

КАК ЗРИТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ ЧЕЛОВЕКА ФОРМИРУЕТ ЧЁТКИЕ ОБРАЗЫ БЛИЖНИХ И ДАЛЬНИХ ПРЕДМЕТОВ?

А.А.Гришаев, *независимый исследователь*

Введение.

Материалистическая наука полагает, что зрительный аппарат человека формирует визуальные образы попадающих в зрительное поле предметов по тем же принципам, на которых основана работа неодоушевлённых оптических инструментов. Очень удачной считается аналогия между строением человеческого глаза и устройством фотоаппарата. Для получения качественного фотоизображения требуется чёткая фокусировка света, идущего от предмета, на тонкий слой фотодетекторов – молекул фотоэмульсии или пикселей светочувствительной матрицы. Поскольку у оптической системы фотоаппарата ограничена глубина резкости, то чёткая фокусировка возможна либо для ближних, либо для дальних предметов, но не для тех и других сразу. Поэтому в фотоаппаратах предусмотрена механическая перестройка оптической системы, позволяющая делать «настройку фокуса» на те или другие предметы.

Эти же принципы, применительно к оптической системе глаза, приводят материалистическую науку к основополагающему догмату: чёткий визуальный образ предмета возможен только при чёткой фокусировке, на сетчатке, света от этого предмета, и поэтому, для получения чётких визуальных образов ближних или дальних предметов, непременно требуется механическая «перенастройка фокуса» - т.н. аккомодация глаза. Здесь под «дальними» предметами понимаются все те, чёткие визуальные образы которых получаются при, практически, таком же аккомодационном состоянии глаз, как и для предметов на бесконечном удалении; на область же «ближних» предметов приходится, практически, весь диапазон перестройки аккомодационного состояния. Можно считать, что, при нормальном зрении, области ближних и дальних предметов разделены условной границей, находящейся на радиусе в 3 метра от глаз.

Догмат о необходимости чёткой фокусировки изображения предмета на сетчатке считается надёжно подтверждённым – через общеизвестный опыт использования вспомогательных линз для коррекции таких нарушений зрения, как близорукость и дальновзоркость. Если рассеивающие линзы корректируют нечёткое видение вдаль – то это, по логике ортодоксов, *доказывает*, что, без этих линз, фокусировка света от дальних предметов происходила перед сетчаткой, отчего их изображения на сетчатке были нечёткими, а линзы возвращают фокусировку света на сетчатку и восстанавливают чёткость изображений на ней. Аналогичную доказательную силу приписывают факту коррекции нечёткого ближнего видения собирающими линзами: они, якобы, тоже устраняют «неправильную» фокусировку света от ближних предметов, которая происходила бы за сетчаткой, и обеспечивают «правильную» фокусировку, на сетчатке.

Между тем, элементарные анатомические факты обескураживают: с помощью тех средств, которыми располагает зрительный аппарат человека для механического воздействия на оптическую систему глаза, «перенастройка фокуса» для получения чётких изображений на сетчатке – *физически невозможна*. Нам придётся сделать вывод о том, что зрительному аппарату человека вовсе не требуются чёткие изображения на сетчатке, чтобы формировать чёткие визуальные образы. Здесь нет никакой мистики или нарушений законов распространения света – просто мы должны принимать в рассмотрение работу не только аппаратной части зрительного анализатора, но и его мощной обрабатывающей части, которую мы будем называть зрительным процессором. Согласно нашей модели, зрительный процессор отнюдь *не на сетчатке* строит виртуальное трёхмерное отображение всех попадающих в зрительное поле предметов – причём, формирует чёткие визуальные образы только тех из них, на которые направлено внимание смотрящего.

Соответственно, близорукость и дальнозоркость – это не физические расстройства преломляющих способностей глаз, и действие линз, корректирующих близорукость и дальнозоркость, основано вовсе не на коррекции этих преломляющих способностей.

О так называемых «объективных» методах определения рефракции глаз.

Считается, что огромный опыт, накопленный в практической офтальмологии при т.н. объективных определениях рефракции глаз, прямо свидетельствует о механических перестройках оптической системы глаза для нужд аккомодации.

Речь идёт о методах скиаскопии (ретиноскопии) – теневой пробы, методика которой хорошо описана. Офтальмолог направляет пучок света на область глаза обследуемого и, заглядывая ему в зрачок, наблюдает пятно прошедшего света на сетчатке. Считается, что смысл теневой пробы заключается в варьировании направления, под которым свет входит в зрачок (для чего офтальмолог двигает ретиноскопом или поворачивает зеркало офтальмоскопа) и наблюдении того, как на сетчатке происходят результирующие подвижки пятна прошедшего света и окружающей его тени. По характеру этих подвижек – которые могут происходить как в том же направлении, что и движение пятна падающего света по глазу, так и в противоположном направлении – делается вывод о том, что фокус оптической системы глаза находится на сетчатке, за сетчаткой или перед сетчаткой, т.е. что глаз является нормальным, дальнозорким или близоруким. Бесспорным фактом, регистрировавшимся методами скиаскопии несметное число раз, является изменение характера движения пятна прошедшего света и тени, вплоть до инвертирования направления движения – в ходе одного и того же сеанса обследования. Считается, что эти изменения, которые оказываются хорошо скоррелированы с эмоционально-психическими состояниями обследуемого, свидетельствуют о реальных механических перестройках оптической системы глаза. Например, у обследуемого в состоянии психической релаксации, движения пятна прошедшего света и тени могут быть такими, которые считаются характерными для нормальных глаз, а, при появлении психического напряжения, они могут стать такими, которые считаются характерными для близоруких глаз.

Однако же, вера в объективность подобных результатов основана на неявном допущении о том, что глаз, в ходе выполнения теневой пробы, остаётся абсолютно неподвижным – тем более, что обследуемого непременно просят зафиксировать взгляд в одной точке. Странным образом, при этом забывается то, что проводится обследование *живого* глаза, у которого обычно нормально действует глазодвигательный аппарат и нормально срабатывают глазодвигательные рефлексy. Как ни старается обследуемый удерживать взгляд в одной точке, он не застрахован от произвольных поворотов глазного яблока – способных дать существенный вклад в видимые движения света и тени на сетчатке *относительно зрачка*, на которые нацелен офтальмолог. Причину же произвольных поворотов глазного яблока в ходе теневой пробы – едва ли можно оспорить. Надо лишь обратить внимание на то, что, при покачиваниях ретиноскопа или шевелениях зеркалом офтальмоскопа, происходят поперечные колебательные движения источника света в поле зрения обследуемого. Тогда у него должен включаться глазодвигательный рефлекс, который хорошо известен в офтальмологии как рефлекс фиксации: глаз поворачивается, пытаясь отслеживать движения источника света. В зависимости от состояния психики обследуемого, отслеживание при рефлексe фиксации может быть недостаточным, точным или избыточным. Благодаря этому и возможен набор вышеупомянутых вариантов видимого движения света и тени на сетчатке – что даёт *иллюзии* тех или иных «аномалий рефракции» глаза. Таким образом, теневая проба может свидетельствовать, разве что, о состоянии психики обследуемого – но объективным методом определения рефракции глаз она не является и, в частности, никакой доказательной силой для «выявления симуляции аномалий рефракции» она не обладает.

О том, что скиаскопия не годится как «объективный метод» определения рефракции глаз, говорит и тот факт, что этим методом может быть зарегистрировано радикальное изменение состояния рефракции глаза даже тогда, когда обследуемый заведомо сохранил

«настройку фокуса» одной и той же – например, всё время осознанно смотрел в бесконечность. Эта ситуация – прямо-таки анекдотическая: «Доктор лучше знает!» Печальная правда, хорошо известная офтальмологам – в том, что результаты определения рефракции глаз «объективными методами» оказываются бесполезны для суждения о наличии у пациента той или иной «аномалии рефракции» и для подбора корректирующих линз. Процедура подбора этих линз производится с помощью т.н. «субъективного метода» – через перебор линз с калиброванной оптической силой и нахождение тех, с которыми проверочная таблица видится нормально. Так, читаем: *«назначение корригирующих очков только по данным скиаскопии без проверки субъективных методов... будет большой ошибкой»* [ВЕБ1], и *«окончательное решение принимается на основании субъективного метода»* [ВЕБ2].

Мы делаем вывод: результаты теневой пробы, которые интерпретируются как «изменения состояния рефракции глаз», ничуть не доказывают, что в глазу происходят механические перестройки его оптической системы для нужд аккомодации.

Неправда про аккомодацию: изменение формы хрусталика.

Многие поколения авторов переписывали, из учебника в учебник, версию Гельмгольца о том, что аккомодация осуществляется через изменение формы хрусталика. Якобы, настройка фокуса для более близких предметов производится более сильным мышечным сдавливанием ободка хрусталика, отчего его поверхности – особенно передняя – становятся более выпуклыми, и его преломляющая сила увеличивается. Но едва ли не раньше, чем появилась эта версия, анатомы отлично знали, что в глазе **физически нет** мышц, которые могли бы сдавливать ободок хрусталика.

Действительно, единственная мышца, которая находится вблизи ободка хрусталика и весьма кстати имеет кольцевую форму – это цилиарная мышца. Ей-то и приписали способность сдавливать хрусталик. Это предубеждение выдавалось за научную истину, хотя было известно, что цилиарная мышца пронизывает радужную оболочку, и назначение этой мышцы – изменять диаметр зрачка. Для этого требуется ничтожное усилие, и неудивительно, что цилиарная мышца – одна из слабейших в организме. Причём, хрусталик твердеет с возрастом, и, как пишет д-р Бейтс, *«немыслимо предположить, что... твёрдый как камень хрусталик может поддаться какому-то, даже кратковременному воздействию»* [Б1] – а ведь есть старцы с прекрасным зрением. Но цилиарная мышца не только слишком слаба для того, чтобы сдавливать хрусталик, она ещё является гладкой, а не поперечно-полосатой. А гладкие мышцы – это мышцы, медленно работающие. О медленности действия цилиарной мышцы можно судить по хорошо известному факту: значительное изменение размера зрачка – как его сужение, так и расширение – требует полутора-двух секунд, причём, этот процесс не управляется сознанием и не ускоряется с помощью тренировок. Что же касается времени «переключения фокуса», то, во-первых, оно мало зависит от перепада дальностей, через который требуется переключиться, и, во-вторых, даже у нетренированных субъектов оно может длиться всего 0.2-0.3 секунды – это на порядок быстрее того, что могла бы обеспечить цилиарная мышца. Вывод: цилиарная мышца не имеет никакого отношения к аккомодации.

Да и как, спрашивается, цилиарная мышца могла бы сдавливать хрусталик, если она не имеет жёсткого контакта с его ободком? Ободок хрусталика прикреплен к цилиарному телу через систему растяжек – т.н. цинновых связок (**Рис.1**) – которые никак не могут передать сдавливающее усилие. При такой подвеске хрусталика, цилиарная мышца могла бы приложить к его ободку лишь растягивающее усилие. Да вот беда: при настройке на бесконечно далёкие предметы, мышцы аккомодации, как считается, должны быть расслаблены, а при настройке на всё более близкие предметы, эти мышцы должны всё сильнее напрягаться. Как же обеспечить это растягивающими хрусталик усилиями, если, при настройке на бесконечность, он должен быть выпуклен минимально, т.е., «растянут» максимально? Известна попытка решения этой проблемы – так сказать, продвинутая версия в духе Гельмгольца. Принимается, что естественной формой хрусталика является максимально выпуклая. Для настройки на ближний предмет, цилиарная мышца, якобы,

напрягается и сжимает своё колечко, отчего цинновы связки ослабевают, и хрусталик выпукливается из-за своих упругих свойств. Для настройки же на бесконечность, цилиарная мышца, якобы, расслабляется и расширяет своё колечко, отчего цинновы связки растягивают

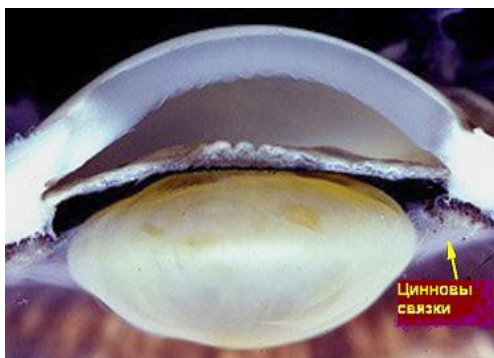


Рис.1. Подвеска хрусталика.

хрусталик. Т.е., нам предлагают поверить в неслыханное чудо: мышца, расслабляясь, производит реальный силовой эффект, преодолевая противодействующие силы упругости.

Известно ли хоть одно серьёзное указание на то, что аккомодация производится через изменение формы хрусталика? Вот, например, пострадает ли аккомодация, если глаз останется без хрусталика? Ответ давно известен. Многие пациенты с удалёнными хрусталиками сохраняют способность к аккомодации частично, а некоторые – даже в полном объёме: «*после удаления хрусталика из-за катаракты, глаз нередко способен аккомодировать точно так же, как и до операции*» [Б1].

Не достаточно ли фактов, кричащих о том, что форма хрусталика не является фактором аккомодации? А вот ещё один факт. Даже если внутри глаза имелась бы чудовищно сильная мышца, которая была бы в состоянии значительно изменять выпуклость хрусталика, то для нужд аккомодации это было бы, практически, бесполезно. Дело в том, что хрусталик находится во внутриглазной жидкости, показатель преломления которой (1.33) лишь ненамного меньше, чем у самого хрусталика (1.38-1.39). Для тех, кто хоть немного знаком с законами преломления света, близость значений показателей преломления у двух граничащих оптических сред означает, что преломление света на этой границе, практически, отсутствует. Это справедливо для обеих поверхностей хрусталика – и передней, и задней. Пройдя такую поверхность, свет продолжает движение, практически, в том же направлении, в каком он к этой поверхности подходил. Т.е., хрусталик, контактирующий с внутриглазной жидкостью, практически, не работает как линза – какую бы выпуклость он ни имел.

Уместен вопрос: если хрусталик не работает как линза, то зачем он вообще нужен? О важном назначении хрусталика подсказывает его спектр пропускания, дающий отсечку ультрафиолетового излучения [О1]. По-видимому, хрусталик – это светофильтр, защищающий светочувствительные молекулы сетчатки от разрушающего их ультрафиолета. Но зачем этот светофильтр не выполнен в виде простой плоскопараллельной пластинки,



Рис.2. Форма хрусталика.

а имеет заднюю поверхность в виде полусферы с центром, находящимся в центре передней поверхности (*Рис.2*)? Мы усматриваем в такой форме большой смысл именно для светофильтра. Действительно, свет, в каком бы направлении он ни входил в хрусталик через центр его передней поверхности – при малом диаметре зрачка – пройдёт в толще хрусталика одно и то же расстояние. Значит, свет, проходящий сквозь хрусталик под разными углами, испытывает одно и то же фильтрующее воздействие – что необходимо для равных условий цветопередачи почти на всей площади сетчатки.

Неправда про аккомодацию: изменение длины глазного яблока.

Если, для получения на сетчатке чётких изображений ближних и дальних предметов, не варьируется преломляющая способность оптической системы глаза, то не может ли с этой целью варьироваться расстояние между преломляющими поверхностями и сетчаткой?

Некоторые исследователи полагают, что именно так и осуществляется аккомодация – через изменения размера глазного яблока вдоль продольной оси. Считается, что такие продольные вытягивания-укорачивания глазного яблока выполняются с помощью глазодвигательных мышц.

Человеческий глаз имеет шесть таких мышц – четыре прямых и две косых (*Рис.3*).



Рис.3. Глазодвигательные мышцы.

Верхняя и нижняя прямые мышцы поворачивают глазное яблоко, направляя взгляд вверх-вниз, а наружная и внутренняя прямые мышцы – соответственно, вправо-влево. Верхняя и нижняя косые мышцы, главным образом, подкручивают глазное яблоко вокруг его продольной оси. В норме, все сознательно выполняемые движения глазных яблок в глазнице – это результат скоординированной работы прямых и косых мышц.

Как же глазодвигательные мышцы могли бы изменять длину глазного яблока? Например, одновременное сокращение четвёрки прямых мышц могло бы укорачивать глазное яблоко и приближать преломляющие поверхности к сетчатке – а, при одновременном расслаблении этих мышц, глазное яблоко, из-за собственных упругих свойств, могло бы удлиняться, возвращаясь к исходной форме. Но, при таком сценарии, в состоянии расслабленности мышц аккомодации – которому должна соответствовать настройка на бесконечно далёкие объекты – длина глазного яблока была бы максимальна. Напряжение мышц аккомодации могло бы только уменьшать эту длину – тогда как, по неумолимым законам геометрической оптики, для настройки на всё более близкие предметы, эту длину следовало бы всё больше увеличивать.

Таким образом, четвёрка прямых мышц не может изменять длину глазного яблока так, чтобы это обеспечивало аккомодацию. Некоторые исследователи считают, что эту функцию выполняет пара косых мышц. Это утверждал ещё д-р Бейтс [Б1] – но, увы, он не дал конкретных разъяснений. Попытка дать такие разъяснения предпринята, уже в наши дни, д-ром Ждановым, который пишет буквально следующее: «чтобы увидеть вблизи, человек... расслабляет продольные мышцы и напрягает верхнюю и нижнюю поперечные, сверху и снизу встречно сжимает свой глаз. А глаз-то у человека жидкий. За счет этого сжатия он

подается, вытягивается огурчиком вперед» [Ж1]. Такое объяснение вызывает улыбку. «Вытягивание огурчиком», теоретически, обеспечивало бы аккомодацию – но, увы, такой сценарий противоречит элементарным фактам. Косые мышцы совершенно не приспособлены к сжиманию глазного яблока – они не охватывают его пояском, закреплённым на его боковой поверхности, а имеют локальные точки прикрепления к этой поверхности. Поэтому векторы тяги как той, так и другой косой мышцы могут, по отношению к этой поверхности, изменяться – в зависимости от ориентации глазного яблока в глазнице. Т.е., косые мышцы приспособлены только к подкручиванию глазного яблока. Допущение о работе на сжатие глазного яблока выглядит особенно нелепо для верхней косой мышцы – тяж которой проходит через специальную петлю (см. *Рис.3*). Но если, при реальной анатомии глазодвигательного аппарата, косые мышцы развивали бы усилия, сжимающие глазное яблоко, то этим непременно продуцировались бы, во-первых, уводы зрительных осей глаз от своих правильных направлений и, во-вторых, искажения угловых масштабов в обоих зрительных полях из-за деформаций сетчатки в сжатых глазных яблоках. В действительности же, подобные проблемы не возникают при «настройке фокуса» на ближние предметы.

Наконец, клиническая практика показывает, что при нарушениях нормальной работы косых мышц – парезах или параличах – нарушаются нормальные движения глазных яблок, но отсутствуют субъективные жалобы больного на ухудшение способностей к «перестройке фокуса». «Объективные» же свидетельства о работе косых мышц на аккомодацию были получены, например, д-ром Бейтсом [Б2] с помощью ретиноскопии – которая, как отмечено выше, не годится для суждений о преломляющей способности глаза.

Таким образом, концепция механических перестроек оптической системы глаза для нужд аккомодации – как изменений длины глазного яблока, так и изменений формы хрусталика – является, на наш взгляд, ошибочной. Нормально работающий зрительный аппарат ухитряется формировать чёткие визуальные образы ближних и дальних предметов без перестроек оптической системы, призванных обеспечить чёткую фокусировку изображения того или иного объекта на сетчатке. С полной очевидностью об этом говорят простейшие опыты по чёткому видению сразу и ближних, и дальних предметов.

Правда: чёткое видение сразу и ближних, и дальних предметов.

Визуальной оценке расстояний до предметов в значительной степени способствует картинка других предметов, попадающих в поле зрения – в частности, такие «подсказки», как видимая протяжённость участка земной поверхности от наблюдателя до предмета, параллакс из-за смещения наблюдателя, перспектива, видимые размеры знакомых предметов. Если предмет – особенно дальний – наблюдается в условиях, когда названные «подсказки» отсутствуют, то возможны колоссальные ошибки в визуальной оценке расстояния до него.

Известно, например, про случаи такого рода. Самолёт летит в долине между гор. Пассажир смотрит в иллюминатор и видит конец крыла самолёта и проплывающий мимо участок горы. Пассажир пугается – ему кажется, что гора так близко, что крыло сейчас чиркнет по ней. В действительности же, до горы – один километр.

Такая ошибка в визуальной оценке расстояния возможна, как мы полагаем, благодаря тому, что стимулом, запускающим формирование чёткого визуального образа предмета, является, у смотрящего, направленность внимания на этот предмет. В обыденной жизни, мы привыкаем направлять внимание *либо* на ближние, *либо* на дальние предметы, потому и видим чёткие образы либо тех, либо других. Но, при направленности внимания сразу на ближние и дальние предметы, чётко видятся те и другие *одновременно*. В приведённом выше примере пассажир, глядя в иллюминатор, направляет внимание сразу на конец крыла и на видимый участок горы – и видит их одинаково чётко. А опыт, закреплённый у пассажира в подсознании, подсказывает: одинаково чёткое видение двух предметов означает, что они оба находятся на одинаковом (или почти одинаковом) удалении. Поэтому и возникает иллюзия того, что «крыло сейчас чиркнет по горе».

Можно возразить, что, в этом случае, оба наблюдаемых предмета (конец крыла и участок горы) попадают в категорию «дальних» предметов, и их одновременное чёткое видение обусловлено всего лишь тем, что они оба попадают в пределы глубины резкости глаз пассажира – а особенности управления вниманием пассажира здесь не при чём. Хорошо, предлагаем простой и эффектный опыт, демонстрирующий роль управления вниманием при наблюдении сразу и ближнего, и дальнего предметов.

Следует нарисовать, на двух листках бумаги, две чёткие и контрастные буквы, различающиеся по размеру шрифта в 10 раз – например, букву «М» высотой 2 см и букву «А» высотой 20 см (**Рис.4**). Большая из этих букв располагается от глаза на расстоянии, в 10

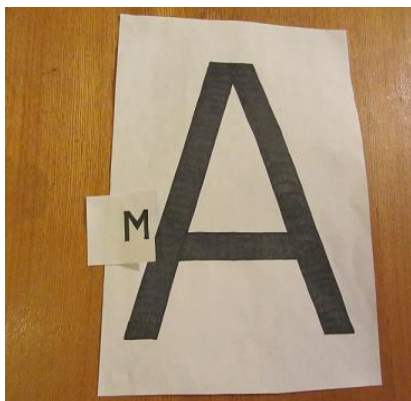


Рис.4. Листы с буквами для опыта (описание в тексте).

раз большем, чем расстояние от глаза до малой буквы – чтобы видимые размеры обеих букв были одинаковы. При этом, расстояния до той и другой букв должны допускать достаточно чёткое видение каждой из них по отдельности. При нормальном зрении, малую букву можно расположить на расстоянии 40 см от глаза (это будет ярко выраженный «ближний» предмет), а большую – на 4 м от глаза (ярко выраженный «дальний» предмет). Направления же на эти буквы должны различаться минимально – как будто эти буквы образуют слог «МА». Смотреть следует одним глазом, чтобы не мешали эффекты сведения-разведения зрительных осей, причём, второй глаз – не зажмурен (что вносило бы искажения), а просто прикрыт ладонью, без её контакта с глазным яблоком.

Итак, в область центрального зрения подопытного глаза попадают две буквы. Если смотрящий направляет своё внимание на букву «М», то она видится чётко, а буква «А» - нечётко (**Рис.5, а**). Если, наоборот, внимание направляется на букву «А», то она видится чётко, а буква «М» - нечётко (**Рис.5, б**). Но если направить внимание сразу на обе эти буквы – а для этого нужно всего лишь направить внимание на слог «МА» - то обе буквы видятся одинаково чётко (**Рис.5, в**). У кого-то это получается лучше, у кого-то похуже, но

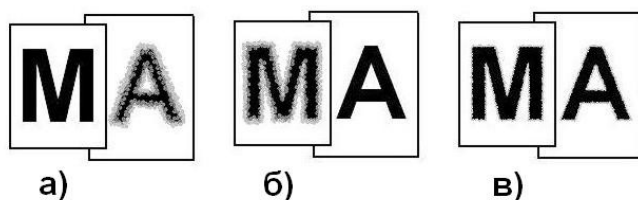


Рис.5. Примерное видение букв в опыте (описание в тексте).

существенную разницу по сравнению с привычным режимом («либо даль, либо близь») отмечали все, кто честно выполнял этот тест.

У этого простого опыта – потрясающая доказательная сила. Он с полной определённой демонстрирует, что, **при одном и том же состоянии оптической системы глаза**, могут формироваться чёткие визуальные образы сразу и ближнего, и дальнего предметов – которые разделены пропастью по аккомодации. Поскольку оптическая

система глаза физически не может обеспечить чёткую фокусировку на сетчатке изображений сразу и ближнего, и дальнего предметов, то вышеописанным опытом бесспорно подтверждается подозрение о том, что нашему зрительному аппарату, для формирования чёткого визуального образа предмета, вовсе не требуется чёткая фокусировка его изображения на сетчатке. Похоже на то, что, без всяких «перестроек фокуса» оптической системы, наш зрительный аппарат отображает сразу всю трёхмерную картину той части внешнего мира, которая попадает в поле зрения – а, через направленность внимания на тот или иной предмет в поле зрения, для нашего сознания чётко высвечивается лишь соответствующий кусочек из этой трёхмерной картины.

Из такого подхода следует, казалось бы, совершенно сказочный вывод о том, что охват вниманием сразу всех предметов в центральной области поля зрения – и ближних, и дальних – позволит чётко видеть их все сразу. Но так и есть в действительности: такие состояния восприятия достижимы на основе методик деконцентрации внимания [БЗ], которые уже применялись на практике и спасали людям жизни в экстремальных ситуациях.

Модель оптически однородного глаза.

Как отмечалось выше, показатель преломления хрусталика ($n_3=1.39$, см. **Рис.6, а**) мало отличается от показателя преломления внутриглазной жидкости ($n_2=n_4=1.33$). Показатель преломления роговицы ($n_1=1.37$) отличается от показателя преломления внутриглазной жидкости ещё меньше. У света, попадающего в глаз, преломление, практически, не происходит ни на внутренней поверхности роговицы, ни на поверхностях хрусталика. Поэтому глаз можно считать оптически однородным телом, с единственной преломляющей поверхностью – передней поверхностью роговицы – и одинаковым для всего объёма эффективным показателем преломления $n_{эфф}$ (**Рис.6, б**).

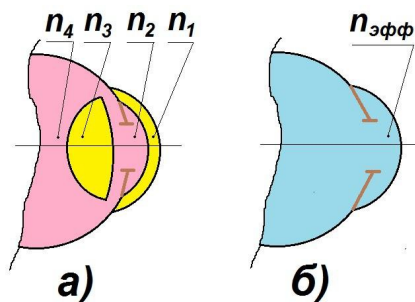


Рис.6. Схемы реального глаза (а) и оптически однородного глаза (б).

Значение $n_{эфф}$ рассчитывается из условия, что оптически однородный глаз, с единственной преломляющей поверхностью, обладает такой же преломляющей способностью – т.е. так же фокусирует свет – как и реальный глаз, с четырьмя преломляющими поверхностями. Это условие, на основе закона синусов для преломления света, в приближении малых углов даёт равенство

$$n_{эфф} - 1 = (n_1 - 1) - \frac{n_1 - n_2}{n_1} + \frac{n_3 - n_2}{n_2} + \frac{n_3 - n_4}{n_3},$$

откуда $n_{эфф}=1.43$.

Заметим, что, в модели оптически однородного глаза, его преломляющая способность определяется всего двумя параметрами – эффективным показателем преломления и радиусом кривизны поверхности роговицы: чем этот радиус больше, тем преломляющая способность меньше. Эту преломляющую способность можно наглядно проиллюстрировать, если найти положения точек, в которые оптически однородный глаз собирает лучи света от точечных источников, находящихся на различных расстояниях от глаза. Для этого следует рассчитывать преломление света на единственной сферической поверхности, т.е. на роговице. При этом следует брать не заниженное значение её радиуса, 5.7 мм, дающее фокусировку вблизи сетчатки (как это делается в модели приведённого глаза [Л1]), а

реальное значение – которое считается равным, в среднем, 7.7 мм [С1,С2]. Если преломляющая сила оптически однородного глаза окажется недостаточна для того, чтобы сфокусировать лучи от точечного источника в точку перед сетчаткой или на сетчатке, то, для нахождения точек фокусировки для таких случаев, следует формально допустить, что оптически однородная среда глаза не заканчивается на сетчатке, а продолжается и за ней. Расстояние от преломляющей поверхности роговицы до точки фокусировки представлено на **Рис.7** как функция от расстояния до точечного источника, расположенного на зрительной



Рис.7. Преломляющая способность оптически однородного глаза.

оси. Учитывая, что длина глаза составляет у взрослого человека 24.0-24.27 мм [С1], мы обнаруживаем, что, даже при удалённом на бесконечность точечном источнике, точка фокусировки его света находится за сетчаткой – не говоря уже о точках фокусировки света от ближних точечных источников. Таким образом, из модели оптически однородного глаза прямо следует, что анатомически нормальный глаз является, по традиционным меркам, радикально дальновзорким. Как иллюстрирует **Рис.7**, если бы зрительный аппарат добивался чётких изображений на сетчатке, и делал бы это через удлинение глазного яблока, то удлинение в 1.5 мм требовалось бы даже для дальних предметов – а для ближних предметов оно достигало бы 7 мм и более! Конечно же, ничего подобного не происходит – иначе, при рассмотрении ближних предметов, удлинённые глазные яблоки вылезали бы из орбит.

Обратим внимание: если свет от точечных источников собирается глазом в точки, которые всегда находятся за сетчаткой, то изображения точечных источников на сетчатке всегда представляют собой световые кружки. Размеры этих кружков гораздо больше, чем дифракционный предел, поэтому их можно находить, используя только законы геометрической оптики – из которых следует, что размер светового кружка на сетчатке тем больше, чем больше диаметр зрачка. Диаметры световых кружков на сетчатке оптически однородного глаза, в зависимости от расстояний до точечного источника, при $n_{эфф}=1.43$,

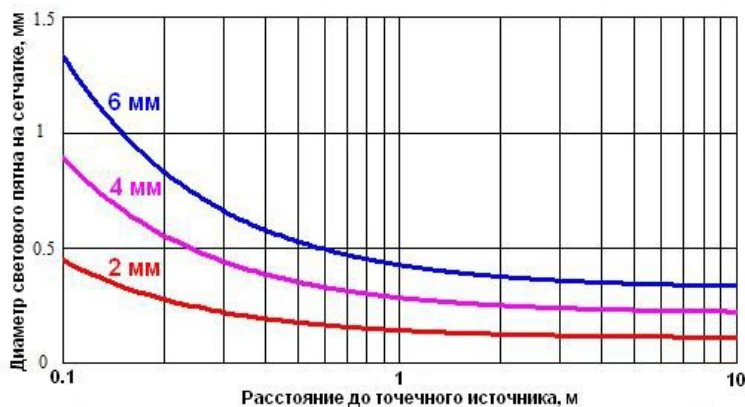


Рис.8. Размеры изображений точечных источников на сетчатке при разных диаметрах зрачка.

радиусе роговицы 7.7 мм и длине глаза 24.2 мм, показаны на **Рис.8** для трёх диаметров зрачка: 2, 4 и 6 мм. Размеры этих световых кружков огромны по сравнению с поперечным размером «пикселя» сетчатки – у колбочки он составляет 5-6 мкм. Каким же образом пространственное разрешение нормально работающего зрительного аппарата может быть примерно равно поперечному размеру колбочки? Никакими известными нам методами не удастся обработать чудовищно размытую картинку на сетчатке так, чтобы получить из этой чудовищно размытой картинки чёткое изображение – с разрешением, которое определяется поперечным размером «пикселя».

Надо как следует осознать эту горькую правду – чтобы понять, что наш зрительный аппарат работает совершенно не так, как неодошевлённые оптические инструменты.

Виртуальная фокусировка и формирование трёхмерного отображения предметов.

При допущении того, что в зрительном аппарате человека задействован достаточно мощный зрительный процессор, мы усматриваем изящную возможность формирования чёткого трёхмерного отображения всех предметов, находящихся в зрительном поле – без механической «настройки фокуса» на ближние или дальние предметы.

Чтобы решалась эта задача, для каждого попадающего в обработку кванта света требуется детектировать не просто попадание в тот или иной фоторецептор, расположенный на двумерной поверхности дна глазного яблока, а требуется детектировать отрезок прямолинейного пути, по которому квант передаётся перед тем, как поглотиться на задней поверхности сетчатки. Для детектирования такого «финишного отрезка» одного кванта света, было бы достаточно зафиксировать две точки, через которые этот квант передаётся – поскольку прямая строится по двум точкам. Тогда зрительный процессор смог бы рассчитать продолжение «финишного отрезка» – за сетчатку. По законам геометрической оптики, сходящиеся пути всех попавших в глаз квантов света, вышедших из одного неподвижного точечного источника, пересекались бы тоже в одной точке – которая, как следует из модели оптически однородного глаза, находится позади сетчатки. Значит, если зрительный процессор обнаружит, что расчётные продолжения путей нескольких квантов света пересекаются в одной точке за сетчаткой (такую точку будем называть точкой виртуальной фокусировки), то это может означать, что все эти кванты вышли из одной точки внешнего мира. В системе координат, связанной с глазным яблоком, зрительный процессор сможет однозначно рассчитать не только направление на эту точку-источник, но и расстояние до неё. Таким образом, на основе трёхмерной картины всех точек виртуальной фокусировки попадающего в глаз света, возможна реконструкция трёхмерной картины точек-источников этого света – что и означает реконструкцию картины предметов, находящихся в зрительном поле.

О том, что в зрительном аппарате человека реализован вышеописанный способ виртуальной фокусировки, подсказывает одна особенность строения сетчатки – которая, с позиций традиционных подходов, выглядит настолько странно, что сетчатку называют «вывернутой наизнанку» (с подачи Р.Фейнмана, см. [И1]). Действительно: слой палочек и колбочек, которые считаются фоторецепторами, находится на задней поверхности сетчатки. При том, что длина палочки и колбочки – а, значит, и толщина слоя, который занимают эти клетки – составляет 50-60 мкм, толщина сетчатки составляет несколько десятых миллиметра и достигает, в самых толстых местах, 0.4-0.5 мм. Прежде чем добраться до палочек и колбочек, свет должен пройти через передние слои сетчатки, которые в сумме составляют до 0.9 от её полной толщины. Эти слои – в которых находятся непоглощающие свет клетки, их аксоны (нервные волокна) и даже кровеносные капилляры – казалось бы, только мешают работать фоторецепторам! Академики выдвинули версию, согласно которой Природа упрятала «рецепторный слой нашей сетчатки» поглубже «для того, чтобы содержать его при постоянной температуре» [И1]. Можно подумать, что внутриглазная жидкость, от контакта с которой Природа спасла рецепторы сетчатки, испытывает у теплокровного

существа такие броски температуры, которые серьёзно расстроили бы работу этих рецепторов, вызывая «ложные зрительные иллюзии-призраки» [И1].

Что же говорит о названной особенности строения сетчатки наша модель? Как иллюстрирует **Рис.9**, передний клеточный слой сетчатки образован т.н. ганглиозными клетками. Исходя из того факта, что аксоны именно ганглиозных клеток собираются в пучок, образующий зрительный нерв [С1], можно заподозрить, что, во-первых, ганглиозные клетки играют важную роль в фоторецепции, и, во-вторых, их расположение в переднем слое сетчатки имеет совершенно конкретное назначение. Для детектирования «финишных отрезков» квантов света с наилучшим пространственно-угловым разрешением, желательно

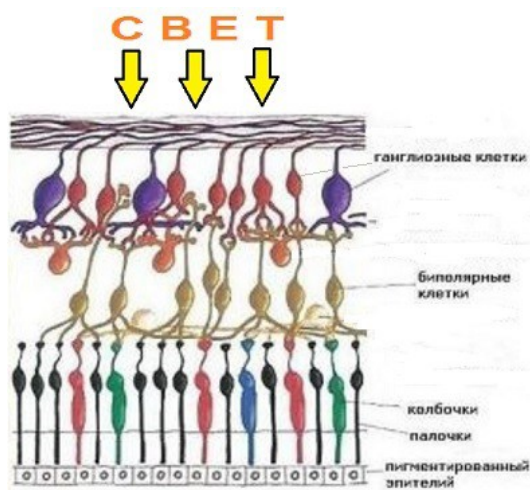


Рис.9. Схема послойного строения сетчатки [ВЕБ5].

увеличить зазор между двумя точками регистрации каждого кванта, т.е. выгодно сделать один слой регистраторов на передней стороне сетчатки, а второй – на задней. Мы полагаем, что «передние регистраторы» находятся в ганглиозных клетках, а «задние» - в палочках и колбочках. О том, что для фоторецепции необходимо именно взаимосогласованное функционирование пар клеток, из переднего и заднего слоёв сетчатки, косвенно свидетельствует характер связей [ВЕБ6] между ганглиозными клетками и палочками-колбочками – через т.н. биполярные клетки и их синапсы (см. **Рис.9**). В области центральной ямки, приспособленной для наиболее острого зрения, с каждой ганглиозной клеткой связана одна напротив расположенная колбочка. По-видимому, такие связки клеток способны детектировать только те «финишные отрезки» квантов света, которые проходят вблизи зрительной оси, практически, параллельно ей. По мере же удаления от центральной ямки, с каждой ганглиозной клеткой связано всё больше клеток задней поверхности, особенно палочек – при этом снижается острота зрения, но зато увеличивается чувствительность к быстрым изменениям в поле зрения.

Заметим, что детектирование – по двум точкам – прямолинейных путей квантов света технически невозможно, если верны представления официальной науки о движении квантов света, как о полёте фотонов. Согласно этим представлениям, фотон может проявить себя в некоторой точке, до которой он долетел, только через его поглощение в этой точке атомом или молекулой – при этом фотон пропадает. Он, впрочем, может быть немедленно переизлучён, но новое направление его полёта может сильно отличаться от того, которое предшествовало его поглощению. Поэтому сама постановка задачи на детектирование «отрезка» прямолинейного полёта фотона считается бессмысленной.

Согласно же концепции «цифрового» физического мира [Г1], свет – это не летящие фотоны. Световая энергия не существует вне атомов, световая энергия – это энергия световых квантовых возбуждений атомов, и движение кванта света – это цепочка перебросов энергии квантового возбуждения с атома на атом, без прохождения по разделяющему атомы пространству. Такой квантовый переброс производится сразу после того, как для атома, имеющего энергию светового возбуждения, программа-Навигатор в индивидуальном

порядке найдёт атома-адресата, которому будет переброшена эта энергия. В однородной прозрачной среде происходит так, что прямолинейный поиск, будучи доведён (со скоростью света) до очередного атома, продолжается далее и далее – и завершается на том атоме, на который будет, наконец, произведён квантовый переброс, т.е. на котором «прозрачность» среды для данного кванта закончится. При этом, с каждым атомом, которого «коснулся» поисковый луч, остаётся ассоциирована информация об этом событии. А поскольку поисковый луч для каждого кванта имеет индивидуальный идентификатор, то по любой паре атомов, которых «коснулся» один и тот же поисковый луч, можно идентифицировать прямолинейный путь одного кванта света.

По логике нашей модели, первый из двух атомов, по которым идентифицируется прямолинейный путь кванта света, оказывается в одной из ганглиозных клеток (на этом атоме поиск не завершается, квант не поглощается), а второй – в одной из палочек или колбочек (на этом атоме поиск завершается, квант поглощается). Так и обеспечивается возможность виртуальной фокусировки попадающего в глаз света. А при использовании виртуальной фокусировки, зрительный процессор формирует чёткие визуальные образы, обрабатывая не размытые изображения на сетчатке, а чёткую виртуальную картинку за сетчаткой.

Интересно, что зрительный процессор формирует чёткий визуальный образ, когда глаз смотрит не только на реальный предмет, но и на иллюзию – его голографическое изображение, которое видится в том месте, которое занимал реальный предмет при записи голограммы: образ предмета может видеться парящим перед голографической пластинкой или позади неё. Здесь иллюзия видения реального трёхмерного предмета возникает потому, что голограмма направляет кванты света по таким же путям, по каким они движутся от реального предмета – и свет, идущий от голограммы, даёт такую же картинку точек виртуальной фокусировки за сетчаткой, как и свет, идущий от реального предмета. Впрочем, имеется разница, которая даёт возможность убедиться в иллюзорности голографического образа дистанционно, «не трогая» его. Дело в том, что свет, идущий от голограммы, имитирует движение света от реального предмета только начиная с некоторого расстояния от голограммы. Если оптический инструмент находится к голограмме ближе, чем это расстояние, то, вместо образа предмета, регистрируется нечто неадекватное [Г2].

Заметим, что реконструкция образов как ближних, так и дальних предметов, на основе картинки точек виртуальной фокусировки, выполняется по одним и тем же алгоритмам. Ни ближние, ни дальние предметы не имеют преимуществ по чёткости реконструкции – которая и для тех, и для других определяется одним и тем же угловым разрешением глаза. Для того, чтобы зрительный процессор мог формировать чёткие визуальные образы либо тех, либо других предметов, требуется механизм селекции. Мы полагаем, что важную роль в этом механизме селекции играют микродвижения глаз.

Зачем нужны микродвижения глаз?

Хорошо известно, что глазодвигательные мышцы всё время поворачивают глазные яблоки. Даже при рассматривании неподвижного предмета, занимающего весьма небольшой участок зрительного поля, взгляд никогда не останавливается. В обычном состоянии сознания смотрящего, взгляд перемещается по предмету быстрыми скачками, называемыми саккадами. На стыках смежных саккад, где, на короткое время, происходит т.н. фиксация взгляда, глаза совершают микродвижения, которые обнаруживаются только с помощью специального оборудования [Я1,К1].

Мы говорим о чередующихся микродвижениях двух типов: относительно медленных дрейфовых движениях и относительно быстрых скачках, называемых микросаккадами. *«Дрейф оси глаза во время фиксации представляет собой как бы неупорядоченное движение, при котором, однако, изображение точки фиксации всегда остаётся внутри fovea [центральной ямки]»* [Я1] – записи дрейфовых движений мы воспроизводим на **Рис.10**. *«Во время фиксации, только в результате дрейфа, ось глаза перемещается со средней скоростью, равной приблизительно 6 угловым минутам в секунду и, следовательно,*

проходит в одну секунду путь, равный 10-15 диаметрам колбочек центральной части *fovea*» [Я1]. Что касается микросаккад, то их «минимальные размеры... равны 2-5 угловым

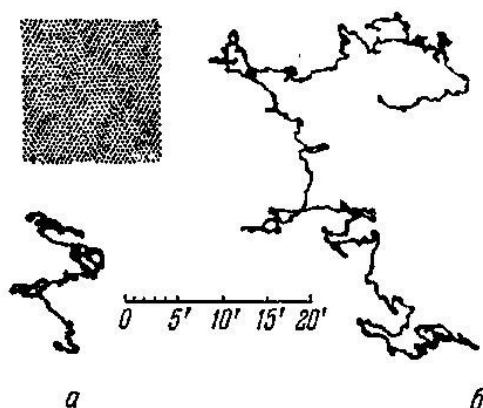


Рис.10. Записи дрейфовых движений при фиксации взгляда. а – за 10 сек, б – за 30 сек. В том же масштабе показано расположение колбочек [Я1].

минутам. Максимальные размеры... приближаются к 40-50 угловым минутам... продолжительность... в зависимости от их величины, равна 0.01-0.02 сек» [Я1]. За время одной фиксации взгляда, глаза обычно успевают совершить несколько дрейфовых движений и несколько микросаккад.

Назначение микродвижений глаз в точках фиксации взгляда остаётся загадкой для науки, хотя замечено, что «такие вопросы, как разрешающая способность глаза, механизм аккомодации... так или иначе базируются на произвольных движениях глаз» [Ф1]. Действительно, имеются указания на то, что микродвижения глаз необходимы для чёткой настройки зрения на ближние или дальние предметы. Клиническая практика показывает, что результатами нарушений работы прямых глазодвигательных мышц являются не только расстройство макродвижений глаз, но и немедленная потеря способности к «настройке фокуса». Так, читаем: «из-за нарушений функционирования... мышцы, которые... в ответе за подвижность глазного яблока... патологические проявления осязтимы сразу. Глаза теряют возможность фокусироваться на изображении или предмете» [ВЕБ3], а также: «в случае одновременного поражения нескольких мышц на одном или на обоих глазах... аккомодация парализована» [ВЕБ4]. Поскольку, в норме, чёткая настройка на ближние или дальние предметы возможна при любых углах поворота глазных яблок, то эта настройка происходит независимо от макродвижений глаз – и остаётся сделать вывод о том, что ключевую роль для этой настройки играют именно микродвижения глаз.

Этот вывод выглядит абсурдом с традиционных позиций, поскольку наличие или отсутствие микродвижений глаза никоим образом не сказывается на тех параметрах его оптической системы, которые обеспечивали бы «чёткую фокусировку изображения на сетчатке». Согласно же нашей модели, чёткая фокусировка изображения на сетчатке и не требуется вовсе, поскольку используется виртуальная фокусировка попадающего в глаз света. Что могут дать микродвижения глаза в этом случае?

Эти микродвижения вызывают поперечные сдвиги точек виртуальной фокусировки попадающего в глаз света – по отношению к сетчатке. Схема, иллюстрирующая такой сдвиг, приведена на **Рис.11**. Глаз поворачивается вокруг своего центроида вращения **R**, который находится примерно на 2 мм [С1] кзади от центра продольной оси глаза. До микро-поворота глаза, неподвижный точечный источник **S** находился на зрительной оси. Глаз изображён уже повернутым так, что центр **O** сферической поверхности роговицы сдвинулся в новое положение. Нас интересует результирующий поперечный сдвиг точки виртуальной фокусировки. По отношению к сетчатке, эта точка сдвигается из положения **V** на зрительной оси в новое положение **V₁**, которое находится на прямой, проведённой из источника **S** через центр **O** сферической поверхности роговицы – поскольку свет, идущий от источника по прямой **SO**, подходит к этой поверхности ортогонально и не преломляется на ней. При

одном и том же микро-повороте глаза, угловое смещение (угол \mathbf{VOV}_1) точки виртуальной фокусировки тем больше, чем ближе к глазу находится источник \mathbf{S} . В ещё большей степени это справедливо для линейного смещения \mathbf{VV}_1 точки виртуальной фокусировки, которое равно произведению углового смещения на радиус \mathbf{OV} – а этот радиус тоже больше при более близких источниках.

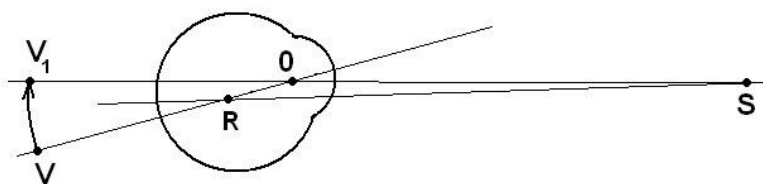


Рис.11. Построение для нахождения поперечного сдвига точки виртуальной фокусировки (эффект сильно преувеличен).

Линейное смещение точки виртуальной фокусировки удобно выразить в относительном исчислении – через отношение к линейному смещению этой точки при расположении источника на бесконечности. Удобство заключается в том, что результирующий безразмерный коэффициент зависит только от расстояния до источника, но не зависит от величины микро-поворота глаза. Зависимость этого безразмерного коэффициента от расстояния до точечного источника приведена на **Рис.12** для оптически однородного глаза.



Рис.12. Нормированное смещение точки виртуальной фокусировки.

Обнаруживается нечто замечательное: помимо того, что точки виртуальной фокусировки света от разно удалённых источников находятся за сетчаткой на разных от неё расстояниях, они ещё и по-разному смещаются при одних и тех же микро-поворотах глаза. Мы полагаем, что эта неодинаковость смещений и даёт возможность селективного формирования чётких визуальных образов либо ближних, либо дальних предметов.

Казалось бы, внесение принудительных подвижек у виртуальной трёхмерной картинке относительно сетчатки может лишь ухудшить чёткость формируемых визуальных образов. Но заметим, что эти подвижки вполне контролируемы: информация о командах, обеспечивающих микродвижения глаза, может быть доступна зрительному процессору – который может в реальном времени вносить поправки на подвижки с той или иной выбранной величиной. Те точки виртуальной фокусировки, чьи подвижки будут в точности компенсироваться вносимыми поправками, дадут стационарную виртуальную картинку – на её основе могут формироваться чёткие визуальные образы. Те же точки виртуальной фокусировки, чьи подвижки будут больше или меньше вносимых поправок, дадут

виртуальную картинку с нескомпенсированной болтанкой – на основе такой картинке будут формироваться размытые визуальные образы. Тогда, простой селекцией величины вносимых поправок, можно настраивать «фокус чёткости» на ближние или дальние предметы. В этом, на наш взгляд, и заключается секрет настройки чёткости, выполняемой без какой-либо перестройки фокусирующих способностей глаза.

Следует добавить, что динамическая настройка «фокуса чёткости», с использованием микродвижений глаз, обеспечивает ещё и подавление визуальных шумов. Действительно, при отсутствии микродвижений глаз, пути некоторых квантов света от нескольких разных точечных источников могли бы случайно сходиться так, чтобы давать ложные точки виртуальной фокусировки – которые порождали бы ложные визуальные образы точечных объектов. Благодаря же микродвижениям глаз, ложные точки виртуальной фокусировки «рассыпаются», и ложные визуальные образы точечных объектов, зашумляющие визуальную картину, не формируются.

Настройка чёткости при нормальном зрении.

По логике вышеизложенного, формируется чёткий визуальный образ предмета, если зрительный процессор учитывает такие поправки, которые в точности соответствуют подвижкам виртуального отображения предмета – из-за микродвижений глаз в точках фиксации. Если же учитываемыми поправками недостаточно или избыточно компенсируются подвижки виртуальной картинке, то визуальный образ оказывается размыт – и чем больше рассогласование подвижек и поправок, тем сильнее это размытие.

А чем обусловлены согласованность или несогласованность подвижек и поправок? Как отмечалось выше, ключевую роль при «настройке» на ближний или дальний предмет играет направленность внимания смотрящего на этот предмет. Можно допустить, что зрительный процессор, внося поправки на подвижки виртуальной картинке, использует такие величины этих поправок, которые зависят от дальности места направленности внимания. Тогда зрительный процессор должен иметь возможность обращаться к некоторой «прошивке», в которой задано функциональное соответствие между дальностью направленности внимания и величиной используемых поправок.

Следует иметь в виду, что размах микродвижений глаз может изменяться – например, в зависимости от эмоционального состояния смотрящего – а, чем больше размах микродвижений, тем больше и размахи подвижек виртуальных картинок, и, значит, тем больше должны быть компенсирующие их поправки. Поэтому, для каждой конкретной дальности до места направленности внимания, компенсирующая поправка в «прошивке» должна представлять собой не фиксированное значение, а поправочный коэффициент, на который умножаются производимые микродвижения. Фактически, на *Рис.12* приведена зависимость такого коэффициента от дальности направленности внимания – эта зависимость представляет собой идеальную настроечную кривую чёткого видения, прокалиброванную так, что, при направленности внимания на бесконечность, поправочный коэффициент равен единице. По логике нашей модели, если зрительный процессор использовал бы поправки на основе этой идеальной кривой, то любые предметы – как ближние, так и дальние – виделись бы чётко.

Но следует уточнить, что предметы виделись бы чётко при дополнительном условии – при совпадении дальности направленности внимания с реальной дальностью до предмета. А как обеспечить это совпадение? Глядя на предмет, мы не всегда верно оцениваем дальность до него – наш глазомер может ошибаться. В таких случаях, для получения чёткого визуального образа, нам пришлось бы двигать, туда-сюда по лучу зрения, точку направленности внимания, чтобы найти её «правильное» положение – а потом ещё и удерживать её в этом «правильном» положении! К счастью, мы избавлены от необходимости выполнять эти тонкие ответственные операции под контролем сознания. Мы можем весьма грубо оценить дальность до объекта при взгляде на него – а дальнейшую «тонкую настройку» выполнит зрительная автоматика. Она осуществит перебор величин поправок и,

при нормальном зрении, найдёт оптимум. Критерием того, что оптимум найден, является психическая релаксация смотрящего – от осознания того, что он видит чёткий образ.

О близорукости, дальнозоркости и астигматизме.

С большой долей правдоподобия можно допустить, что идеальная (или почти идеальная) настроечная кривая (*Рис.12*), обеспечивающая нормальное зрение, «прошивается» в младенческом возрасте – когда ребёнок, без психического напряжения, тянется ручками к окружающим предметам и ощупывает их. Но, впоследствии, нормальное зрение может быть расстроено. Причём, зрение не портится «само» - его портит сам смотрящий. Так, распространённой причиной прогрессирующей близорукости у учащихся является то, что, при просмотре на дальние учебные материалы – наглядные пособия, написанные на доске слова или формулы – смысл которых ученику непонятен, у ученика появляется психическое напряжение. Ученик может даже не осознавать это психическое напряжение – и, конечно, он не подозревает о разрушительном действии психического напряжения на зрение. А, для автоматике зрительного аппарата, наличие психического напряжения означает, что чёткий визуальный образ не сформирован, и автоматика пытается исправить ситуацию. Единственный способ для этого – изменение величины вносимых поправок на подвижки виртуальной картинки из-за микродвижений глаз. А поскольку, при просмотре на дальние предметы, компенсирующие поправки являются минимально возможными, то «исправить» их можно только в одну сторону: в сторону увеличения. Если психическое напряжение при рассмотрении дальних предметов повторяется из раза в раз и становится привычкой, то постепенно производится автоматическая «перепрошивка»: поправки при дальних направленностях внимания становятся больше, чем это требуется для точной компенсации подвижек виртуальной картинки. Вариант того, во что при этом превращается настроечная кривая, приведён на *Рис.13*. После таких «коррекций» идеальной настройки, зрительный аппарат, без специальных мер, не формирует чёткие визуальные образы дальних предметов: диапазон учитываемых поправок оказывается обрезан снизу, и, как ни старается зрительная автоматика, «правильные» величины поправок – недоступны.

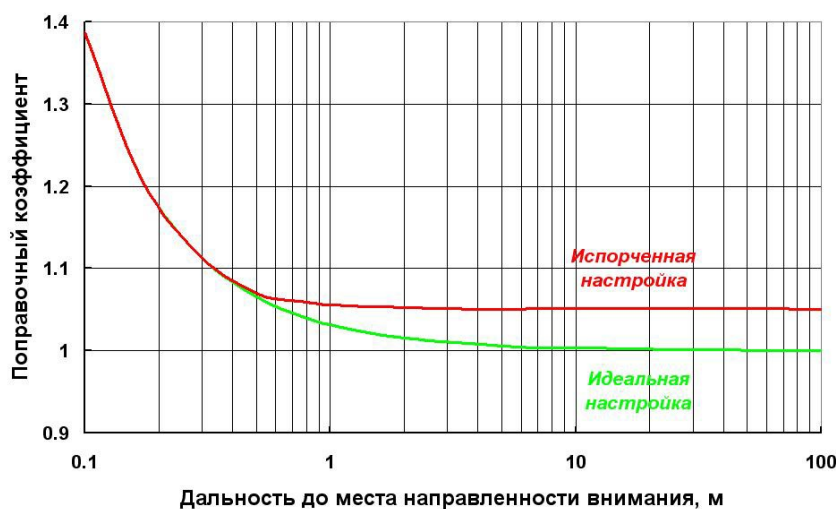


Рис.13. Вариант отклонений от идеальной настройки при близорукости.

Как поступает официальная офтальмология в такой ситуации? Она не устраняет причину близорукости, она снабжает глаза «оптическими костылями» - рассеивающими линзами. Этот приём улучшает чёткость видения дальних предметов только потому, что наличие перед глазом рассеивающей линзы увеличивает размах подвижек виртуальной картинке из-за микродвижений глаза, и эти увеличенные подвижки оказываются в лучшем соответствии с увеличенными поправками на них (см. *Рис.13*). Но если причина расстройства – психическое напряжение при зрении вдаль – не устраняется, то зрительная автоматика ещё

больше увеличивает эти поправки, и прежней рассеивающей силы «оптических костылей» оказывается уже недостаточно; близорукость прогрессирует.

Аналогично, дальность зрения, т.е. плохое видение ближних предметов, возникает не из-за «возрастного ослабления преломляющей способности глаз», а из-за систематического психического напряжения при рассмотрении на ближние предметы. Зрительная автоматика, пытаясь помочь смотрящему, припускает кривую поправок в области ближних направленностей внимания – вариант показан на **Рис.14**. Чтобы «исправить» результирующий дефект зрения, официальная офтальмология снабжает глаза собирающими линзами, которые уменьшают размах подвижек виртуальной картинки из-за микродвижений глаз, приводя эти подвижки в соответствие с уменьшенными поправками на них – причём, только для какой-то одной дальности, например, для дальности чтения книг. Причина дальности такими методами, опять же, не устраняется.

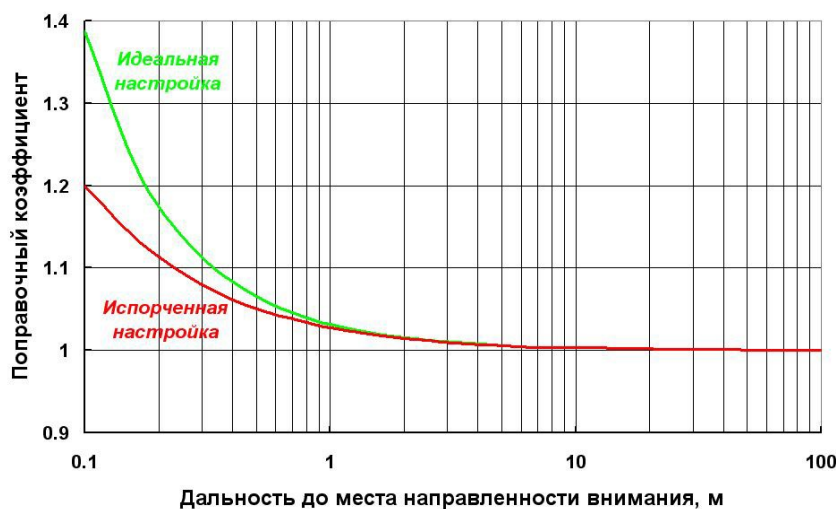


Рис.14. Вариант отклонений от идеальной настройки при дальности зрения.

Как следует из нашей модели, близорукость и дальность зрения независимы друг от друга – в частности, одним и тем же глазом можно плохо видеть и вдаль, и вблизи. Вопреки распространённому заблуждению, вытекающему из традиционных представлений, степень близорукости не обязана уменьшаться при появлении дальности зрения, или наоборот.

Можно ли, оперируя испорченными настройками зрения при близорукости или дальности зрения, перехитрить нашу зрительную автоматику – для рассматривания плохо видимых предметов, сознательно направлять внимание на другие дальности, где соответствующие поправки обеспечат чёткое видение? В случае близорукости (**Рис.13**), это не получится: поправки, необходимые для чёткого видения дальних предметов, в испорченной настройке отсутствуют при любой дальности направленности внимания. Для варианта же дальности зрения, показанного на **Рис.14**, названная хитрость возможна: поправки, необходимые для чёткого видения ближних предметов, в испорченной настройке присутствуют – на дальностях направленности внимания, несколько меньших тех, на которых предметы реально находятся. Например, если предмет находится на дальности 0.3 м (см. **Рис.14**), то «правильная» поправка, с коэффициентом 1.12, имеется в испорченной настройке на дальности 0.2 м. Владелец такой настройки, глядя в направлении на этот предмет (одним глазом, второй перекрыт – см. выше), и спокойно переведя внимание на требуемую укороченную дальность, увидит предмет чётко. Что мешает зрительной автоматике использовать такую возможность? Обычно мешает то, что, для ближних предметов, эффективно работает бинокулярный дальномер – через сведение зрительных осей правого и левого глаз на предмете – и дальность направленности внимания инстинктивно приравнивается к бинокулярной оценке дальности до предмета. Чтобы смотреть на ближний

предмет, сдвинув направленность внимания, требуется отключить бинокулярный дальномер, для чего и требуется смотреть одним глазом.

Следует добавить, что показанный на **Рис.14** вариант испорченной настроечной кривой при дальнозоркости – далеко не единственно возможный. Например, испорченная кривая, идя в сторону меньших дальностей и достигнув значения 1.1 на дальности 0.22 м, может для всех ещё меньших дальностей оставаться на том же уровне 1.1. В таком случае, вышеописанный трюк с переводом внимания на укороченную дальность – для предмета на дальности 0.3 м – не даст чёткого образа предмета.

Теперь обратим внимание на то, что, при совершении глазом микродвижений, необходимых для формирования чётких образов ближних и дальних предметов, две пары прямых мышц – обеспечивающие микро-повороты глаза вправо-влево и вверх-вниз – работают независимо друг от друга. Соответственно, для каждого глаза, каждая из двух компонент микродвижений – горизонтальная и вертикальная – должны независимо обрабатываться в зрительном процессоре, и, значит, для каждого глаза должны быть «прошиты» две независимые настроечные кривые. Независимость этих двух настроечных кривых – для горизонтальной и вертикальной компонент микродвижений одного и того же глаза – может проявляться, в частности, в их неодинаковых отклонениях от идеальной настроечной кривой. В результате, один и тот же глаз может, по двум компонентам своих микродвижений, демонстрировать две **разные** степени близорукости или дальнозоркости – или даже близорукость по одной компоненте и дальнозоркость по другой. Это и даёт то, что называется астигматизмом – в его многообразных формах. Астигматизм не корректируется сферическими линзами – поскольку здесь, для формирования чёткого образа, требуется скорректировать два **разных** дефекта по двум компонентам микродвижений глаза. Подчеркнём, что такой астигматизм, порождаемый неодинаковостью двух настроечных кривых для одного и того же глаза, имеет место даже при безупречной геометрической форме глаза – при его идеальной осевой симметрии.

Естественное излечение «аномалий рефракции».

Официальная офтальмология полагает, что близорукость, дальнозоркость и астигматизм являются следствиями патологий в физической части зрительного аппарата – причём, эти патологии считаются необратимыми и неизлечимыми. Мы же полагаем, что приобретённые близорукость, дальнозоркость и даже астигматизм обусловлены теми или иными некорректностями в работе зрительного процессора – находящегося не в теле, а в душе – причём, эти некорректности устранимы.

Практика с полной очевидностью показывает, что официальная офтальмология неправа: *«Каждый офтальмолог по опыту знает, что теория неизлечимости аномалий рефракции не соответствует действительности. Нередко такие нарушения зрения самопроизвольно излечиваются или же меняют свою форму»* [Б1]. Кроме того, убийственные для официальной доктрины факты известны на собственном опыте едва ли не каждому, кто имеет ту или иную «аномалию рефракции». Мы говорим о кратковременных проблесках чёткого видения, для объяснения которых ортодоксам следовало бы допустить, что «необратимые физические патологии» чудесным образом на время исчезают, а потом появляются вновь. Но эти проблески чёткого видения, как и самопроизвольные излечения «аномалий рефракции», отнюдь не выглядят чудом, если их причина находится не в физической части зрительного аппарата, а в его обрабатывающей части – в зрительном процессоре. Вот почему мы полагаем, что стратегия естественного излечения названных «аномалий рефракции» должна быть нацелена на восстановление корректной работы зрительного процессора.

Факт проблесков чёткого видения означает, что, даже при ухудшенном зрении, идеальная «прошивка» бывает временно доступна для зрительного процессора в нескорректированном виде. Тогда можно допустить, что «прошивка», к которой обращается зрительный процессор, состоит из двух частей: главной, содержащей идеальную настроечную кривую, и дополнительной, содержащей коррекции к идеальной кривой

(коррект-файл). В обычном режиме, задействована идеальная прошивка с приплюсованными коррекциями, но бывают ситуации – например, сразу после моргания – когда ухудшающие зрение коррекции временно игнорируются.

Приведём схему, которая иллюстрирует, на основе вышеизложенной модели, логику формирования чётких визуальных образов ближних и дальних предметов (для одного глаза, *Рис.15*). Глаз совершает микродвижения на основе команд с **Генераторов микродвижений** – для горизонтальной (X) и вертикальной (Y) компонент (для упрощения схемы, приводы глазодвигательных мышц и сами эти мышцы на схеме не показаны). Команды с **Генераторов микродвижений** не только служат для создания **Динамической виртуальной картинке** за сетчаткой, но и используются **Задатчиками поправок**, причём, селекция требуемых поправок выполняется через направленность внимания (**Фильтр внимания**) на основе «прошивок» настроечных кривых. Обработывая динамическую виртуальную картинку с учётом заданных поправок, **Формирователь образа** формирует результирующий визуальный образ.

Согласно этой логической схеме, в зрительном процессоре есть единственное место, в котором мы имеем возможность что-то изменять – это коррект-файлы прошивок настроечных кривых. Будучи ненулевыми, эти коррект-файлы дают ухудшенное зрение. Поэтому смысл естественного излечения приобретённой близорукости, дальнорукости и астигматизма – в обнулении этих коррект-файлов.

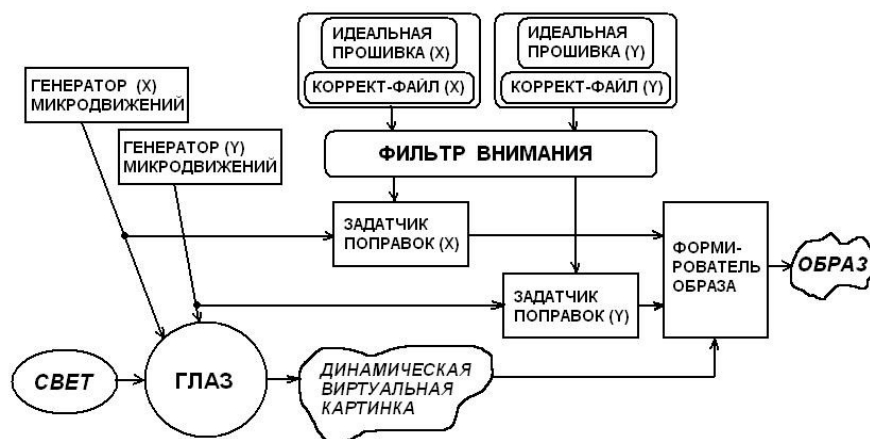


Рис.15. Логика формирования чётких образов ближних и дальних предметов.

Известно множество методик для улучшения зрения (среди феноменальных случаев, укажем на книгу [В1]). Но проблема в том, что те или иные упражнения оказываются результативными далеко не у всех, кто их усердно выполняет. Такое печальное положение дел имеет, на наш взгляд, простое объяснение: если причина ухудшения зрения находится не в теле, а в душе, т.е. не на физическом уровне реальности, а на программном, то, для устранения этой причины, недостаточно чисто физических приёмов, а требуется ещё и правильное программное воздействие – правильный мысленный настрой. Если такой настрой отсутствует, то от упражнений, даже выполняемых технически безупречно, зрение не улучшается. Смысл правильного настроя, как минимум – желание восстановления чёткого зрения (мы же помним и представляем, что такое «чёткое зрение»!) и спокойная уверенность в том, что это восстановление произойдёт. «Смотреть, чтобы увидеть лучше – но без усилий увидеть лучше!»

Для естественного восстановления нормального зрения срабатывает даже такой настрой – в самой общей формулировке. Надеемся, что детализация этого настроя – на основе вышеизложенных представлений – работает у кого-то более эффективно.

Заключительные замечания.

Как мы постарались показать, зрительному аппарату человека, для формирования трёхмерного отображения попадающих в зрительное поле предметов, не требуются чёткие

изображения дальних или ближних предметов на сетчатке. Настройка на чёткость для тех и других предметов осуществляется не через механическую перестройку оптической системы глаза, а благодаря тому, что микродвижения глаза в точках фиксации взгляда вызывают неодинаковые смещения виртуальных отображений дальних и ближних предметов – и зрительный процессор, варьируя величину ожидаемых смещений, перестраивает дальность, для которой формируются чёткие образы.

Работа по таким принципам возможна, если зрительный процессор обрабатывает не плоские изображения на сетчатке, а трёхмерную виртуальную картинку за сетчаткой. Чтобы формировать эту картинку, требуется детектировать не точки попадания квантов света на сетчатку, а прямолинейные пути этих квантов. Такая задача не решается, если верны традиционные представления о свете, как о летящих фотонах. Но, на наш взгляд, эти представления принципиально ошибочны [Г1]. И, согласно представлениям о свете на основе концепции «цифрового» физического мира [Г1], детектирование прямолинейных путей попадающих в глаз квантов света – вполне возможно.

Согласно вышеизложенной модели, приобретённые близорукость, дальновзоркость и астигматизм обусловлены не физическими «аномалиями рефракции глаз», а нарушениями нормальной работы зрительного процессора – и эти нарушения устранимы естественным образом. Такой подход более адекватен реалиям, чем подход «рефракционной офтальмологии», которая лишь предлагает страждущим «оптические костыли» или «даже такое варварство, как хирургические изменения кривизны роговицы» [Н1].

Автор благодарит М.В.Корбакова за полезное обсуждение и важные критические замечания.

Ссылки.

- Б1. Уильям Г. Бейтс. Улучшение зрения без очков по методу Бейтса. – Любое издание.
Б2. У.Г.Бейтс. Совершенное зрение без очков. – <https://med.wikireading.ru/42690>
Б3. О.Г.Бахтияров. Деконцентрация. "Ника-Центр", Киев, 2002. <https://bookland.com/download/8/83/83193/sample.pdf>
В1. В.Воля. Про-зрение. Или как я избавился от очков за 7 дней! «Эксмо», М., 2008.
ВЕБ1. <https://zreni.ru/2230-metody-opredeleniya-refrakcii.html>
ВЕБ2. <http://medbe.ru/materials/diagnostika-i-obsledovanie/opredelenie-klinicheskoy-refraktsii/>
ВЕБ3. <http://vashe-zrenie.ru/bolezni-glaz/kosoglazie/paraliticheskoe.html>
ВЕБ4. <http://spravi.ru/paralichi-i-parezy-glaznyh-myshc.html>
ВЕБ5. <http://zrenie.ru/stroenie-glaza/ganglioznyie-kletki-setchatki.html>
ВЕБ6. https://texts.news/fiziologiya-cheloveka_1558/retseptivnyie-polya-kletok-66491.html
Г1. А.А.Гришаев. Книга «Этот «цифровой» физический мир». М., 2010. – Доступна на <http://newfiz.info>
Г2. Видео «Эпизод Г. Дистанция прояснения голографического образа». – Доступно на <http://newfiz.info> в папке НАШИ ФИЛЬМЫ.
Ж1. <http://seeactive.by/methods/zhdanov-shichko-bates-1.html>
И1. Г.Иваницкий. Вернисаж инфракрасных портретов. "Наука и жизнь", №8, 2005. – Доступна на: <https://www.nkj.ru/archive/articles/1422/>
К1. Д.И.Кошелев. Движения взгляда при фиксации. Возможности практического использования. <https://cyberleninka.ru/article/n/dvizheniya-glaza-pri-fiksatsii-vozmozhnosti-prakticheskogo-ispolzovaniya>
Л1. Г.С.Ландсберг. Оптика. – Любое издание.
Н1. А.Николаевский. О приобретённой близорукости. – Доступна на <http://andmbe.chat.ru>
О1. М.А.Островский. Хрусталик как светофильтр. В: Фотобиологический парадокс зрения. С.150. <http://www.library.biophys.msu.ru/PDF/3353.pdf>
С1. Е.Е.Сомов. Клиническая анатомия органа зрения человека. - Любое издание.
С2. Е.Е.Сомов. Клиническая офтальмология. «МЕДпресс-информ», М., 2008.
Ф1. В.А.Филин. О механизме произвольных скачков глаз и их роли в зрительном процессе. В: Моторные компоненты зрения. «Наука», М., 1975. С. 69-101.
Я1. А.Л.Ярбус. Роль движений глаз в процессе зрения. «Наука», М., 1965.

Источник: <http://newfiz.info>

Поступило на сайт: 04 июня 2018.