

Шимановский Александр Филиппович

О скиаскопии

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 82-3
ББК 84
А46

А46 **Александр Филиппович Ш.**
О скиаскопии / Шимановский Александр Филиппович – М.: Книга по Требованию, 2023. –
152 с.

ISBN 978-5-521-31168-2

ISBN 978-5-521-31168-2

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2023
© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2023

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг — не самое лучшее решение для восстановления текста в его первоизданном виде, однако, наша цель — вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания — решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.

„L'oculiste praticien a déjà une telle quantité d'instruments et d'appareils indispensables qu'il a vraiment et a juste titre en horreur tout procédé, qui exige une augmentation de son arsenal, même alors que ce procédé donne des résultats un peu plus exacts“. Zieminski — Recueil d'Ophthalmol. 1887).

„Въ офталмологіи важна школа. Она приучаетъ врача къ точности діагноза, внимательности и акуратности въ обращеніи съ больнымъ органомъ“.
(Ходинь).

Послѣ многихъ работъ, особенно послѣдняго времени (*Bitzos*¹⁾ *Bardelli*²⁾ и пр.), вопросъ о скиаскопіи, какъ объективномъ способѣ изслѣдованія рефракціи глаза, уже на столько выяснился, что, казалось бы, излишне поднимать снова вопросъ о ней, тѣмъ болѣе, что этотъ методъ изслѣдованія уже вошелъ въ новѣйшіе учебники офталмологіи. Два обстоятельства побуждаютъ меня однако также высказаться по поводу скиаскопіи. Первое—это нѣкоторая своеобразность, съ какою я производилъ и примѣнялъ свіаскопію въ глазной клиникѣ Университета св. Владиміра, а второе—отсутствіе въ извѣстной мнѣ литературѣ крупныхъ цифровыхъ данныхъ, которыя бы могли служить нѣмыми, но непоколебимыми свидѣтелями той или иной степени пригодности скиаскопіи въ практикѣ, какъ объективнаго способа изслѣдованія преломляемости глаза. Говоря объ отсутствіи цифровыхъ данныхъ, я умышленно

¹⁾ La skiaskopie. Paris, 1892.

²⁾ Annali di Ottalmologia, Ann. XXII (1893), fasc. 2—3.

здѣсь пропускаю работу *Полякова*¹⁾; послѣдній, хотя представилъ 350 измѣреній рефракціи глазъ у 183 лицъ, но свое скіаскопическое изслѣдованіе производилъ, настолько уклоняясь отъ обычныхъ расчетовъ (поправка на разстояніе, исправленіе собственной аметропіи и пр.), что его даннымъ, собственно говоря, слѣдуетъ считать внѣ сравненія. Впрочемъ если даже принять во вниманіе цифры *Полякова*, то онъ окажется единственный изслѣдователь, который далъ сколько-нибудь значительную цифру скіаскопическихъ опредѣленій. Послѣ него можно указать еще на *Fick'a*²⁾, который даетъ 119 скіаскопическихъ изслѣдованій, а также на *A. Morton* и *J. Barrett'a*³⁾, которые приводятъ до 30 случаевъ изслѣдованія скіаскопіею (при различныхъ рефлекторахъ и различномъ положеніи глаза). Другіе авторы либо глухо указываютъ степень ошибки скіаскопическаго изслѣдованія по сравненію съ данными субъективнаго опредѣленія рефракціи, либо же говорятъ только объ единичныхъ примѣрахъ. Такимъ образомъ очевидно, что для оцѣнки скіаскопіи, какъ практическаго способа изслѣдованія рефракціи глаза, недостаетъ цифръ, которыя могли бы такъ или иначе рѣшить вопросъ о практической пригодности скіаскопіи. Въ виду вышесказаннаго, я, согласно предложенію проф. *А. В. Ходина*, старался по возможности пополнить этотъ пробѣлъ, а вмѣстѣ съ тѣмъ по возможности выработать наиболѣе удобный пріемъ самаго способа изслѣдованія и выяснитъ теоретическія основанія его, которыя и до настоящаго времени остаются еще не вполне установленными. Свои скіаскопическія изслѣдованія я началъ съ конца 1891 г., далеко еще незнакомый ни съ литературой вопроса, ни съ теоріями его, на что я указываю потому, что тѣ явленія и выводы, къ которымъ я пришелъ, никоимъ образомъ не могутъ быть приписаны какой-либо предвзятой мысли.

1) Опредѣленіе рефракціи глазъ „прямымъ освѣщеніемъ“ (скіаскопіей) доктора *Cuignet*, Спб., Диссерт. 1893 г.

2) *Die Bestimmung des Brechzustandes eines Auge durch Schattenprobe*. 1891. 42—57 стр.

3) *British med. Journal*, 1886 (реф. въ *Ophth. Review* 1886, 82).

Производство скіаскопическаго изслѣдованія.

Прежде чѣмъ говорить о скіаскопическихъ явленіяхъ при различной рефракціи глаза, я считаю нужнымъ сказать нѣсколько словъ о самомъ производствѣ этого способа изслѣдованія, какъ оно практиковалось мною, такъ какъ оно было нѣсколько отлично отъ обычнаго.

Что касается прежде всего *разстоянія* отъ изслѣдуемаго глаза, на которомъ я дѣлалъ свои наблюденія, то на основаніи своего опыта я пришелъ къ заключенію, что самымъ удобнымъ слѣдуетъ считать разстояніе не менѣе какъ въ 60—65“, такъ какъ при этомъ разстояніи скіаскопическія явленія въ глазахъ различныхъ типовъ рефракцій бываютъ рѣзко отличны другъ отъ друга, и опредѣленіе ихъ достигается наиболѣе просто. Большинство авторовъ, примѣнявшихъ скіаскопію, совѣтуютъ брать разстояніе въ 1 или 1 $\frac{1}{4}$ метра; только нѣкоторые изъ нихъ берутъ меньшее (напр. *Overweg* ¹⁾) и *Forbes* ²⁾ берутъ разстояніе въ 0,5 метра) или большее разстояніе (напр. *Story* ³⁾) при примѣненіи плоскаго зеркала считаетъ удобнѣе скіаскопировать съ разстоянія въ 4,5 метра).

Для измѣренія разстоянія между мной и изслѣдуемымъ служила мнѣ размѣренная на англійскіе дюймы линейка, прикрѣпленная къ одной изъ стѣнокъ камеры для офтальмоскопированія, начиная отъ мѣста сидѣнія больнаго. Эта камера помѣщалась въ пріемной комнатѣ глазной клиники, имѣла при сторонѣ, при которой велось изслѣдованіе, 6 слишкомъ футовъ длины, и дверью, расположенною противъ сидѣнья больнаго, сообщалась съ пріемной комнатою, длина которой была свыше 20 футовъ. Такимъ образомъ изслѣдуемый въ темной комнатѣ, при открытой ея двери, могъ смотрѣть на противоположную стѣну, находящуюся отъ него на разстояніи, большемъ 20 футовъ ⁴⁾).

¹⁾ Deutsche militärärztz. Zeitschr. 1889, 157.

²⁾ The Lond. Ophth. Hospit. Reports, 1882 p. 64.

³⁾ The Ophthalmic Review, 1883, 231.

⁴⁾ Чтобы заставить больнаго смотрѣть вдаль въ малыхъ помѣщеніяхъ, *Bitzos* и *Bardelli* (l. c.) совѣтуютъ вѣшать плоское зеркало передъ изслѣдуемымъ на противоположной стѣнѣ, въ которомъ от-

Хотя при всякомъ способѣ изслѣдованія рефракціи глаза нужно опредѣлять ее въ направленіи зрительной оси, но однако добиться такого положенія больного, чтобы наблюдатель могъ разсматривать глазъ въ направленіи его зрительной линіи, не такъ просто, какъ кажется на первый взглядъ; если изслѣдуемый глазъ не атрофизированъ, то суженіе зрачка и невольная аккомодация всегда мѣшали бы изслѣдованію. Большинство авторовъ, занимавшихся скіаскопией, совѣтуетъ изслѣдовать глазъ какъ при офтальмоскопированіи глазнаго дна, т. е. послѣ поворота его въ сторону одноименнаго уха изслѣдователя, заставляя его смотрѣть имъ вдаль мимо этого уха. *Bitz* ¹⁾ такъ даже точно опредѣляетъ степень поворота въ 15° , заявляя, что большіе повороты глаза вызываютъ явленія искусственной миопіи. Другіе авторы, напр. *Chibret* ²⁾, *Van-der-Bergh* ³⁾ и *Chouet* ⁴⁾, просто совѣтуютъ изслѣдовать глазъ возможно ближе къ зрительной оси его. Проф. *Ходинъ* ⁵⁾, съ цѣлью изслѣдованія глаза возможно ближе къ направленію зрительной линіи его, совѣтуетъ заставлять изслѣдуемаго смотрѣть другимъ глазомъ въ направленіи одноименнаго уха изслѣдователя, а въ случаѣ М даже прямо въ отверстіе рефлектора. Подобное предложеніе было сдѣлано потомъ и *Кацемъ* ⁶⁾. Наконецъ, нѣкоторые авторы, напр. *Morton* ⁷⁾, совѣтуютъ при скіаскопированіи каждаго глаза заставлять его смотрѣть въ отверстіе рефлектора.

Въ виду того, что при поворотѣ глаза внутрь, какъ это дѣлается при изслѣдованіи глазнаго дна, скіаскопированіе производится на мѣстѣ *papilla u. optici*, такое изслѣ-

ражается какой-нибудь предметъ со стѣны, гдѣ сидитъ пациентъ, такимъ образомъ разстояніе, къ которому приспособляетъ свой глазъ больной, становится удвоенной длиной камеры, гдѣ происходитъ изслѣдованіе.

¹⁾ l. c. p. 12

²⁾ Festschrift zur Feier von *Herm von Helmholtz*. 1891.

³⁾ Annal. d' Oculist., 1892, I, 465.

⁴⁾ Recueil d' Ophtalm. 1886.

⁵⁾ Практическая Офтальмологія, 1893, стр. 290.

⁶⁾ „Врачъ“ № 29, 1894.

⁷⁾ Refraction of the eye, 5 ed., London, 1894, p. 33.

дованіе рефракціи можетъ оказаться невѣрнымъ; если сосокъ слегка выдается надъ уровнемъ глазнаго дна, то рефракція окажется нѣсколько меньшею, а если противъ наблюдателя будетъ находиться экскавація соска, то рефракція можетъ быть болѣе сильной, чѣмъ на мѣстѣ желтаго пятна. Хотя нѣкоторые авторы, напр. *Guaita*¹⁾ и другіе, считаютъ болѣе удобнымъ скіаскопировать при поворотѣ глаза внутрь (такъ какъ при этомъ не бываетъ суженія зрачка и въ области его получается бѣловатый рефлексъ, разница же въ рефракціи, если и есть, то она ничтожная), но все таки скіаскопированіе глаза при поворотѣ его внутрь невыгодно; еще *Cuignet*²⁾ не совѣтовалъ изслѣдовать глазъ въ направленіи соска, такъ какъ часто „углубленіе соска отражаетъ въ зрачокъ тѣни и блескъ неправильнаго и ошибочнаго вида“. Я поэтому рѣшилъ изслѣдовать глаза такъ: каждый глазъ больного изслѣдовать разноименнымъ глазомъ, предлагая больному смотрѣть вдаль на противоположащую на 25 ф. стѣну мимо верхушки того уха изслѣдователя, которое находится на сторонѣ скіаскопирующаго глаза, напр. лѣвый глазъ больного, смотрящій вдаль мимо праваго уха изслѣдователя, скіаскопируется правымъ же глазомъ врача; слѣд. при такомъ положеніи глаза я опредѣлялъ рефракцію немного кнаружи отъ желтаго пятна. Къ сожалѣнію, въ силу неудобствъ нашей камеры, гдѣ въ указанномъ положеніи больного свѣтъ могъ быть расположенъ только съ лѣвой стороны его, приходилось и правый глазъ больного изслѣдовать правымъ же своимъ глазомъ, при чемъ взглядъ больного все-таки направляется мимо верхушки лѣваго уха изслѣдователя. Поворотъ изслѣдуемаго глаза снаружи въ второмъ случаѣ былъ уже болѣе выраженъ.

Величину поворота глаза при такомъ изслѣдованіи можно вычислить тригонометрически изъ треугольника, который образуется зрительной линіей изслѣдователя, направленной на узловую точку изслѣдуемаго глаза, зрительной линіей изслѣдуемаго и пересѣкающимъ обѣ эти линіи перпендикуляромъ къ зрительной линіи изслѣдователя, проведеннымъ въ плоскости зрачка послѣдняго.

1) *Annali di Ottalmologia*. XXII, fasc. 2—3.

2) *Recueil d' Ophtalmol.* 1886. 719.

При разстояніи зрачковъ (пренебрегая разстояніемъ узловой точки изслѣдуемаго глаза отъ центра зрачка) d и ширины разстоянія между центромъ изслѣдуемаго глаза и ухомъ a , будемъ имѣть, что tg угла поворота (α_1) $= a/d$, т. е. уголъ поворота возрастаетъ съ величиной разстоянія глаза отъ уха и съ уменьшеніемъ разстоянія, съ котораго изслѣдуется глазъ. Если $a = 2''$ (напр. разстояніе моего праваго зрачка отъ праваго уха), $a = 60''$, то $\alpha_1 = 1^{\circ}43'$. Если $a = 4''$ (разстояніе моего праваго зрачка отъ лѣваго уха), то на томъ-же разстояніи $\alpha_1 = 3^{\circ}26'$. При тѣхъ-же величинахъ a , но при $d = 10''$, $\alpha_1 = 11^{\circ}18,5'$ и $21^{\circ}48'$.

Сначала я считалъ болѣе правильнымъ изслѣдовать, согласно предложенію проф. *Ходина*, при томъ положеніи изслѣдуемаго глаза, когда другой, свободный глазъ, смотритъ вдаль мимо одноимяннаго уха изслѣдователя, т. е. почти по направленію зрительной линіи, но дальнѣйшія наблюденія убѣдили меня, что опредѣленіе рефракціи по моему способу выходило нѣсколько точнѣе, иначе говоря, повидимому, рефракція глаза, опредѣляемая въ направленіи части глазнаго дна, лежащей немного кнаружи отъ *fovea centralis*, ближе къ истинѣ, чѣмъ на мѣстахъ между *macula lutea* и соскомъ.

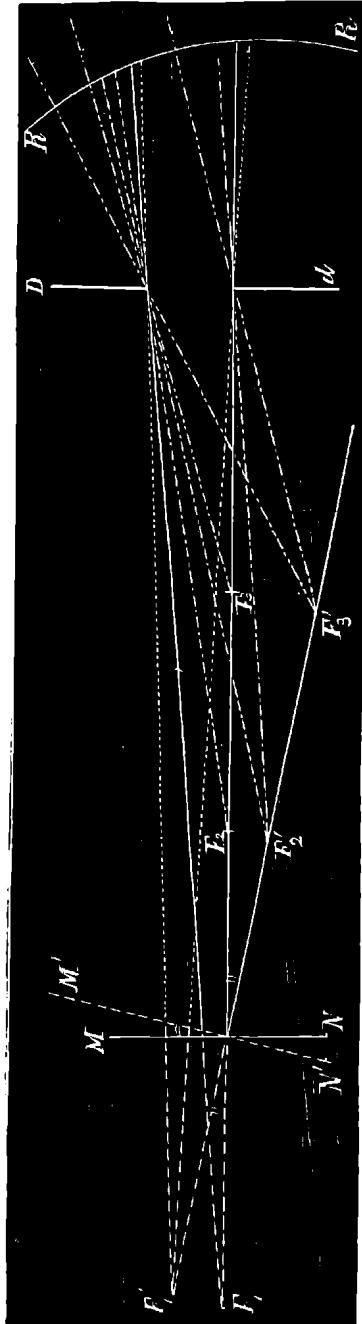
Что касается *рефлектора*, примѣнявшагося мною для скіаскопированія, то въ началѣ своихъ занятій я употреблялъ вогнутый рефлекторъ съ фокуснымъ разстояніемъ въ $7''$, но въ виду трудности, съ какою приходилось наводить рефлексъ на изслѣдуемый глазъ съ разстоянія $60''$ или болѣе, и затѣмъ, въ виду значительной слабости освѣщенія глаза сильно разбрасывающимъ свои лучи фокусомъ зеркала, пришлось скоро оставить вогнутый рефлекторъ и перейти къ плоскому. Многіе авторы также предпочитаютъ плоское зеркало (*Fick, Chouet, Chibret, Zieminski*¹⁾ *Story*²⁾ и др.). Иные, какъ проф. *Ходинъ* (l. c.), *Morton, Charnley*³⁾ и пр., повидимому, безразлично относятся къ употребленію того или другаго рода зеркала. Въ защиту преимуществъ плоскаго зеркала надъ вогнутымъ я приведу здѣсь, помимо того, что только при такомъ зеркалѣ возможно освѣщеніе глаза съ далекаго разстоянія, еще слѣдующіе доводы, о

1) *Recueil d' Ophtalm.* 1887, p. 278.

2) *The Ophthalmic Review*, 1883;

3) *The Lond. Ophth. Hospit. Reports* 1882, p. 344.

которыхъ между прочимъ говоритъ и *Chouet* (l. c.): 1) при плоскомъ рефлексорѣ передвиженіе скіаскопическихъ тѣней



происходитъ менѣе рѣзко и на меньшемъ пространствѣ, вслѣдствіе меньшихъ перемѣщеній источника свѣта, пра-

вильнѣе сказать, уголъ, подъ которымъ падаютъ лучи въ зрачекъ изслѣдуемаго глаза, меньше при плоскомъ, чѣмъ при вогнутомъ рефлекторѣ, при послѣднемъ свѣтовое пятно его на сѣтчаткѣ изслѣдуемаго глаза тѣмъ быстрѣе мѣняется свое мѣсто, чѣмъ ближе къ зрачку лежитъ фокусъ зеркала (см. Рис. 1); 2) отраженіе свѣта отъ плоскаго зеркала болѣе нѣжно, чѣмъ отъ вогнутаго, такъ какъ источникъ свѣта въ немъ—фокусъ зеркала—лежитъ позади него, а значитъ и дальше отъ изслѣдуемаго глаза, чѣмъ въ вогнутомъ, гдѣ фокусъ лежитъ впереди рефлектора,; 3) въ силу этого зрачекъ получаетъ меньше побужденій къ сокращенію, а равно и рѣсничная мышца также не возбуждается. Я добавлю еще 4-ое обстоятельство, которое также говоритъ въ пользу плоскаго зеркала: при вогнутомъ почти всегда наблюдаются въ изслѣдуемомъ глазу тѣни еще тамъ, гдѣ плоскій рефлекторъ ихъ уже не даетъ; это явленіе зависитъ, я думаю, отъ большихъ круговъ свѣторазсѣянія, въ какихъ представляется свѣтовое пятно отъ изображенія пламени, образуемаго вогнутымъ зеркаломъ,—изображенія, которое сильно разбрасываетъ свои лучи въ стороны, во всякомъ случаѣ больше, чѣмъ изображеніе пламени въ плоскомъ зеркалѣ.

Нашъ клиническій плоскій рефлекторъ, его зеркальная поверхность, имѣетъ въ поперечникѣ 47 мм., а его сквозное отверстіе по срединѣ 3 мм. Впрочемъ я пользовался также зеркаломъ и нѣскольکو меньшихъ размѣровъ и нахожу, что это второе было удобнѣе, такъ какъ лучше ложилось своимъ центромъ противъ зрачка и краемъ у спинки носа, а болѣе удобное лежаніе зеркала у глаза даетъ изслѣдователю возможность легче и, такъ сказать, изыщнѣе производить имъ разнаго рода повороты.

Источникомъ свѣта мнѣ служила обыкновенная керосиновая лампа въ 14"; фитиль ея плоскій и пламя занимало площадь примѣрно въ 12-16 кв. сант. Благодаря обычному приспособленію, пламя лампы всегда можно было устанавливать примѣрно на уровнѣ глаза изслѣдуемаго, что впрочемъ не особенно, кажется, важно. Чѣмъ ближе источникъ свѣта къ глазамъ больного и къ ихъ уровню, тѣмъ легче изслѣдователю отражать свѣтъ по направленію къ изслѣдуемому глазу. Тѣ

скіаскопическія изслѣдованія, которыя я привожу здѣсь на таблицахъ, получены, когда лице больного отдѣлялось экраномъ отъ лампы. Это большое удобство располагать при скіаскопії подобнымъ экраномъ.

Самъ я обыкновенно не сажусь передъ больнымъ, а изслѣдую стоя, слегка сгибаясь такъ, чтобы мои глаза были примѣрно на одной горизонтальной съ изслѣдуемымъ глазомъ. Только при изслѣдованіи дѣтей приходилось иногда садиться, что легко однако можно было замѣнить постановкой маленькаго пациента ногами на стулъ.

Атропина или другихъ какихъ-либо расширяющихъ зрачекъ средствъ, кромѣ особенныхъ случаевъ, я не примѣнялъ. Напротивъ излишнюю широту изслѣдуемаго зрачка, свыше 4 мм., считаю неудобнымъ моментомъ для скіаскопії. Неудобство это заключается въ слишкомъ яркомъ освѣщеніи изслѣдуемаго глазнаго дна и въ болѣе оттого неясности тѣней, что дѣлаетъ скіаскопическія наблюденія болѣе трудными.

Приготовившись такимъ образомъ, я освѣщаю глазъ больного и наблюдаю блескъ и тѣни въ зрачкѣ. Колебанія зеркаломъ, которыя я совершаю вокругъ различныхъ осей, совпадающихъ съ тѣмъ или инымъ поперечникомъ зеркала, я не считаю нужнымъ дѣлать большими, ихъ величину однако приходится измѣнять сообразно съ разстояніемъ, на которомъ изслѣдуется больной. Не касаясь здѣсь подробно теоріи скіаскопическихъ явленій, я скажу только, что, каковы бы она ни была, всякій согласится съ тѣмъ, что, сдвигая свѣтовой рефлексъ съ изслѣдуемаго зрачка, мы уменьшаемъ количество свѣта, падающаго внутрь изслѣдуемаго глаза, и тѣмъ притемняемъ въ немъ свѣтовые явленія, какова бы они сами ни были при данной силѣ освѣщенія, или, говоря иначе, если при извѣстной силѣ свѣта мы имѣемъ скіаскопическія явленія извѣстнаго напряженія, то при болѣе слабомъ освѣщеніи всѣ явленія тускнѣютъ, и тѣнь можетъ наблюдаться тамъ, гдѣ ея нѣтъ. Вотъ почему я стою на сторонѣ незначительныхъ колебаній зеркаломъ и говорю, что при освѣщеніи глаза издали нужно дѣлать возможно малыя колебанія имъ, вблизи же глаза, при значительной яркости свѣтовыхъ явленій, приходится увели-

чивать эти колебанія для полученія тѣхъ же замѣтныхъ тѣневыхъ явленій. Въ самомъ дѣлѣ, если освѣщать какую-либо площадь черезъ любое отверстіе, то величина освѣщаемого мѣста будетъ возрастать по мѣрѣ увеличенія угла, который образуютъ лучи, идущіе отъ источника свѣта (для простоты, положимъ, свѣтящейся точки) къ крайнимъ точкамъ поперечника отверстія, а этотъ уголъ возрастаетъ по мѣрѣ приближенія источника свѣта къ отверстію, пропускающему свѣтъ. Такимъ образомъ при скіаскопіи, по мѣрѣ приближенія къ изслѣдуемому глазу, помимо возрастанія силы свѣта обратно пропорціонально квадратамъ разстояній, еще и возрастаетъ поле освѣщенія.

Что касается точной величины поворотовъ зеркаломъ, которая, въ силу вышесказаннаго о необходимости незначительныхъ колебаній его, въ моихъ глазахъ имѣетъ значеніе, то она можетъ быть измѣрена теоретически на основаніи построеній, представленныхъ на рис. 2.

Если взять общій случай, когда плоское зеркало посылаетъ въ глазъ расходящіеся лучи, то вычисленіе поворотовъ зеркаломъ, при которыхъ еще возможно освѣщеніе глаза, приводитъ къ слѣдующему. Пусть будетъ Z источникъ свѣта, находящійся, положимъ, на одномъ уровнѣ съ плоскостью изслѣдуемаго зрачка PP^1 . Пусть M^1Z и ZN^2 будутъ самыми крайними лучами, которые еще попадаютъ въ глазъ изъ крайнихъ точекъ плоскаго зеркала MN при максимумъ его поворотахъ въ ту или другую сторону отъ оптической оси CC^1 ; направленія этихъ лучей, по отраженіи ихъ отъ зеркала, будутъ, очевидно, $Z^2M^1P^1$ и Z^1N^2P , что мы находимъ, если, по закону плоскихъ зеркалъ, на ZZ^2 и ZZ^1 , перпендикулярахъ къ M^1N^1 и M^2N^2 , продолженныхъ по ту сторону зеркала, отложимъ разстоянія, равныя отстояніямъ свѣтящейся точки Z отъ положеній M^1N^1 и M^2N^2 , какое приписываетъ зеркало при крайнихъ поворотахъ. Очевидно, что лучи Z^1N^2P и $Z^2M^1P^1$ будутъ послѣдними лучами, которые еще могутъ попасть въ глазъ черезъ крайнія точки поперечника зрачка, такъ какъ суть отраженные лучи падающихъ лучей M^1Z и N^2Z , которые, согласно предположенію, могутъ попасть въ глазъ. Уголъ M^1KC есть уголъ, который намъ показываетъ, насколько мы можемъ наклонить зеркало отъ его перпендикулярнаго къ оптической оси положенія MN для того, чтобы въ глазъ попалъ послѣдній отраженный зеркаломъ лучъ ($\angle M^1KC = \angle M^1P^1S$, если PS параллельна CE^1). Какъ и изъ рисунка видно, мы можемъ безъ большой погрѣшности принять точку S^1 , гдѣ лучъ Z^2P^1 пересекаетъ продолженіе зеркала MN , совпадающей съ M . Тогда величина $\angle M^1P^1S$ опредѣлится по его tg . Называя $MP^1S = \angle \alpha$, получ. $tg \alpha = \frac{MS}{SP} = \left(\frac{D}{2} + \frac{p}{2} \right) : q = \frac{D+p}{2q}$, если D есть