

ЧТО ПО ЭТОМУ ПОВОДУ СКАЖЕТ ФИЗИК?

Мягких А. И., канд. техн. наук, генеральный директор ООО «Ост-Оптик», г. Владивосток

Признаться, я не люблю публичных обсуждений – предпочитаю прямое общение с авторами и неторопливое доброжелательное прояснение непонятных моментов. Вот и сейчас, просмотрев в 5–6 номерах «Глаз» за 2016 год объемные публикации «Традиционные и новые представления...» и «Взаимодействие физиологических механизмов...», поймал себя на желании немедленно связаться с авторами и уточнить некоторые моменты, основополагающие для понимания их (авторов) дальнейших рассуждений. Переписка с авторами привела не к выработке согласованной позиции по непонятым моментам, а к предложению организовать дискуссию на страницах журнала. Материалы будут размещены в рубрике «Полемика», что отчасти снижает требования к точности суждений и строгому научному стилю. Пусть так – тогда и себе позволю некоторые вольности. Мне как специалисту-физику, становится не по себе от некоторых утверждений, лишенных аргументации, но являющихся преамбулами к изложению «новых представлений».

Итак, с чем я (и, скорее всего, не только я!) никак не могу согласиться:

1. Утверждается, что при перекоррекции/недокоррекции на сетчатке глаза формируется прямое/обратное изображение соответственно (№ 5, стр. 22).
2. Утверждается, что «...роговица является по сути рассеивающей линзой» (№ 5, стр. 23; №6, стр. 20).
3. Наличие «физиологических сомнений» в понятии «фокус глаза» (№ 5, стр. 24).
4. «Поразительность» картины линейчатого спектра после призмы (№ 6, стр. 20).
5. Поиск ответа на вопрос: «Но где же происходит дисперсия?» (№ 6, стр. 21).

Первый пункт. Возьмем рисунок из первой упомянутой статьи («Глаз», № 5, стр. 22). На рисунке изображена, казалось бы, простая ситуация хода световых лучей в глазу при «недо- и перекоррекции». Точнее говоря, при миопии и гиперметропии. В подписи к рисунку – удивительное предположение, будто ориентация изображения на сетчатке в одном из этих случаев является прямой, а в другом – обратной. Аргументация отсутствует, поэтому могу только предположить, что чисто интуитивно «верхние» лучи считаются соответствующими верху изображения, а «нижние» – нижнему. И тогда действительно получается переверот... Что по этому поводу скажет физик?

Автор полемизирует с исходными утверждениями и выводами авторов новой теории аккомодации – И.Н. Кошица и его исследовательской группы. В частности, подвергается сомнению понимание формирования изображения на сетчатке и ход лучей в переднем отрезке глаза.

Ключевые слова: роговица, сетчатка, ретинальное изображение, ход лучей

Myagkih A.I. WHAT WILL THE PHYSICIST SAY ABOUT THIS?

The author enters into polemics with the initial statements and conclusions of the new accommodation theory (by I.N. Koshits and his research group). In particular, he calls in question the understanding of retinal image formation and path of rays in the anterior segment of the eye.

Key words: cornea, retina, retinal image, course of the beam.

Что такое предположение есть софизм и что вышеупомянутые линии являются виртуальным обозначением хода лучей от одной (!) бесконечно удаленной точки, находящейся на главной оптической оси. Например, когда человек смотрит на звезду. Нет никакого изображения, есть только точка и ее представление на сетчатке: размытое не в фокусе и четкое – в фокусе. Изображение же состоит как минимум из нескольких точек, не находящихся на оптической оси. И, если они так же далеки, то для каждой из них рисунок виртуальных лучей будет отличаться только некоторым наклоном к оптической оси. И эти другие линии, пройдя сквозь линзу, сфор-

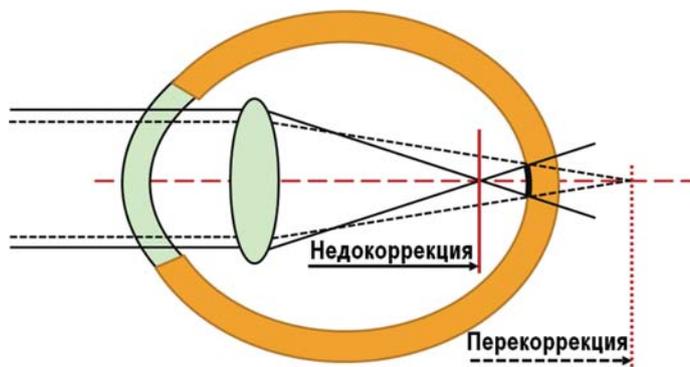


Рис. 1. Схема. Возможные крайние случаи расположения фокуса оптической системы глаза при высоких уровнях недокоррекции и перекоррекции формируют на сетчатке одинаковый размер изображения, но оно, соответственно, обратное или прямое («Глаз». – 2016. – № 5. – С. 22).

мируют уже другие точки, которые будут размещены с другой стороны оптической оси по отношению к исходным. То есть, вполне в соответствии с советским школьным курсом оптики, произошло построение изображения после собирающей линзы. Которое имеет обратную ориентацию по отношению к исходному – «вверх ногами». И теперь, мысленно двигая вдоль оптической оси плоскость, на которую проецируется изображение, легко можно понять, что ориентация его точек меняться не будет, а вот четкость будет ухудшаться тем сильнее, чем дальше находится изображение от фокальной плоскости. Не будем тратить место на хрестоматийные картинки построения изображений в собирающей линзе – просто порекомендуем неплохой «Справочник медицинского оптика» под ред В. Бахтина (СПб., 2016), где нужная схема показана на рис. 1.7 (стр. 16).

Однако критерием теории является практика! Чем можно подтвердить вышесказанное? Во-первых, вот самый простой опыт: лупа между окном и листом бумаги. На бумаге видно перевернутое изображение того, что за окном. Двигая лист ближе к лупе и дальше от нее, легко убеждаемся в том, что изображение размазывается, но сохраняет прежнюю, перевернутую ориентацию. Не убеждает? Странно!

Тогда, если на приеме у офтальмолога сделать коррекцию аметропичному глазу, увидит ли пациент перевернут изображение? Наверное, если бы увидел – упал бы со стула. Не падает, устойчивый попался? А если провести это на одном глазу? Мозг не сойдет с ума, пытаясь совместить прямое изображение с одного глаза и обратное с другого? Тоже никем не наблюдалось? Значит, нет никаких «переверотов» в зависимости от степени и вида аметропии, а также от подобранной оптической коррекции. И, следовательно, все выводы, основанные на предположениях о существовании таких метаморфоз, следует считать не стоящими даже ознакомления с ними.

Пункт второй. На чем основана убежденность авторов, что «...роговица является по сути рассеивающей линзой» (№ 5, стр. 23; №6, стр. 20)? Оказывается, на том, что ее поверхность в сагиттальном разрезе является вогнутым мениском (который в воздухе, безусловно, будет рассеивающей линзой). Что по этому поводу скажет физик? Физик скажет, что «вогнутый мениск» – это лишь форма, а содержанием является оптическая сила системы, образованной этим мениском. Передняя поверхность роговицы находится в воздухе, а задняя – в водянистой влаге передней камеры глаза. Физик напомнит, что коэффициент преломления в воздухе очень близок к 1, а коэффициенты преломления роговицы и внутриглазных сред, немного различаясь между собой, пре-

вышают значение 1,33. Не буду приводить вычислений (хотя они тоже занимательны), результатом которых является тот факт, что положительная оптическая сила передней поверхности роговицы просто на порядок превалирует над всеми остальными изменениями рефракции по пути к сетчатке. Заодно отметим, чтобы не возвращаться к этому вопросу: роговица представляет собой стратифицированную оболочку (некоторые исследователи говорят о 6 слоях). У слоев немного разные коэффициенты преломления, но разница совсем небольшая – сотые доли. Поэтому, если вдруг убрать с роговицы, скажем, слезную пленку, оптическая сила «оголенной» передней поверхности практически не изменится*. То же касается и вклада остальных слоев.

Пункт третий. Разберемся с оптикой переднего отдела глаза – это облегчит понимание дальнейшей судьбы светового пучка, прошедшего через зрачок. В частности, отдельного упоминания заслуживают рассуждения авторов о положении оптического фокуса внутри глаза. Вычисление фокусного расстояния внутри глаза путем деления 1 метра на суммарную оптическую силу системы линз вполне простигательно школьнику, который заучил определение для тонкой стеклянной линзы в воздухе. Что по этому поводу скажет физик? Он скажет, что, если рассматривать фокусное расстояние в среде (внутренность глаза), потребуются вычисленную «по-школьному» величину фокусного расстояния умножить на коэффициент преломления среды, то есть примерно на 1,34. Таким образом, фокусное расстояние для суммарной оптической силы в различных моделях глаза (кстати, ее вычисление – отдельная интересная тема!) в стекловидном теле вполне соизмеримо с ПЗО глаза. И уже исходя из этого становится очевидным, что ПЗО глаза действительно может быть как меньше фокусного расстояния для суммарной оптической силы глаза (гиперметропия), так и больше (миопия). Собственно, это и есть определение клинической рефракции.

Пункт четвертый. Теперь о «поразительном явлении» линейчатого спектра после призмы на стене. Что по этому поводу скажет физик? Он скажет, что картинка не может быть иной, поскольку простая треугольная призма образована плоскостями! Выход света из плоскости под углом, определяемым законом преломления, даст четкую границу между цветами спектра, перпендикулярную направлению острого угла призмы. Стоит призма углом вверх – полосы будут горизонтальными, положим призму на бок – станут вертикальными. Это, кстати, одновременно опровергает дивное предположение о влия-

* **От редакции:** эти утверждения автора не соответствуют западным научным данным. Подробнее см. в статье И.Н. Кошица и соавторов в этом же номере журнала (рубрика «Физиология зрения», с. 36–37).

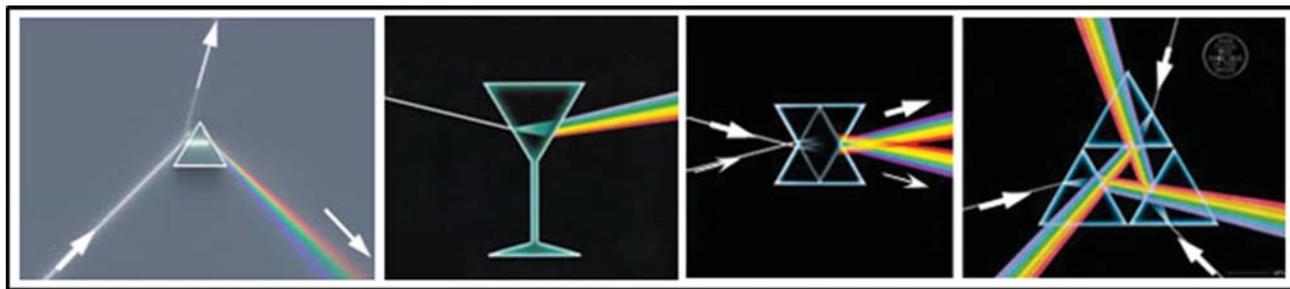


Рис. 4. Разложение белого света на спектр внутри призмы отсутствует. Есть только «конус расширения» белого луча света от точки его входа в прозрачную призму или шар до выходного белого овала или круга на поверхности выхода («Глаз». – 2016. – № 6. – С. 21).

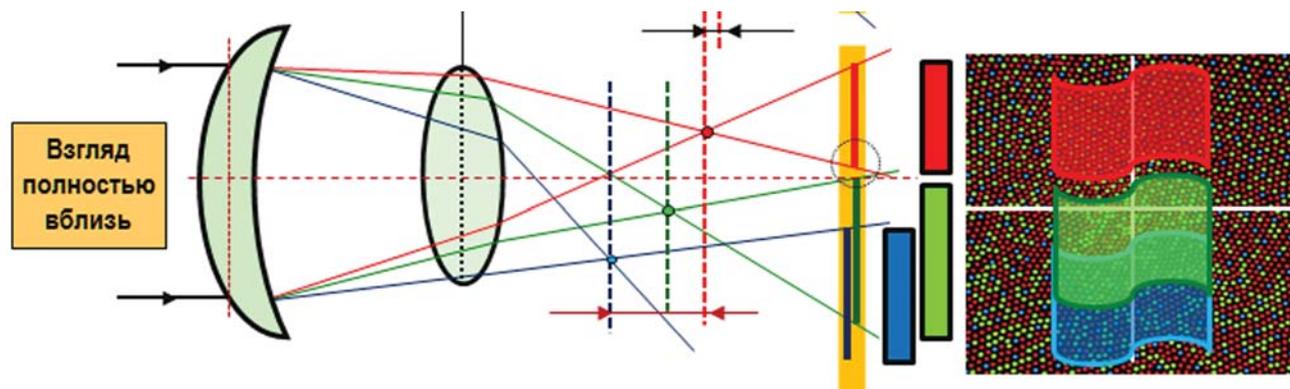


Рис. 11. Схема отстояния, контакта или перекрытия полей возбуждения в макуле при разных фазах аккомодации («Глаз». – 2016. – № 5. – С. 33).

нии гравитации на формирование выходного спектра. А что в глазу? А в глазу, как уже отмечалось, имеется система линз с общим сильным собирающим эффектом. Такую систему можно упрощенно представить совокупностью множества микропризм с изменяющейся ориентацией оснований – по кругу, в соответствии с осевой симметрией. И становится очевидным, что спектр будет представляться цветными кольцами с центром по зрительной оси.

Пункт пятый. Очередной вопрос, поднятый в обсуждаемых публикациях: «Но где же происходит дисперсия?» В № 6 журнала «Глаз» на стр. 21 приведены картинки, на которых якобы нет разложения внутри призмы.

Что по этому поводу скажет физик? Он скажет, что дисперсия света, по самому определению, – это зависимость фазовых скоростей света **в среде** от длины волны. В среде! То есть там и происходит! Следим за логикой: после попадания внутрь призмы авторы видят «конус расширения»? Да! Чем он вызван? Тем, что лучи преломляются под разными углами! Почему? Потому что у них разная скорость в среде! А почему? А потому что у них разная длина волны! Что же из этого следует? То, что у них разный цвет! И к выходной поверхности подходят уже разделенные лучи. И их угол расхождения еще увеличивается при выходе. Так говорил Заратустра... простите – Ньютон!

И последнее: картинки «полей возбуждения» (№ 5, стр. 33, рис. 11) попросту ошибочны – хотя бы по той причине, что на них перепутаны цвета разложения.

Вглядитесь: вверху, от края линзы вниз – красный, зеленый, синий. Правильно! Линза симметрична, значит, надо ожидать, что внизу должен быть тот же порядок, если идти снизу вверх. Ан нет: там уже синий, зеленый, красный! Причем синий меньше преломляется, чем красный... Вот и получаем «пляску святого Витта» при попытке изобразить точки фокусов.

Кроме того, как уже отмечалось, параллельные линии входных «лучей» означают, что глаз смотрит на удаленную точку. Точку! Одну! И в случае хроматической аберрации точки цветовых фокусов просто обязаны располагаться на одной прямой, проходящей через центр линзы и реальную наблюдаемую точку. Ну и, разумеется, при расфокусировке никакие это будут не полосы, а вполне себе круги. Причем соосные.

Выводы

Таким образом, по моему скромному мнению, авторы построили огромное здание на очень зыбком фундаменте – точнее, вообще без него. Можно, конечно, еще поупражняться в доводах, но «приемная комиссия» однозначно не подпишет акт приемки такого дома.