
10. Гончаров, О.А. Компьютерная программа для измерения величины дифференциальных зрительных порогов и геометрических иллюзий «Visualil 1.00» / О.А. Гончаров, В.Г. Зайнулин. – М.: ВНИИЦ, 2002, № регистрации: 50200200651.
11. Гончаров, О.А. Восприятие перспективы и пространственные представления у коренных жителей Крайнего Севера / О.А. Гончаров, Ю.Н. Тяповкин // Вопросы психологии. – 2007. – № 1. – С. 91-100.
12. Гончаров, О.А. Культурные и экологические факторы восприятия перспективы у коренных жителей тундры / О.А. Гончаров, Ю.Н. Тяповкин // Культурно-историческая психология. – 2007. – № 4. – С. 2-11.
13. Гончаров, О.А. Взаимосвязь перспективных построений и константности восприятия величины / О.А. Гончаров, Ю.Н. Тяповкин // Психологический журнал. – 2008. – Т. 29. – № 1. – С. 54-65.
14. Грегори, Р.Л. Разумный глаз / Р.Л. Грегори – изд. 2-е. – М.: Едиториал УРСС, 2003. – 240 с.
15. Завалишин, Н.В. Модели зрительного восприятия и алгоритмы анализа изображений / Н.В. Завалишин, И.Б. Мучник. – М.: Наука, 1974. – 344 с.
16. Зрительные иллюзии и феномены [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.psy.msu.ru/illusion/> (дата обращения 17.05.2016).
17. Лурия, А.Р. Об историческом развитии познавательных процессов / А.Р. Лурия. – М.: Наука, 1974. – 172 с.

18. Марр, Д. Информационный подход к изучению представления и обработки зрительных образов / Д. Марр. – М.: Радио и связь, 1987. – 400 с.
19. Меньшикова, Г.Я. Зрительные иллюзии: психологические механизмы и модели: дис. ... докт. психол. наук / Г.Я. Меньшикова. – М.: МГУ, 2013. – 301 с.
20. Пиаже, Ж. Генезис восприятия / Ж. Пиаже // Экспериментальная психология / Под ред. П. Фресс, Ж. Пиаже. – М.: Прогресс, 1978. – С. 13-87.
21. Рок, И. Введение в зрительное восприятие: Книга 2 / И. Рок. – М.: Педагогика, 1980. – 280 с.
22. Толанский, С. Оптические иллюзии / С. Толанский. – М.: Мир, 1967. – 127 с.
23. Хьюбел, Д. Центральные механизмы зрения / Д. Хьюбел, Т. Визель // Мозг / Под ред. П.В. Симонова. – М.: Мир, 1984. – С.167-197.
24. Шиффман, Х.Р. Ощущение и восприятие / Х.Р. Шиффман. – СПб.: Питер, 2003. – 928 с.
25. Ярбус, А.Л. Роль движений глаз в процессе зрения / А.Л. Ярбус. – М.: Наука, 1965. – 166 с.
26. Aglioti, S. M.A. Size-contrast illusions deceive the eye but not the hand / S. Aglioti, J.F.X. DeSouza, M.A. Goodale // *Current Biology*. – 1995. – Vol. 5. – № 6. – Pp. 679-685.
27. Ahluwalia, A. An intra-cultural investigation of susceptibility to “perspective” and “non-perspective” spatial illusions / A. Ahluwalia // *British Journal of Psychology*. – 1978. – Vol. 69. – Pp. 233-241.
28. Brunswik, E. Perception and the representative design of psychological experiments / E. Brunswik. – Berkeley: California University Press, 1956.
29. Fodor, J.A. Modularity of mind / J.A. Fodor. – Cambridge, MA: MIT Press, 1983.
30. Franz, V.H. Action does not resist visual illusions / V.H. Franz // *Trends in Cognitive Sciences*. – 2001. – Vol. 5. – № 11. – Pp. 457-459.
31. Franz, V.H. Planning versus online control: dynamic illusion effects in grasping? / V.H. Franz // *Spatial Vision*. – 2003. – Vol. 16. – № 3-4. – Pp. 211-223.
32. Girgus, J.S. Assimilation and contrast illusions: Differences in plasticity / J.S. Girgus, S. Coren // *Perception & Psychophysics*. – 1982. – Vol. 32. – № 6. – Pp. 555-561.
33. Glover, S. Dynamic illusion effects in a reaching task: Evidence for separate visual representations in the planning and control of reaching / S. Glover, P. Dixon // *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*. – 2001. – Vol. 27. – Pp. 560-572.
34. Glover, S. Semantics affect the planning but not control of grasping / S. Glover, P. Dixon // *Experimental Brain Research*. – 2002. – Vol. 146. – Pp. 383-387.
35. Goodale, M.A. Sight unseen: an exploration of conscious and unconscious vision / M.A. Goodale, A.D. Milner– Oxford: Oxford University Press, 2004.
36. Goodale, M.A. Action and perception in the visual periphery / M.A. Goodale, K. Murphy // *Parietal Lobe Contributions to Orientation in 3D Space* / Eds. P. Their, H.O. Karnath. – Heidelberg: Springer-Verlag, 1997. – Pp. 447-461
37. Gregory, R.L. Distortion of visual space as inappropriate constancy scaling / R.L. Gregory // *Nature*. – 1963. – Vol. 199. – Pp. 678-680.
38. Haffenden, A.M. The effect of pictorial illusion on prehension and perception / A.M. Haffenden, M.A. Goodale // *Journal of Cognitive Neuroscience*. – 1998. – Vol. 10. – № 1. – Pp. 122-136.
39. Hudson, W. Pictorial depth perception in subcultural groups in Africa / W. Hudson // *Journal of Social Psychology*. – 1960. – Vol. 52. – Pp. 183-208.

40. Koffka, K. Principles of Gestalt psychology / K. Koffka. – New York: Harcourt Brace, 1935.
41. Leibowitz, H.W. Cross-cultural and educational aspects of the Ponzo perspective illusion / H.W. Leibowitz, H.A. Pick // Perception & Psychophysics. – 1972. – Vol. 12. – Pp. 430-432.
42. McCarley, J.S. Differential effects of the Müller-Lyer illusion on reflexive and voluntary saccades / J.S. McCarley, A.F. Kramer, G.J. DiGirolamo // Journal of Vision. – 2003. – Vol. 3. – Pp. 751-760.
43. Mendoza, J.E. The effect of the Müller-Lyer illusion on the planning and control of manual aiming movements / J.E. Mendoza, D. Elliott, D.V. Meegan, J.L. Lyons, T.N. Welsh // Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance. – 2006. – Vol. 32. – № 2. – Pp. 413-422.
44. Milner, A.D. The Visual Brain in Action / A.D. Milner, M.A. Goodale. – Oxford: Oxford University Press, 1995.
45. Predebon, J. Decrement of the Brentano Müller-Lyer illusion as a function of inspection time / J. Predebon // Perception. – 1998. – Vol. 27. – Pp. 183-192.
46. Predebon, J. Spatial range of illusory effects in Müller-Lyer figures / J. Predebon // Psychological Research. – 2001. – Vol. 65. – Pp. 226-234.
47. Predebon, J. Decrement of the Müller-Lyer and Poggendorff illusions: the effects of inspection and practice / J. Predebon // Psychological Research. – 2006. – Vol. 70. – № 5. – Pp. 384-394.
48. Rivers, W.R.H. Reports of the Cambridge anthropological expedition to the Torres Straits / W.R.H. Rivers // Vision / Ed. A.C. Haddon. – Cambridge: Cambridge University Press, 1901. – Vol. 11. – Pt. 1.
49. Segall, M.H. The Influence of Culture on Visual Perception / M.H. Segall, D.T. Campbell, M.J. Herskovitz. – Indianapolis: Bobbs-Merrill Co., 1966.
50. Smeets, J.B.J. Modeling the time-dependent effect of the Ebbinghaus illusion on grasping / J.B.J. Smeets, S. Glover, E. Brenner // Spatial Vision. – 2003. – Vol. 16. – № 3-4. – Pp. 311-324.
51. Wraga, M. Perception-action dissociation of a walkable Müller-Lyer configuration / M. Wraga, S.H. Creem, D.R. Proffitt // Psychological Science. – 2000. – Vol. 11. – № 3. – Pp. 239-243.

Поступила в редакцию: 17.06.2016 г.

### **Сведения об авторе**

**О.А. Гончаров** – доктор психологических наук, профессор кафедры психологии государственного университета «Дубна».

E-mail: [oleggoncharov@inbox.ru](mailto:oleggoncharov@inbox.ru)