

5 *Экспериментальные исследования восприятия пространства, движения и константности восприятия в рамках экологической теории. Понятие зрительной кинестезии*

Дж. Гибсон

(ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД  
К ИЗУЧЕНИЮ ВОСПРИЯТИЯ)<sup>1</sup>

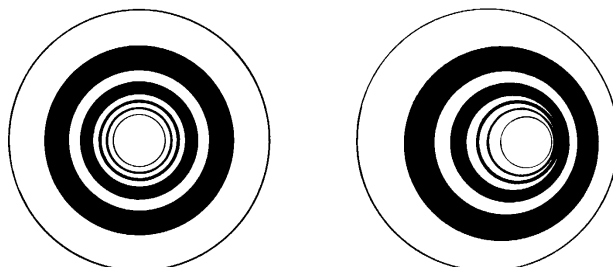
**Сравнительный анализ восприятия  
поверхностей и их отсутствия**

*Эксперименты с псевдотоннелем.* Случай со стеклом показывает, что поверхность может существовать, но, если она не задана, она не будет восприниматься. В следующем эксперименте, наоборот, поверхности не было, но она воспринималась, если ее задавали. В отличие от предыдущих экспериментов, в которых поверхности были плоскими и фронтальными, этот эксперимент проводился с полузамкнутой псевдоповерхностью, имевшей вид цилиндрического тоннеля, рассматриваемого с торца. Называя эту поверхность *оптическим тоннелем*, я хотел подчеркнуть ее нематериальный, невещественный характер — она создавалась с помощью попадающего в глаз света. Можно сказать, что это был не *реальный*, а *виртуальный* тоннель.

Цель эксперимента состояла в том, чтобы обеспечить информацию для восприятия внутренней поверхности цилиндра, не прибегая к обычным источникам такой информации. Теперь я бы назвал такой опыт *оптическим симулированием*, и совершенно неважно, что восприятие было иллюзорным. Я хотел вызвать синтетическое восприятие, поэтому мне нужно было синтезировать информацию. Это был психофизический, а точнее, психооптический эксперимент. Испытуемых, конечно, дурачили, однако это не имеет никакого значения. В оптическом строе не было информации, которая свидетельствовала бы о том, что это *была* оптическая симуляция. Я покажу далее, что такая ситуация встречается крайне редко.

---

<sup>1</sup> Гибсон Дж. Экологический подход к зрительному восприятию. М.: Прогресс, 1988. С. 222–226, 231–238, 261–269.



**Рис. 1.** Оптический строй в опытах с оптическим тоннелем: на рисунке показано девять перепадов яркости в поперечном сечении этого строя, то есть девять переходов световой плотности. Продольное сечение этого строя показано на следующем рисунке. На левом рисунке точка наблюдения расположена на одной линии с центром тоннеля. На правом рисунке точка наблюдения смещена вправо от центра<sup>1</sup>

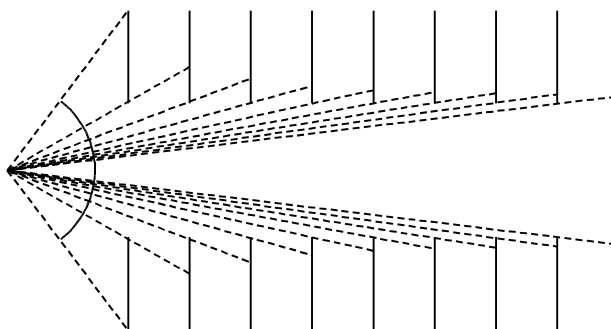
Мы создали оптический строй, зрительный телесный угол которого составлял около 30 угловых градусов. В нем чередовались темные и светлые кольца. Кольца имели четкие края и концентрически вкладывались друг в друга. Количество вложенных колец было разным — от 36 до 7.

Таким образом можно было изменять *среднюю плотность* перепадов яркости в оптическом строе. *Градиент* этой плотности также мог варьироваться. Обычно плотность увеличивалась от периферии к центру.

Установка, с помощью которой осуществлялась такая оптическая симуляция, состояла из набора тонких пластиковых листов большого размера, расположенных один за другим. Листы освещались сверху или снизу (освещение было непрямым). В центре каждого листа было сделано отверстие диаметром 1 фут. Кромки отверстий создавали контуры в оптическом строе. Текстура пластика была настолько тонкой, что ее невозможно было увидеть. В серии основных опытов черные и белые пластиковые листы строго чередовались, а для контрольного опыта использовались только белые или только черные листы. Наблюдатель находился в кабине и смотрел в отверстие. Предпринимались специальные меры предосторожности, с тем чтобы у него не возникало никаких предварительных гипотез о том, что он должен увидеть.

Основной результат состоял в следующем. Когда в опыте использовались только белые или только черные листы, наблюдатели не видели ничего. Увиденное в первом отверстии испытуемые описывали как туман, дымку, темную или светлую пленку без явно выраженной глубины. Ког-

<sup>1</sup> См.: Gibson J.J., Purdy J., Lawrence L. A Method of Controlling Stimulation for the Study of Space Perception: The Optical Tunnel // Journal of Experimental Psychology, 1955. 50. P. 1–14. Copyright 1955 by the American Psychological Association. Reprinted by permission.



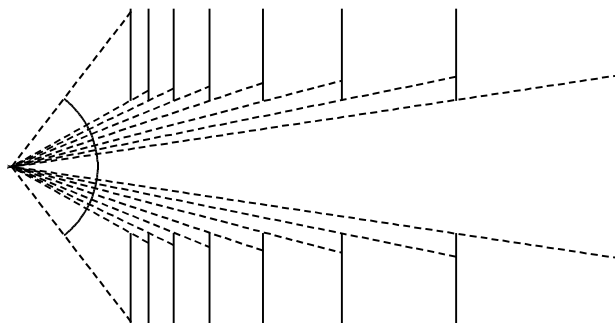
**Рис. 2.** Продольное сечение оптического тоннеля, изображенного на рис. 1: на рисунке показана последовательность из девяти чередующихся черных и белых пластиковых листов. В центре листов сделаны отверстия с четкими краями. Ясно видно увеличение плотности перепадов яркости от периферии к центру строя<sup>1</sup>

да опыт проводился с 36 чередующимися темными и светлыми кольцами, все испытуемые видели непрерывную полосатую цилиндрическую поверхность, то есть объемный тоннель. Не было видно никаких кромок, и «через весь этот тоннель можно было прокатить шар».

При использовании 19 колец две трети испытуемых видели объемный тоннель. При 13 кольцах объемный тоннель видела только половина испытуемых, а при 7 кольцах — одна треть. Остальные испытуемые во всех этих случаях говорили, что они видят либо участки поверхности, отделенные друг от друга промежутками воздушного пространства, либо ряд округлых кромок, то есть то, что и было на самом деле. При уменьшении числа колец в восприятии постепенно утрачивались вещественность и непрерывность. Оказалось, что решающим фактором является близость расположения контуров. *Поверхность* зависит от средней плотности контуров в оптическом строе.

Что можно сказать о цилиндрических очертаниях поверхности, то есть о компоновке уходящего вдаль тоннеля? Эти очертания можно принципиально изменить, например, превратить тоннель в плоскую поверхность наподобие мишени для стрельбы из лука, изменив расположение пластинок так, как показано на рис. 3, то есть устранив в оптическом строе градиент увеличения близости от периферии к центру, делая тем самым эту близость равномерной. Но даже в этом случае поверхность,

<sup>1</sup> См.: Gibson J. J., Purdy J., Lawrence L. A Method of Controlling Stimulation for the Study of Space Perception: The Optical Tunnel // Journal of Experimental Psychology, 1955. 50. P. 1–14. Copyright 1955 by the American Psychological Association. Reprinted by permission.



**Рис.3.** Устройство, обеспечивающее строй с постоянной плотностью перепадов от периферии к центру:

на рисунке показаны только первые семь отверстий. Фиксировав голову и закрыв один глаз, наблюдатель увидит не тоннель, а плоскую поверхность с концентрическими кругами, что-то похожее на мишень для стрельбы из лука<sup>1</sup>

похожая на мишень, будет восприниматься вместо тоннеля лишь тогда, когда испытуемый будет смотреть только одним глазом, удерживая голову в неподвижном состоянии, то есть когда оптический строй будет застывшим и одиночным. Если же испытуемый будет вертеть головой или смотреть двумя глазами, то он опять увидит очертания тоннеля. Застывший оптический строй задает плоскую мишень, а двойной или преобразующийся строй — уходящий вдаль тоннель. Это лишь один из многих опытов, в которых восприятие при монокулярном фиксированном зрении является необычным.

*Заключение.* Все эти эксперименты (со слабо освещенной стеной, колпачками на глазах, со стеклянным листом и с псевдотоннелем) показывают, что восприятие *поверхности* зависит, по-видимому, от близости друг к другу разрывов в оптическом строе. Поверхность — это то, что отделяет вещество в газообразном состоянии от вещества в жидком или твердом состоянии. Если одно из двух веществ становится более *вещественным*, то появляется отделяющая его поверхность <...>. Среда не обладает вещественностью. При переходе от тумана к облаку, от облака к воде, от воды к твердому телу вещественность этих объектов становится все более и более ярко выраженной. *Непрозрачность* веществ в этом ряду тоже становится все более и более выраженной, если исключить

<sup>1</sup> См.: Gibson J. J., Purdy J., Lawrence L. A Method of Controlling Stimulation for the Study of Space Perception: The Optical Tunnel // Journal of Experimental Psychology, 1955. 50. P. 1–14. Copyright 1955 by the American Psychological Association. Reprinted by permission.

такие редко встречающиеся в природе вещества, как стекло. В рассмотренных экспериментах не было ничего, кроме систематических изменений оптической информации о восприятии вещественности и непрозрачности.<...>

Эксперимент с псевдотоннелями показывает также, что восприятие поверхности как таковой, по-видимому, с неизбежностью влечет за собой восприятие ее компоновки. В одном случае воспринимается вертикальная компоновка стены, в другом — наклонная компоновка тоннеля. Традиционное же различие двухмерного и трехмерного зрения является мифом.

## **Эксперименты, в которых фоновой поверхностью служила поверхность земли**

В традиционных исследованиях, посвященных восприятию пространства и признаков глубины, экспериментаторы обычно выбирали в качестве фоновой поверхности фронто-параллельную плоскость, то есть поверхность, обращенную к наблюдателю: стену, экран или лист бумаги. Форма сетчаточного изображения любой фигуры на такой плоскости подобна форме самой этой фигуры, а протяженность в этой плоскости может рассматриваться как простое ощущение. Это следует из оптики сетчаточного изображения. Напротив, исследователи восприятия окружающего мира, исходившие из законов экологической оптики и экспериментировавшие не с формами, а с поверхностями, использовали в своих опытах в качестве фоновой *земную* поверхность. Отказавшись от изучения расстояния в воздухе, они принялись изучать удаленность на земной поверхности. Расстояние как таковое нельзя видеть непосредственно, его можно только высчитать или к нему можно прийти путем умозаключений. Удаленность на земной поверхности можно видеть непосредственно.

*Восприятие расстояния и размера на земной поверхности.* Несмотря на то что линейная перспектива была известна живописцам еще со времен эпохи Возрождения, а кажущееся схождение параллельных рядов деревьев обсуждалось, начиная с XVIII века, восприятие естественно текстурированной земной поверхности никем никогда не изучалось. Казалось очевидным, что линейная перспектива является признаком расстояния, но никому не приходило в голову, что такую же роль могут играть и градиенты близости или плотности текстуры земной поверхности. У Э. Боринга есть описание старых экспериментов с искусственными аллеями. Эксперимент же с естественно текстурированным полем на открытом воздухе был впервые проведен, пожалуй, только в кон-

це второй мировой войны (Gibson, 1947). Опыты проводились на поле, которое простиралось почти до самого горизонта и было тщательно перепахано, так что на нем не было видно никаких борозд. В этом необычном по тем временам эксперименте требовалось оценить высоту вех, расставленных по полю на расстоянии до полумили. При таком расстоянии оптические размеры элементов текстуры и оптические размеры самих вех были чрезвычайно малы.

В то время ни у кого не возникало сомнений в том, что при удалении параллельные линии кажутся сходящимися, а объекты «на расстоянии» — маленькими. Безусловно, тенденция к постоянству размера объекта имела место, однако такая «константность размера» никогда не была полной. Считалось, что константность размера должна «нарушаться», поскольку для любого объекта в конце концов найдется такое расстояние, начиная с которого он вообще перестает быть «видимым». Вероятно, такое кажущееся исчезновение объекта является результатом того, что по мере удаления его видимый размер становится все меньше и меньше. Однако те оценки размера, которые давали наивные испытуемые в эксперименте с вехами на открытом воздухе, *не* уменьшались даже тогда, когда вехи находились в десяти минутах ходьбы (с такого расстояния их едва-едва можно было разглядеть). С увеличением расстояния увеличивался *разброс* оценок, но сами оценки не уменьшались. Константность размера не нарушалась. Размер объекта с расстоянием не уменьшался, а лишь становился менее *определенным*.

В этих опытах было показано (и в этом заключается, как я теперь считаю, их главное значение), что наблюдатели неосознанно извлекают определенное инвариантное отношение, а размер сетчаточного изображения не играет никакой роли. Независимо от того, насколько далеко находится объект, он пересекает или заслоняет одно и то же число текстурных элементов земли. Это число является инвариантным отношением. На каком бы расстоянии ни находилась веха, отношение, в котором ее делит горизонт, также является инвариантным. Это еще одно инвариантное отношение. Эти инварианты — не признаки, а информация для прямого восприятия размера. В описываемом эксперименте испытуемыми были авиаторы-стажеры, которых не интересовал перспективный вид местности и объектов. Они могли не обращать внимания на мешанину из цветов в зрительном поле, которая в течение долгого времени приводила в восхищение художников и психологов. Они стремились извлечь информацию, которая позволила бы им сравнить размеры вех, одна из которых находилась подле наблюдателя, а другая была удалена на какое-то расстояние.

Оказалось, что восприятие размера объекта, находящегося на земле, и восприятие расстояния до него отличаются от восприятия размера

объекта, находящегося в небе, и восприятия расстояния до него. В последнем случае нет никаких инвариантов. Истребитель, находящийся на высоте одной мили, и бомбардировщик, находящийся на высоте двух миль, могут иметь похожие силуэты. Воздушных корректировщиков учили оценивать высоту самолета по его очертаниям. Их учили запоминать, какой размах крыла соответствует тому или иному типу очертаний, а затем с помощью логических рассуждений определять расстояние по известному угловому размеру. Однако добиться безошибочного распознавания так и не удалось. Такого рода знания, получаемые с помощью логического вывода, нетипичны для обычного восприятия. Гельмгольц назвал их «бессознательными» умозаключениями (в буквальном смысле этого слова), однако я отношусь к этому термину скептически.

*Сравнение отрезков расстояния на земной поверхности.* Размер объекта, лежащего на земле, принципиально ничем не отличается от размера объектов, из которых состоит сама земля. Ландшафт составляют комки почвы, камни, галька, листья, трава. Для этих встроенных друг в друга объектов константность размера может иметь место в той же мере, что и для обычных объектов. В серии описываемых ниже опытов с восприятием земной поверхности было устранено само различие между размером и расстоянием. Нужно было сравнивать не вехи и не объекты, а *отрезки* расстояния на самой земле — расстояния между маркерами, устанавливавшимися экспериментатором. В этом случае расстояние между *здесь* и *там* можно было сравнивать с расстоянием между *там* и *там*. Эти эксперименты в открытом поле проводила Элеонора Дж. Гибсон.

Маркеры можно было установить в любом месте ровного травяного поля и передвигать на любое расстояние в пределах 350 *ярдов*. В наиболее интересном опыте из этой серии от испытуемого требовалось разделить пополам расстояние от себя до маркера или расстояние от одного маркера до другого. Испытуемый должен был остановить тележку с маркером ровно на полпути от одного конца отрезка до другого. В лаборатории способность испытуемого делить длину отрезка пополам проверяют с помощью регулируемого стержня, называемого рейкой Гальтона, а не с помощью участка земли, на котором он стоит.

Все наблюдатели были в состоянии без каких бы то ни было затруднений достаточно точно разделить расстояние пополам. В результате деления дальний отрезок расстояния оказывался приблизительно равным ближнему, несмотря на то, что их зрительные углы были неравными. Дальний зрительный угол был меньше ближнего, а его поверхность, если допустить терминологическую вольность, была перспективно искажена. Однако никаких систематических ошибок не было. Отрезок расстояния между *здесь* и *там* мог быть приравнен к отрезку расстояния между *там* и *там*. Следует сделать вывод, что наблюдатели обращали внимание не на зрительные углы, а на информацию. Сами того не подозревая, они



обнаружили способность определять *количество текстуры* в зрительном угле. Количество пучков травы в дальней половине отрезка было в точности таким же, как в ближней половине. Оптическая текстура действительно становится более плотной и более сжатой в вертикальном направлении по мере удаления поверхности земли от наблюдателя, но правило *равного количества текстуры на равновеликих участках местности* остается неизменным.

Это очень сильный инвариант. Он действует для любого параметра местности — как для ширины, так и для глубины. На самом деле он действует для любой регулярно текстурированной поверхности, какой бы она ни была, то есть для любой поверхности, состоящей из одного и того же вещества. Он действует и для стены, и для потолка, и для пола. Говорить, что поверхность регулярно текстурирована, — значит утверждать лишь то, что частички вещества приблизительно равномерно распределены в пространстве. Их распределение совсем необязательно должно быть полностью регулярным наподобие распределения атомов в кристаллической решетке. Достаточно, чтобы оно было «стохастически» регулярным.

Из описанного эксперимента с делением отрезков расстояния на земной поверхности следуют глубокие и далеко идущие выводы. В мире есть не только расстояния *отсюда* (в моем мире), но и расстояния *оттуда* (в мире другого человека). По-видимому, эти интервалы удивительным образом эквивалентны друг другу.

Правило равного количества текстуры на равновеликих участках местности предполагает, что и размер, и расстояние воспринимаются непосредственно. Старая теория, согласно которой при восприятии размера какого-нибудь объекта *учитывается* и расстояние до него, оказывается ненужной. Допущение о том, что признаки расстояния *компенсируют* ощущение малости сетчаточного изображения, потеряло свою убедительность. Заметьте, что извлечение *количества текстуры* в зрительном телесном угле оптического строя не является пересчетом единиц, то есть изменением с помощью произвольных единиц. В одном из опытов этой серии, проведенном в открытом поле, испытуемых просили оценить расстояние в ярдах, то есть произвести так называемую абсолютную оценку. После некоторой тренировки испытуемые делали это достаточно хорошо, однако было ясно, что прежде, чем научиться присваивать расстояниям числа, они должны были научиться *видеть* эти расстояния.

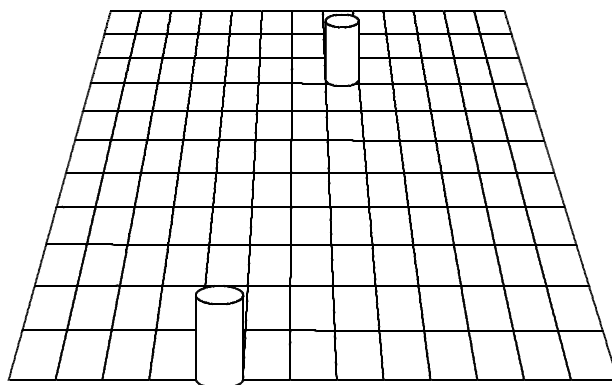
#### **Равномерное распределение в пространстве**

В своей первой книге, посвященной зрительному миру, я отмечал, что элементы земного окружения приблизительно «равномерно распределены в пространстве». Это замечание равносильно правилу равного количества текстуры на равновеликих участках местности. Это правило можно формулировать по-разному. Однако как бы оно ни было сформулировано, то, что за ним стоит, можно увидеть, и для этого не нужны абстрактные понятия пространства, числа и величины. Экологическую геометрию нужно учить не по учебникам.



*Некоторые сведения о земле и о горизонте.* Если ровная местность открыта, то в объемлющем оптическом строе есть горизонт. Это большая окружность между верхней и нижней полусферами, отделяющая небо от земли. Но так будет только в идеальном случае. Как правило, на местности есть холмы, деревья, стены, то есть вертикальные поверхности, которые заслоняют дальние участки земной поверхности. Но даже в замкнутом окружении должна быть опорная поверхность (например, текстурированный пол). Прямо внизу, там, где находятся ноги, грубость оптической текстуры максимальна, и по мере удаления от этого места ее плотность возрастает. Чем обширнее пол, тем больше эти радиальные градиенты, возникающие в результате проецирования опорной поверхности. Плотность текстуры никогда не бывает бесконечно большой. Такое могло бы быть, если бы горизонт был на бесконечно большом расстоянии от наблюдателя. Только в этом предельном случае оптическая структура строя была бы полностью сжата. Но даже когда мы находимся в укрытии, градиенты плотности задают, где будет находиться горизонт, если выйти наружу. Иными словами, неявный горизонт существует даже в том случае, когда естественный горизонт, отделяющий небо от земли, скрыт.

Понятие *точки схода* появилось в теории плоских изображений; оно связано с искусственной перспективой и схождением параллельных линий. Понятие *предела сжатия* оптической текстуры у горизонта появилось в теории объемлющего оптического строя; оно связано с есте-



**Рис. 4.** Оба столбика своими основаниями закрывают разное количество текстуры:

ширина каждого столбика равна ширине кафельной плитки. Если эта информация извлечена, то наблюдатель будет видеть столбики равными по ширине. Высота каждого столбика задается аналогичным инвариантом — «горизонтным» отношением, о котором речь пойдет позже

ственной перспективой и отражает факт экологической оптики. Эти два вида перспективы не нужно смешивать, хотя между ними много общего.

Итак, земной горизонт представляет собой инвариантное свойство зрения в земных условиях; он является инвариантом любого объемлющего строя, для любой точки наблюдения. Горизонт никогда не движется. Он остается неподвижным даже в том случае, когда все остальные структуры светового строя изменяются. Этот большой неподвижный круг, в сущности, является системой отсчета для всех оптических движений. Он не субъективен и не объективен. В нем нашла свое выражение *реципрокность* наблюдателя и окружения; это инвариант *экологической оптики*.

Только в том случае, когда местность открыта (например, в открытом море), горизонт совпадает с границей небосвода. Если на местности есть горы и холмы, линия, отделяющая небо от земли, не совпадает с истинным горизонтом. Горизонт перпендикулярен силе тяжести, направление которой совпадает с осью, соединяющей центры обеих полусфер объемлющего строя; короче говоря, горизонт горизонтален. Все остальные объекты, края и компоновки окружающего мира оцениваются относительно этого инварианта как *прямые* или *наклонные*. В сущности, наблюдатель и *свое собственное* положение воспринимает как *прямое* или *наклонное* относительно этого инварианта. <...>

В традиционной оптике о земном горизонте почти ничего не говорится. Единственное эмпирическое исследование на эту тему было проведено Седжвиком с позиций экологической оптики. Седжвик показал, каким важным источником инвариантной информации для восприятия различного рода объектов является горизонт. Так, например, горизонт рассекает все находящиеся на земле объекты одинаковой высоты в одном и том же отношении вне зависимости от их угловых размеров. Это простейшая форма «горизонтного отношения». Любые два дерева или столба, которые горизонт делит пополам, имеют одну и ту же высоту, равную удвоенной высоте расположения глаз наблюдателя. Более сложные отношения задают более сложные компоновки. Седжвик показал, что оценка размера объекта, изображенного на картине, определяется этими же отношениями.

Восприятие того, что можно было бы назвать *уровнем взора* на стенах, на окнах, на деревьях, на столбах и на прочих объектах окружающего мира, представляет собой другой случай взаимодополнительности видения компоновки окружающего мира и видения самого себя в окружающем мире. По отношению к земной обстановке горизонт находится на уровне взора. Но это уровень моего взора, и, когда я встаю или сажусь, он поднимается или опускается. Если я хочу поднять уровень моего взора — горизонт — над тем, что загромождаст окружающий мир, я должен забраться на более высокое место. Восприятие того, что *здесь*, и восприятие того, что *бесконечно удалено отсюда*, взаимосвязаны.

## Совосприятие своих собственных движений

До сих пор мы имели дело с восприятием движения во внешнем мире. Теперь мы переходим к проблеме осознания наблюдателем *своих собственных* движений во внешнем мире, то есть к осознанию *локомоции*.

### Открытие зрительной кинестезии

В 40-х годах нынешнего столетия многих курсантов пришлось учить летать на военных самолетах, и значительное их число разбивалось. Представлялось разумным выяснить предварительно, а может ли курсант вообще видеть то, что необходимо видеть для безаварийной посадки самолета. В частности, он должен видеть точку приземления, вернее, направление, в котором нужно было планировать. Был разработан тест, в ходе которого испытуемый должен был снять серию кадров с помощью кинокамеры, движущейся по направлению к модели железной дороги. Затем он должен был сказать, в какую из четырех отмеченных на рельсах точек (*A, B, C* или *D*) он прицелился. Тест на «оценку приземления» положил начало исследованиям, которые продолжались в течение многих лет.

Оказалось, что точка, в которую направлена любая локомоция, является центром центробежного потока объемлющего оптического строя. Какой бы объект ни оказался в такой точке, это будет объект, к которому вы приближаетесь. Это точное утверждение. Но поскольку в 1947 году я еще не владел понятием объемлющего оптического строя и оперировал только понятием сетчаточного изображения, то вначале я пытался формулировать утверждения относительно потока в терминах сетчаточного движения и градиентов сетчаточной скорости. Такие утверждения не могли быть точными и вели к противоречиям. Утверждения оставались неточными, до тех пор пока не был сформулирован закон, согласно которому в целостном строе движущейся точки наблюдения есть два фокуса — центробежного и центростремительного радиальных потоков.

Авторы статьи 1955 года дали математическое описание «динамической перспективы» в оптическом строе. Это описание годится для любой локомоции независимо от того, как она направлена относительно плоской поверхности земли. Любой оптический поток исчезает у горизонта, а также в двух центрах, которые задают *движение к чему-то* и *движение от чего-то*. Динамическая перспектива — это нечто большее, нежели «зрительный признак», именуемый параллаксом движения. По определению Гельмгольца, параллакс движения — это не более чем «правило логического вывода» о расстоянии до объекта. В любом случае это

правило не работает для объектов, лежащих на линии движения. Динамическая перспектива относится не к «кажущемуся» движению объектов, а к компоновке поверхности земли. Она «говорит» наблюдателю не только о земле, но и о нем самом, то есть о факте его локомоции и о ее направлении. Фокус центробежного потока (или центр оптического расширения) — это не сенсорный признак, а оптический инвариант, неизменное среди изменчивого. Фокус — это нечто лишнее формы и остающееся тем же самым для структуры любого рода — для травы, для деревьев, для стены и для поверхности облака.

На основе этих инвариантов курсанты-летчики видят, куда они летят, и делают это по мере тренировки все лучше и лучше. Водители автомобилей видят, куда они едут, если они достаточно внимательны. Кинозрители видят, куда они направляются в том окружении, которое представлено на экране. Пчела, садящаяся на лепесток цветка, должна видеть, куда она садится. И все они в то же время видят *компоновку окружающего мира, в котором они куда-то направляются*. Этот факт имеет важнейшее значение для психологии, так как трудно понять, как может последовательность сигналов, проходящих по зрительному нерву, объяснить это. Как могут сигналы иметь сразу два значения: субъективное и объективное? Как могут сигналы обеспечивать впечатления о внешнем мире и впечатления о собственных движениях в одно и то же время? Как могут ощущения зрительного движения превратиться в стационарный окружающий мир и движущееся Я? Учение о специфических чувствах и теория сенсорных каналов вызывают серьезные возражения. Работа воспринимающей системы должна состоять из извлечения инвариантов. Экстероцепция и проприоцепция должны быть взаимодополнительными.

Это открытие можно излагать по-разному, хотя при этом придется придавать старым словам новые значения, поскольку старое учение противоречиво. Я считаю, что зрение *кинестетично* в том смысле, что оно регистрирует движение тела точно так же, как это делает система «мышца-сустав-кожа» или вестибулярная система. Зрение схватывает и движение всего тела относительно земли, и движение отдельных членов относительно тела. Зрительная кинестезия действует наряду с мышечной. Учение, согласно которому зрение экстероцептивно и получает только «внешнюю информацию», попросту неверно. Зрение получает информацию *как* об окружающем мире, *так* и о самом наблюдателе. В сущности, так работает любой орган чувств, если его рассматривать как воспринимающую систему.

Конечно, если придерживаться точного значения слов, то зрение не только кинестетично, но и *статично* в том смысле, что оно фиксирует *неподвижность* тела и его членов. Но так как неподвижность — это лишь предельный случай движения, то термин *кинестезия* будет применим в обоих случаях. Суть дела заключается в том, что текущий и оста-

новившийся оптический строй задают соответственно наблюдателя во время локомоции и наблюдателя в покое относительно фиксированного окружения. Движение и покой представляют собой фактически то, что наблюдатель воспринимает посредством текучего и нетекучего строя.

Оптическая динамическая перспектива отличается от зрительной кинестезии. *Динамическая перспектива* представляет собой абстрактный способ описания информации в объемлющем строе при движущейся точке наблюдения. Если информация извлекается, то наряду со зрительным восприятием компоновки имеет место и зрительная кинестезия. Однако динамическую перспективу в объемлющем строе можно выделять даже тогда, когда точка наблюдения никем не занята. С другой стороны, в зрительной кинестезии представлены и нос, и тело наблюдателя. Есть информация для совместного восприятия и самого себя, и компоновки.

Еще нужно упомянуть вот о чем. Очень важно не смешивать зрительную кинестезию со зрительной *обратной связью*. Этот термин широко распространен в современной психологии и физиологии, однако смысл его не вполне понятен. Обратная связь появляется там, где есть произвольные движения, возникающие при целенаправленной деятельности. Если движение вызывает команда из мозга, за эфферентными импульсами в моторных нервах следуют афферентные импульсы в сенсорных нервах, которые в действительности являются реафферентными, то есть импульсами, которые *возвращаются обратно в мозг*. Обратная связь, следовательно, сопутствует активному движению. Однако активность присуща не всем движениям, некоторые движения пассивны. Свободный полет птицы или передвижение человека в автомобиле может служить примером пассивных движений. Зрительная кинестезия остается одной и той же как в случае пассивных, так и в случае активных движений, а зрительная обратная связь при пассивных движениях отсутствует. Вопрос об *информации* для движения не следует путать с проблемой *управления* этим движением — это другая проблема. Зрительная кинестезия имеет большое значение для управления локомоцией, однако это нечто совсем другое. Нам действительно часто нужно видеть, как мы движемся, для того чтобы решить, как нам двигаться дальше. Но все же вопросом номер один является вопрос о том, как мы видим то, что мы действительно движемся.

Существующее смешение кинестезии с обратной связью позволяет объяснить, почему зрительная кинестезия не признается в качестве психологического факта. Однако то, что она *является фактом*, показывают следующие эксперименты, в которых создавалось впечатление пассивного движения.

## Эксперименты со зрительной кинестезией

До сих пор значительная часть данных относительно вызванных эго-движений была получена с помощью кино, тренажеров или парковых аттракционов. С помощью кино можно в той или иной степени воспроизвести поток оптического строя вдоль траектории полета. Наблюдатель будет видеть себя движущимся вниз по направлению к псевдоаэродрому в такой же, однако, степени, в какой он осознает себя сидящим в комнате и смотрящим на экран. На экране синерамы \* виртуальное окно может выхватывать из объемлющего строя приблизительно 160 угловых градусов (вместо 20 или 30 угловых градусов в обычном кино). В результате может возникнуть очень впечатляющая и, кстати говоря, достаточно дискомфортная иллюзия движения. Мы использовали тренажер с панорамным изогнутым экраном, размер которого по периметру составлял 200 угловых градусов; так, например, один из таких тренажеров симулировал полет на вертолете, и впечатления взлета, полета, крена и приземления были настолько яркими, что иллюзия реальности была почти полной, хотя тело наблюдателя ни на мгновение не отрывалось от пола. Кроме того, предпринимались попытки симулировать процесс вождения автомобиля.

Такая симуляция оптической информации позволяла воочию убедиться в существовании законов естественной угловой перспективы и динамической перспективы. Виртуальный мир (компоновка земли и объектов) казался неподвижным и жестким. Двигался только наблюдатель. Однако если в проекционной системе или системе линз, с помощью которых симулировалась информация, имелись дефекты, то возникало впечатление, будто компоновка сжимается или растягивается, как резиновая. Со временем впечатление нежесткости окружения не только не исчезало, но даже начинало вызывать тошноту.

Законы динамической перспективы для полета над землей можно ввести в компьютер и с его помощью создать на экране телевизора показ любого желаемого маневра. Но все такие эксперименты, если их можно называть экспериментами, выполнялись по контрактам с авиационной промышленностью, а не ради чистой науки о восприятии, и отчеты о них можно найти только в специальной технической литературе.

Быть может, читатель замечал, что съемка кинофильма с помощью *передвижной камеры* дает возможность зрителю почувствовать себя очевидцем происходящих событий, который неотступно следует за актером, повторяя его путь. В этом случае сцены и персонажи удаются более живо, нежели при съемках стационарной камерой. Съемку передвижной камерой следует отличать от *панорамирования*, где имитируется не локомоция, а *поворачивание головы*, а зритель как бы остается в одной и той же точке наблюдения.



*Эксперимент с летающей комнатой.* Для изучения зрительной кинестезии во время движения недавно была сконструирована лабораторная установка, с помощью которой можно было отделить зрительную кинестезию от кинестезии системы «мышца-сустав-кожа» и вестибулярной системы. С помощью движущейся комнаты создавался поток объемлющего строя. У этой комнаты были и стены, и потолок, и в то же время она могла парить в воздухе, поскольку у нее не было пола — она была подвешена за углы на большой высоте так, что почти касалась настоящего пола. Трудно удержаться от соблазна и не назвать ее «невидимо движущейся комнатой», поскольку, кроме пола, никакой другой информации о движении комнаты относительно земли не было. Такая комната представляет собой псевдоокружающий мир. Если наблюдателя лишить возможности видеть пол и ощущать контакт с опорной поверхностью, у него возникает полная иллюзия того, что он движется по комнате вперед или назад. Лишман и Ли добивались этого, ставя своих испытуемых на тележку.

*Вращения тела: качания, наклоны, повороты.* Кроме прямолинейных локомоций, возможны еще и вращательные движения тела, которые могут происходить вдоль поперечной, переднезадней и вертикальной оси. Одним из компонентов того движения, которое совершает ребенок, качающийся на качелях, является поворот вдоль поперечной оси. Такой поворот совершают при выполнении сальто. Наклоны из стороны в сторону представляют собой вращение вдоль переднезадней оси. Движение, которое совершает человек, поворачиваясь во вращающемся кресле, и поворот головы являются вращением вдоль вертикальной оси. С помощью «невидимо движущейся комнаты» можно вызвать чисто зрительную кинестезию любого из этих вращений. Для этого наблюдателя нужно поместить в комнату так, чтобы он не видел поверхности, на которой он стоит, и вращать комнату соответствующим образом.

Парковый аттракцион под названием «Любимые качели» пользуется большой популярностью. Пара входит в комнату, которая выглядит вполне обычно, и садится на качели, свисающие с перекладины. Затем комната (не сиденье!) начинает раскачиваться на этой перекладине. Когда в конце концов комната совершает полный оборот, те, кто в ней находится, чувствуют, что их поставили на голову. Что за ощущение! Нужно отметить, что иллюзия исчезает, если закрыть глаза, — чего и следовало ожидать, поскольку иллюзию вызывает зрительная кинестезия. Подробное описание переживания, которым сопровождается эта иллюзия, а также самое первое упоминание о ней даны у Гибсона и Маурера.

Можно сделать и так, чтобы комната наклонялась вдоль переднезадней оси. За последние два десятилетия подобного рода комнаты были созданы во многих лабораториях: описанию проведенных с их помощью опытов посвящено большое количество литературы. Когда такая комната невидимо вращается, испытуемому кажется, будто кресло вместе с



его телом поворачивается, а комната остается неподвижной. У части испытуемых переживаемый наклон тела обычно частично сохраняется даже после того, как комната останавливается. Такая зависимость ощущений собственного *положения* от данных зрительных и телесных органов чувств представляет большой интерес для экспериментаторов. Рассуждения на эту тему в терминах ощущений неубедительны. Обсуждение проблем, связанных с «феноменальной вертикалью», в терминах стимулов и признаков дано в одной из моих прежних работ.

И наконец, можно создать экспериментальную комнату, вращающуюся вокруг вертикальной оси. Такая установка, которой располагают многие лаборатории, известна под названием оптокинетического барабана. Как правило, предназначение этого устройства видят в том, чтобы изучать движения глаз у животных, однако его можно приспособить и для изучения зрительной кинестезии человека-наблюдателя. Текстурированное укрытие (чаще всего это цилиндр с вертикальными полосами) вращают вокруг животного. В результате глаз и голова как единая система совершают те же компенсаторные движения, которые совершались бы при вращении самого животного. Его и в самом деле вращают, но не механически, а оптически. Люди, участвующие в таких опытах, говорят, что они ощущают себя поворачивающимися. Однако без настоящей опорной поверхности не обойтись. В своих опытах я обнаружил, что для возникновения этой иллюзии необходимо, чтобы испытуемый не видел пола под ногами или не обращал на него внимания. Если твердо встать на ноги или хотя бы попытаться сделать это, возникает осознание того, что вне комнаты существует скрытое от взора окружение.

То, что извлекается в каждом из трех случаев (при качании, наклоне и повороте), не может быть ничем иным, кроме отношения между объемлющим строем, задающим внешний мир, и краями поля зрения, задающими Я. Как уже отмечалось, верхние и нижние края поля зрения *скользят* по объемлющему строю при качании; при наклоне поле зрения *крутится* в строе: при поворачивании боковые выступы поля *скользят* поперек строя. Эти три вида информации были описаны [ранее].

Следует отметить, что при любом из трех видов вращения тела нет ни динамической перспективы, ни течения объемлющего строя, так как вращения не сопровождаются локомоцией. Информация для восприятия компоновки оказывается минимальной.

В любом из трех случаев было бы просто бессмысленно говорить о том, что окружение вращается относительно наблюдателя (а не тело вращается относительно окружающего мира). Окружающий мир, (*постоянный* окружающий мир) — это то, *по отношению к чему* движутся объекты, животные, деформируются поверхности. Изменения нельзя задать, если не существует чего-то неизменного, лежащего в их основе. К вращению тела не применим принцип относительности движения.