

## Иллюзия нашего зрения

Если ты способен видеть прекрасное, то только потому, что носишь прекрасное внутри себя. Ибо мир подобен зеркалу, в котором каждый видит собственное отражение.

Пауло Коэльо



То, что зрение – одна из самых больших иллюзий на сегодняшний день, уже понятно многим. Видим ли мы глазами? На первый взгляд, да, видим. И можно даже сказать, что всем телом (как это происходит, вы прочтаете в этой статье). Но в этом-то и парадокс! То, что мы с вами видим и что готово быть дешифровано головным мозгом как изображение нашей реальности, на самом деле искажается уже на пути к зрительному анализатору, заставляя наш мозг поддерживать эту иллюзию для нас.

Происходит это благодаря особому устройству глаз человека и принципам функционирования нашего зрения, попытка разобраться в которых и осуществлена в этой статье. Это важно для того, чтобы убедиться в иллюзорности мира, который мы для себя создаём (благодаря микроанатомии глаза) и в котором затем живём, принимая многое из этой иллюзии за чистую монету. Статья изобилует анатомическими подробностями и физиологическими описаниями, но в данном случае это - необходимость.

Как же и чем на самом деле мы видим? Вопрос насколько популярный, настолько же и загадочный. То, что видим мы в действительности мозгом, а не глазами, науке известно давно. Существуют достаточно подробные описания тех процессов, что запускаются при попадании световых лучей внутрь глаза и завершаются, когда зрительная информация (в виде нейронных – биоэлектрических – импульсов) поступает к клеткам зрительной коры головного мозга.

Но ответа на вопрос: откуда берутся зрительные образы в нашем сознании и соответствуют ли они тому, что мы видим? - эти описания не дают. Более того, ставят новые вопросы, ответить на которые не так-то просто, если нет достаточно обширных универсальных знаний о том, как функционирует наше самосознание и как то, что происходит в нём, отражается на жизни нашего биологического организма. Поэтому в этой статье я отталкиваюсь от тех представлений, что даёт новейшая концепция взаимосвязей всего со всем во вселенной (от планеты до клетки человеческого глаза) – иисиидиология. С их помощью можно хотя бы немного приблизиться к пониманию того, как формируется иллюзия человеческого зрения.

Итак, чтобы разобраться, давайте рассмотрим сначала ситуацию с очень сложными взаимодействиями светочувствительных рецепторов сетчатки глаза – палочек и колбочек – с несколькими слоями (до 10 в разных точках глазного дна) её нервных клеток. Они отделяют рецепторы от зрительных нервов, проводящих зрительные сигналы в головной мозг. Хотя, согласитесь, логичнее было бы нервным волокнам получать информацию (импульсы) от светочувствительных клеток (рецепторов) напрямую и беспрепятственно доставлять её в мозг (Рис.1).



*Рисунок 1. Прохождение света через слои клеток в сетчатке глаза. В верхней части рисунка изображён слой палочек и колбочек сетчатки, расположенной на дне глазного яблока; в нижней части рисунка обозначен глазной нерв, уходящий в головной мозг; а между двумя этими частями показаны слои различных нервных клеток, через которые стрелочками прорисован путь света, отразившегося от глазного дна и падающего на светочувствительные рецепторы (палочки и колбочки) сетчатки.*

Но прямо перед ними лежит слой так называемых горизонтальных клеток сетчатки, которые настолько запутывают передачу биохимических нервных импульсов от палочек и колбочек к следующим слоям - биполярных (вставочных) - нейронов, что ни о какой адресности здесь говорить нельзя. Биполярные клетки, в свою очередь, «пытаются» наладить прямую связь, но из-за своего поперечного размера, который в несколько раз больше отдельно взятой палочки или колбочки, им это не совсем удаётся, - поэтому одной такой клетке приходится замыкать на себя несколько взаимосвязей, идущих от светочувствительных рецепторов.

Следующие слои – амакриновых клеток сетчатки; в них число сигналов, передаваемых по синапсам, максимальное и самое разнообразное (от длинных и прямых до мелких и ветвящихся), что только усиливает «путаницу». Чтобы осуществить такую мощную передачу, используется до тридцати видов нейромедиаторов (посредников), «поставляемых» к глазу отовсюду, - от всего организма.

Это очень важный момент, о котором мы поговорим дальше. А сейчас продолжим рассмотрение механизма искажения, что неизменно происходит при передаче электрохимических сигналов от светочувствительных клеток сетчатки к глазным нервам. Волокна зрительных нервов образуются из аксонов ганглиозных клеток сетчатки, которые

на длинном пути преобразования световой энергии в энергию нервного возбуждения лежат последними.

Они самые крупные из всех рассматриваемых нами глазных нейронов (больше диаметров оснований рецепторов в несколько раз) и поэтому тоже не вносят ясности в передачу зрительной информации, а, скорее, на порядки уменьшают её. Потому что аксонов, отходящих от них, гораздо меньше, чем палочек и колбочек, а значит, и меньше возможностей точечной передачи их импульсов. Другими словами, можно сделать вывод, что каждый жгут зрительного нерва несёт в себе как бы унифицированную, обобщённую, неконкретную (и поэтому изрядно «искажённую») информацию.

При этом в учебниках по офтальмологии можно прочесть, что на пути от зрачка к сетчатке свет с помощью диоптрического аппарата глаза (склера, роговица, водянистая влага, хрусталик, стекловидное тело) преломляется таким образом, что создаёт на сетчатке отчётливое (пусть и перевёрнутое) изображение увиденного. Так ли это? И почему же тогда не передать это отчётливое изображение по зрительным нервам прямо в мозг? Зачем нужны дополнительные «препятствия» в виде описанных выше слоёв клеток, которые заведомо создают иллюзию нашего зрения?

Наука ответов на эти вопросы пока не даёт. А мы попробуем ответить на них, используя физиологическую информацию. Но сначала поразмыслим над тем, может ли в принципе возникнуть какое-либо отчётливое изображение на сетчатке глаз? Очевидно, что нет! Во-первых, из-за размеров оснований светочувствительных палочек и колбочек, которые, следуя написанному в учебниках, больше (внимание!) минимальной площади воспринимаемого глазом изображения в несколько раз. Это, надо сказать, один из основных парадоксов зрения: при достаточно ярком освещении мы не должны различать детали увиденного, оно должно расплываться, в реальности же происходит наоборот – на свету мы видим лучше.

Во-вторых, из-за того, что распределение палочек и колбочек по периметру сетчатки очень неодинаковое: к периферии их общее количество резко уменьшается, а над воспроизведением наиболее ясного и цветного видения «трудятся» только колбочки - в центре глазного дна, в так называемом жёлтом пятне (их там больше всего). То есть в цвете и чётко мы видим по сути очень небольшой объём окружающей нас действительности, - примерно с ноготь мизинца, добывая впечатления постоянным и непрекращающимся очень быстрым движением глаз, сканирующих внешнее пространство (как бы рисуем силуэт увиденного нами в воздухе, в своём воображении, но не на сетчатке).

В-третьих, потому что то, что учёные приписывают рецепторам сетчатки не просто свето-, а фоточувствительность, и допускают на этом основании появление изображения

(как на фотопластинке) на самом последнем – пигментном, тёмном – слое сетчатки, к которому «крепятся» палочки и колбочки, не может быть правдой. Судите сами, если взглянуть на схему прохождения света к этому слою (Рис.1, 2), то нельзя не заметить (и это ещё один из давно известных парадоксов зрения), что свет падает не на основания (торцы) рецепторов, а на их передний конец и боковую поверхность, не доходя до пигментного слоя. Да ему и незачем!



Рисунок 2. Схема попадания света на палочки и колбочки.

В нижней части рисунка ясно видно, что стрелка, обозначающая путь света, не доходит до пигментного слоя, указывая на то, что свет улавливается передними и боковыми поверхностями палочек и колбочек.

Основания (торцы) палочек и колбочек всё равно нечувствительны к свету, потому что просто погружены в глухой и мутный слой пигментных клеток (совсем непохожий на фотографическую эмульсию, а значит, и не имеющий возможности отвечать на «засветку» чётким изображением). За «изображение» же пытаются выдать тот набор частотных волновых компонент, который при взаимодействии (боковыми и передними поверхностями) со светом выдают палочки и колбочки и который в виде множественных «спутанных» нейронных импульсов, о чём говорилось выше, поступает для дешифровки в мозговые центры.

Чтобы понять, как это происходит, рассмотрим некоторые аспекты теории анализа звукового спектра<sup>1</sup>, которую предложил известный немецкий физик-акустик и врач-физиолог, именем которого назван НИИ Глазных (!) болезней в Москве, Герман Гельмгольц (1821-1894). Мы с вами слышим определённые звуки только после того, как их в момент восприятия разложит на множество частотных составляющих своеобразный спектроскоп в виде улитки, расположенный в ушной раковине, а потом ещё проанализирует соответствующий центр мозга. Любая частота спектра звуковых колебаний воспринимается «своими» нервными клетками-сенсорами и по свойственным только им взаимосвязям передаётся слуховому анализатору.

Ухо при этом различает как случайные звуковые колебания (их частоту и амплитуду), так и те, что соответствуют какой-то определённой фазе. Что здесь имеется в виду? Если говорить простым языком, звуковые волны от звучания целого оркестра, например, каждый раз будут восприниматься по-разному (в разных фазах), в зависимости от того, какое исполняется произведение, как слаженно играют музыканты в такт взмахам дирижёрской палочки и, вообще, какое сегодня настроение у каждого оркестранта, взявшего в руки музыкальный инструмент. Таким образом, при всей случайности процесса всегда есть какая-то усреднённость его характеристик.

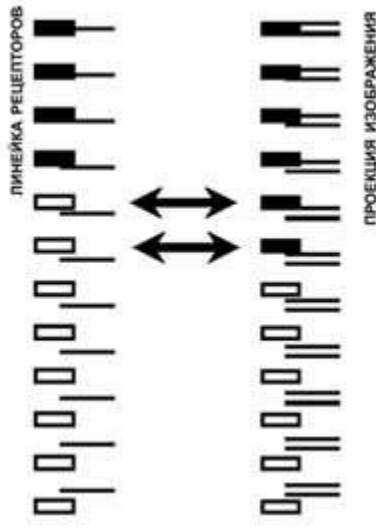
Как аналог понятия фазы математики используют понятие функции корреляции, чтобы описать большое количество разнообразных колебаний. Так как в органах зрения происходят процессы, похожие на те, что развиваются в органах слуха, то и для оценки восприятия спектра электромагнитных волн нейронами зрительных анализаторов предложено также учитывать функцию корреляции (усреднения) при прохождении света сквозь слои биполярных, амакриновых и ганглиозных клеток сетчатки, о которых шла речь ранее.

Каждая из этих клеток преломляет свет по-своему, так как наполнена собственным оригинальным составом веществ. Поэтому на сетчатке отображаются по сути спектры пространственных частот зрачка в момент зрения. Если спроецировать их «изображения» на плоскость, то можно увидеть что-то подобное хорошо знакомому всем товарному штриховому коду<sup>2</sup> (Рис.3), который и является результатом корреляции фазовых соотношений случайных световых импульсов, проходящих сквозь слои клеток сетчатки.

---

<sup>1</sup> Спектр – отображение зависимости силы (амплитуды) колебаний от их частоты.

<sup>2</sup> На магазинные товары наносят полоски, которые кассир сканирует специальным прибором с лазерным лучом и узнаёт нужную информацию о товаре. Полоски представляют собой как бы график зависимости отражения света (его амплитуды) от плоскостных координат. В момент проверки сканером сюда подключается временная составляющая и происходит как бы превращение зависимости амплитуды от пространства в зависимость от времени, то есть отображаются спектры определённых колебаний. Если рассматривать такие колебания с точки зрения математики, то будет всё равно описаны они относительно времени или относительно расстояния. Другими словами, координаты на



*Рисунок 3. Пример проекции «изображения» спектра пространственных частот зрачка после прохождения света сквозь слои нейронов сетчатки (справа). Для сравнения слева представлен графический ряд линейки рецепторов, а справа - то, что в виде штрих-кода должно отображаться на сетчатке для считывания фоточувствительными рецепторами (палочками и колбочками).*

Можно утверждать, что именно его и передают нейроны для обработки зрительному анализатору. Если вспомнить физику, подобное изображение можно сравнить с тем, что возникает в момент дифракции<sup>3</sup> на экране, удалённом от источника света. Сам свет должен в этот момент проходить через отверстие в другом экране – непрозрачном, как при фокусировании линзой (в глазу – хрусталиком) и прохождении света сквозь транспарант<sup>4</sup>. Тогда-то и получается на сетчатке отображение наложенных друг на друга дифракционных картин (Рис.4), «впечатления» от которых в виде биохимических сигналов передаются далее для дешифровки в мозг. Таким образом, можно сделать вывод, что зрительный центр

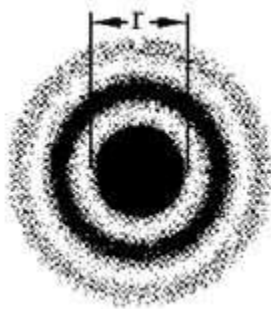
---

плоскости можно соотнести с частотными характеристиками спектра колебаний во времени. Это будет уже спектр пространственных частот. Похожие двумерные спектры (с двумерной функцией корреляции фазовых соотношений) получают при изготовлении обычного фотографического изображения.

<sup>3</sup> Дифракция света – факт отклонения света от прямолинейного направления в момент прохождения им препятствий.

<sup>4</sup> В этот момент возникает дифракционная картина, которая отображает двумерный спектр пространственных частот отверстия в транспаранте (в оптике это слой, меняющий направление волн света; таким образом клетки, лежащие перед рецепторами сетчатки глаз, можно назвать транспарантными, то есть преломляющими свет).

мозга занимается обработкой спектров пространственных частот и их функции корреляции, а не «отчётливого» изображения на сетчатке.



*Рисунок 4. Пример отображения на сетчатке наложения друг на друга дифракционных картин пространственных частот света, проходящего сквозь прозрачные слои. Стрелочками обозначено отверстие зрачка.*

Для дальнейшего исследования вопроса о том, как и чем мы видим на самом деле, очень важно знать, как и с помощью чего происходит корреляция. Известно (об этом говорилось выше), что в слое амакриновых клеток, например, синаптические взаимосвязи обеспечиваются работой порядка тридцати видов нейромедиаторов. Это много! Практически все нейротрансмиттеры, вырабатываемые телом, поставляются к синапсам глазного дна. Почему?

Оказывается, их набор вырабатывается во время роста и развития человека в первые месяцы с момента его рождения способом, который можно обозначить как «составление карты пешехода». Такая «карта» отличается от обычной - географической - кардинально. Когда мы объясняем кому-то, как куда-то дойти, то не пользуемся точными пространственными координатами, а просто говорим, например, что «нужно идти такое-то время вдоль берега вон той реки, потом спуститься к воде вон у того дерева и, пройдя ещё немного (минут столько-то), перейти реку вон в том месте по тому вон мосту...». И всё понятно! Вся окружающая действительность, её пространственно-временное расположение, говорит само за себя.

Точно по такому же принципу младенец учится ориентироваться в пространстве и времени и осваивает координацию движений, и всё это коррелируется с его зрением. Казалось бы, нервные клетки слоёв сетчатки расположены хаотично, но каждая из них «попала» точно на своё место в процессе роста глаза и развития мозга, - соответственно различным по длительности и траектории «путям» (до разных объектов в поле видения ребёнка). Эти «пути» преодолевают нейронные импульсы в момент движения не только мышц глаза, но и всех групп мышц тела (в момент мышечных движений - для каждого их



вида - вырабатывается специальный нейромедиатор). Таким образом микроанатомия глаза видящего и двигающегося человека с детства хорошо организована, абсолютно выверена и отлично отрегулирована в процессе роста всего организма.

Каждый рецептор сетчатки занимает только ту пространственно-временную точку, которая соответствует координате какой-либо клетки транспарантного слоя. Все клетки-транспаранты, в свою очередь, взаимосвязаны не только друг с другом (результатом чего и является «штрихкодовая» проекция дифракционного изображения, выдаваемого палочками и колбочками), но и со всей макроанатомией тела (с помощью тех самых нейромедиаторов, каждый из которых обслуживает «свои» клетки в зависимости от их содержимого).

Взаимосвязи, о которых идёт речь - между рецепторами сетчатки и её нервными клетками, - пространяются сообразно точкам видимого изображения с помощью «карты пешехода», которую, можно сказать, «рисует» и «запоминает» мозг человека, пока тот растёт. Нервные импульсы в транспарантных клетках распространяются сравнительно с небольшой скоростью - от двадцати до ста двадцати метров в секунду, потому что испытывают задержки<sup>5</sup>, преодолевая как бы случайные разветвления «путей», сформировавшиеся сообразно координации движений тела ребёнка.

Учитывая, что диаметр глазного яблока примерно три сантиметра, то пересечь его напрямую электрическому сигналу удаётся за одну – пять десятых миллисекунды. Таким образом, двумерные функции корреляции всех нервных импульсов внутри глаза, как на «карте пешехода», представляют собой пространственные координаты (расстояния между клетками), выраженные в единицах времени, необходимого для прохождения сигналами оптических «путей».

Всё это создаёт чёткую привязку передаваемого изображения не к местоположению палочек и колбочек и возможности для каждого из этих рецепторов самостоятельно транслировать мозгу результаты происходящих с ним процессов, а только через функцию корреляции, исполняемую транспарант-клетками. Так где же всё-таки и как отражается окружающая нас действительность, когда мы её видим? Откуда в нашем самосознании возникает образ и где «отпечатывается» его изображение?

---

<sup>5</sup> Итог в виде зрительного ощущения проявляется у нас не сразу. Сначала происходит множественная передача сигналов с целью их преобразования. Эта инерция занимает примерно 0,03 - 0,1 секунды времени. Исчезновение же зрительного ощущения (образа) также не происходит мгновенно, а в течение некоторого времени после прекращения возбуждения.

Нейробиологи пытаются уверить нас в том, что образы каким-то образом (простите за тавтологию!) «прячутся» в нейронных сетях мозга, но, согласитесь, это довольно странное объяснение. Мы же не видим с вами нервных жгутов и нейронных синапсов вместо насыщенных разнообразием форм и цвета картинок?! Зато довольно логичное объяснение можно найти, как я уже упоминала, основываясь на новейшей концепции «устройства» человека и вселенной - иисиидиологии.

У самих нейронов, конечно же, никаких представлений, из которых можно сложить какой-либо образ, нет. Но представления есть у нас и образы постоянно всплывают в нашем воображении соответственно системе нашего восприятия. Система восприятия каждого из нас особенная, потому что самосознание каждого человека содержит в себе только его индивидуальный опыт. Весь этот опыт, согласно иисиидиологии, в виде формо-образов «хранится» в информационном пространстве самосознания каждой личности.

Именно их – формо-образы – мы и «видим», когда они «всплывают» на так называемом (в иисиидиологии) «биоэкране» нашего самосознания по резонансу (в ответ) на ту информацию, что в виде частотных пространственно-временных характеристик светового луча передаёт мозгу весь глазной аппарат, описанный выше. Или, наоборот, мы начинаем «видеть» как раз то, что первоначально «подсказывают» нам возникающие в сознании формо-образы. А, может, это происходит одновременно? С этим ещё предстоит разобраться современным учёным...

Мы же с вами можем предположить, что иллюзия зрения, поддерживаемая устройством глаза, нужна для того, чтобы как бы подстраивать увиденное сообразно потребностям нашего развития (необходимости получения того или иного опыта переживаний). И от того, как мы сейчас себя чувствуем (психически и физически), в каком мы сейчас настроении, чем заняты, насколько зависим от своего организма, его состояния, которое влияет на то, как мы всё видим, - в таком, как говорится, свете всё и предстаёт перед нами.

Иными словами, какие уровни самосознания (см. Орис «Иисиидиология. Основы»): «животные» (бессознательные, агрессивные, эгоистичные, озабоченные только собственным выживанием) или более человеческие (разумные, понимающие, альтруистичные, любящие и заботящиеся о других) активны у нас сейчас, такие образы (по резонанционному принципу, детально описанному в иисиидиологии) и проецируются на наш «биоэкран».

Получается, что всё увиденное нами, не является истинным, это лишь результат ограниченного (особенностями биологии тела) восприятия наших органов зрения. Спектры и дифракционные картины, передаваемые синаптическими взаимосвязями нейронов глаза,

несут в себе вибрационные информационные фрагменты, проекции которых на «биоэкране» (физиологически он как бы «привязан» к одному из отделов мозга - эпифизу) формируются во что-то общее (образ), благодаря тому, что представления об этом (какой-то опыт) уже есть в информационном пространстве самосознания.

Происходит как бы сверка того, что привнесено, с тем, что уже было, и если есть совпадения, то этот образ узнаётся, переживается нами, обогащаясь при этом новыми информационными аспектами, и отправляется в информационное «хранилище» (память) к тем «тематически» похожим формо-образам, что там уже существуют. «Биоэкран», согласно утверждениям Ориса, автора книг по ииссидиологии, - это то, что доступно нашему пониманию как место «встречи» (проецирования) через такие структуры мозга, как эпифиз, гипоталамус, гиппокамп, спектрально разложенного излучения, исходящего от объектов окружающей действительности, и энергоинформационных проявлений «изнутри» нашего самосознания. Чем богато наше самосознание, такие формо-образы оно и будет «поставлять» на «биоэкран» для наполнения соответствующим содержанием предложенных нашим зрением характеристик.

Изучая организационные принципы человеческого сознания, изложенные в книгах по ииссидиологии, можно с уверенностью сказать, что нейронные цепочки не несут в себе никаких образов. Просто от наших органов чувств мозг получает информацию в привычном для нас, но достаточно «грубом», если можно так сказать, диапазоне – электромагнитном. А то, что мы видим на «биоэкране» нашего самосознания, выходит за пределы волновых вибраций и представляет собой «нечто» неэлектромагнитное, - более «тонкого» свойства, пока недоступного нашим обычным органам чувств.

Но ведь можно представить себе, что для чувства голода, симпатии, влечения, усталости, интуиции, тоже есть своеобразные «органы», но нематериальные, невидимые, тонковибрационные, высокочастотные, которые могут находиться «внутри» пространства нашего самосознания, а не непосредственно в биологическом теле. Так вот «биоэкран» – это «орган» визуализации наших мыслей и чувств, без искажения их более «грубыми» вибрациями организма. Этот виртуальный орган помогает нам и во время медитационных визуализаций, когда, минуя оптический аппарат нашего тела, мы контактируем сразу с эпифизом, отвечающим за проецирование из информационного пространства самосознания нужных нам в этот момент формо-образов (нашего опыта).

А вот то, что ещё не зафиксировано нашим организмом как опыт, мы и получаем на «внешней» («входящей») стороне «биоэкрана» как результат реализации определённых нейронных взаимосвязей (соответствующих колебаний). Это похоже на постоянное прокручивание «плёнки» в пространстве нашего самосознания (в виде постоянно

поглощаемых глазами излучений, переведённых в биохимические импульсы), из которой, как лучом проектора, эпифиз высвечивает нужные фрагменты, и посылает их дальше на «рассмотрение» (декодировку) разным отделам мозга.

А уже они в ответ инициируют ту «картинку» из информационного «хранилища» нашего самосознания, которая даёт возможность пережить те самые чувства, мысли и выполнить те действия, которых нам не хватало для полноты обретения именно этого опыта. Для системы нашего восприятия это то самое изображение, которое в ииссидиологии и ассоциируется с «биоэкраном». У зрячих людей он активизируется в момент зрения, но если бы эпифиз у нас был развит более, чем сейчас, то мы могли бы видеть и без глаз, и, конечно, без того искажения, что они нам дают.

Глаза, поддерживая «грубые» вибрации, как бы мешают активности эпифиза, но при этом они соответствуют тому состоянию самосознания личности, которое выражается через физиологию тела, для реализации наших текущих (более материальных) интересов. Когда же глаза перестанут выполнять свою «посредническую» функцию (между двумя мирами – тонким и более материальным), - можно будет видеть то, что находится, образно говоря, за сотни километров отсюда, видеть внутреннее содержание всего, что нас окружает и происходит с нами.

Получается, что для высокого творчества, для общения на мыслечувственном уровне зрение (в том виде, в каком оно сегодня у нас существует) не только необязательно, но и препятствует более истинному восприятию всего. А иллюзия зрения поддерживает тот «барьер», который пока отделяет нашу реальность от тех, что обязательно должны проявиться перед нами при нашем мощном желании познать суть вещей и устремлении к более гармоничному восприятию мироздания.

Потому что его глубины подвластны лишь тем, кто начинает приближаться к более «высоким» уровням личностного самосознания, а «низкочастотные» («грубые») уровни, которые провоцируют проявление разделения, неприятия, зависти, ненависти, злобы и прочего, «аннигилируются» (в ииссидиологии – синтезируются). Тогда-то и сможет открыться у нас, людей, эпифизарное (экстрасенсорное) зрение, которое поможет нам увидеть настоящую красоту и ценность всех форм во вселенной, восхититься ими и слиться в едином творческом порыве Космической Жизни!

Литература:

ОРИС, ИИССИИДИОЛОГИЯ, том 11, Бессмертие доступно каждому. М., 2011

Кандидат физико-математических наук А. ХАЗЕН (Нью-Джерси); «Наука и жизнь» №9 за 2004 г. №9, 2004 Парадоксы зрения человека и их устранение с помощью законов физики. <http://www.nkj.ru/archive/articles/1865/>

Основы психофизиологии., М. ИНФРА-М, 1998, с.57-72, Глава 2 Отв.ред. Ю.И. Александров

Воробьева Е.А., Губарь А.В., Сафьянникова Е.Б. 'Анатомия и физиология: Учебник' \\(Учеб. лит. Для учащихся мед. училищ) - Москва: Медицина, 1988 - с.432

Герман Людвиг Фердинанд Гельмгольц. Учение о слуховых ощущениях как физиологическая основа для теории музыки: Пер. с нем. Изд. 3-е. - М.: Книжный дом. «ЛИБРОКОМ», 2013. - 592 с.

Офтальмология. Учебник для ВУЗов, под ред. Е.И.Сидоренко-408с. М.: ГЭОТАР-МЕД, 2002г.- (Серия «XXI век»).