

Л.А. Пушной

ОБ ИНФОРМАТИВНОСТИ И ОГРАНИЧЕНИЯХ КРИТЕРИЯ ШТРЕЛЯ

Исследована чувствительность критерия Штреля SC к величине, типу и пространственной частоте эффектов оптики. Показано, что при среднеквадратической величине аберраций волнового фронта $\overline{W} > 1/8\lambda$ и $SC < 0,6$ информативность критерия теряется за счет ухода энергии из центрального ядра дифракционного изображения. В качестве альтернативы предложен критерий качества κ_d , показывающий увеличение размера кружка рассеяния реальной оптики по сравнению с идеальной при 80%-ной концентрации энергии.

Качество оптического изображения обычно оценивается одним числом. Наиболее популярным среди оптиков стало отношение Штреля SR (критерий Штреля, число Штреля) [5–13]. Критерий играет роль целевой функции в расчетах оптики на стадиях ее проектирования [10], при оценке результата компенсации искажений светового пучка, прошедшего атмосферу, [5] в адаптивной оптике, при аттестации оптических элементов [9] или при исследовании причин, ухудшающих изображение [4, 6, 9]. Несмотря на широкое использование критерия Штреля в оптике, никто не изучал детально ограничения и область, в которой SR работает эффективно. Так, принято считать, что при $SR > 0,8$ оптика очень хорошая [7–9], а при $SR < 0,3$ — плохого качества [10]. Однако на практике часто используют всю область значений SR, вплоть до $SR = 0$ [5, 6, 11–13].

В данной статье определим, насколько критерий Штреля чувствителен к типу и величине возмущений волнового фронта (ВФ). Если вывод будет негативным, то SR как критерий качества оптики — не информативен, его использование неэффективно и следует искать другие одночисловые характеристики.

Почему же возникает вопрос об ограничениях критерия Штреля? Следуя [6–9], при нахождении величины SR вычисляется отношение максимальных интенсивностей реальной функции рассеяния точки (ФРТ) к идеальной. Однако для оптики при росте ее среднеквадратической ошибки наблюдается интенсивный уход энергии из ядра дифракционного изображения в далекие кольца, при этом остающаяся в центре ФРТ энергия будет мала, а критерий Штреля становится мало чувствительным к искажениям волнового фронта, начиная с некоторого предела величины искажений. Поэтому актуально установить ограничения на ВФ, при которых критерий Штреля перестает работать.

Отметим, что общепринятое определение критерия «по максимуму» ФРТ—SM расходится с определением, введенным Штрелем в 1894 году [15]. Р. Штрель рассматривал изменение распределения интенсивности света в изображении точки реальной оптической системы по сравнению с изображением, сформированным идеальной оптикой в пределах первого дифракционного кружка ρ_0 :

$$Sc = \frac{\int_0^{\rho_0} I'(r, \varphi) r dr d\varphi}{\int_0^{\rho_0} I(r, \varphi) r dr d\varphi}, \quad (1)$$

где $I(r, \varphi)$ и $I'(r, \varphi)$ — интенсивности в плоскости с координатами (r, φ) для идеальной и реальной ФРТ соответственно.

Очевидно, что отношение интенсивностей, взятых в максимуме ФРТ, не будет совпадать с отношением объемов под кривыми ФРТ в пределах ρ_0 . Подчеркивая приоритет Р. Штреля, назовем отношение (1) «классическим критерием Штреля». Он, так же как и SM, подвержен ограничениям на волновой фронт, которые предстоит исследовать.

Сравнение критериев SC и SM и анализ ограничений их применимости удобно провести на моделях, отражающих типичные ошибки оптики: зональный дефект и знакопеременный, дающий косинусоидальный профиль — модель «С», плавный осесимметричный дефект — с гауссовым профилем отклонений — «Г», астигматизм — «Л», случайный (локальный) дефект — «R» [1, 4].

Различия между критериями SC и SM могут быть довольно большими, если сравнивать крайние случаи плавного и знакопеременного дефектов на рис. 1. Систематический анализ поведения SC и SM в литературе отсутствует, хотя факт различия критериев отмечался ранее Паршиным [8] и Уэзеллом [9].

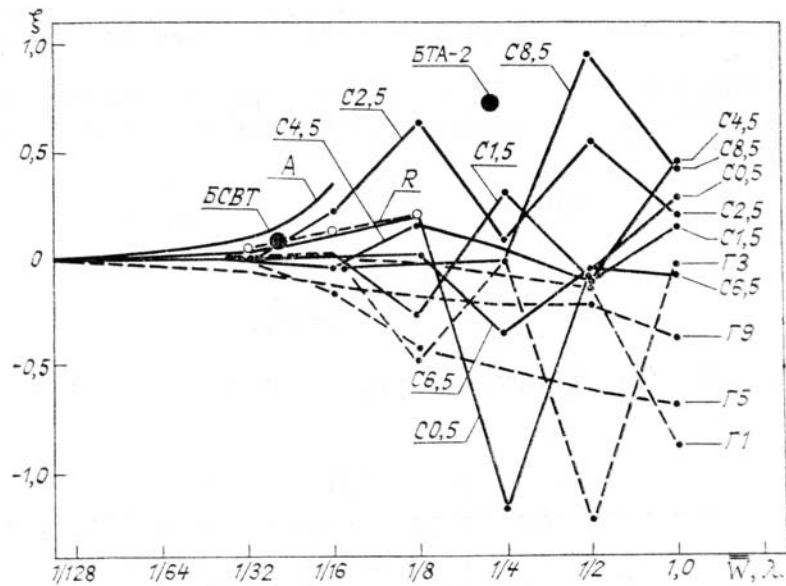


Рис. 1. Нормированная разность критериев g для моделей: «Г» — штриховая линия; «С» — сплошная линия; «Л» — астигматизм; R — случайный волновой фронт. Цифрами обозначены частоты $\nu_{\text{отн}}$ дефектов. Черные кружки — данные по телескопам [2–4]: БТА-2 и БСВТ

Приведем здесь основные результаты сравнения критериев SC и SM , полученные расчетом моделей в приближении волновой оптики с использованием пакета ВЭЙВ [1] по картам зеркала с апертурой 1:7 и среднеквадратическим отклонением карты \bar{W} , задаваемым на сетке (32×32 точек).

1. Критерии SC SM совпадают с точностью до 1...5% вблизи предела Марешаля $\bar{W}_M = 1/28\lambda$ (зеркало), $\bar{W}_M = 1/14\lambda$ ВФ.

2. Значения критериев могут различаться на 100...120% в области больших искажений поверхности зеркала $\bar{W} = 1/4...1,0\lambda$. Различия уменьшаются до 40...50%, когда \bar{W} уменьшается до $1/8\lambda$, и до 20%, когда \bar{W} становится близким к $1/16\lambda$ для основных типов дефектов.

3. Нормированная разность критериев $\xi = (SC - SM)/SC$ в зависимости от типа дефекта и его пространственной частоты может изменяться как по величине, так и по знаку. Для знакопеременного дефекта оптика, оцениваемая по критерию SM , в действительности будет несколько лучше, так как в большинстве случаев для этих дефектов $SC > SM$, тогда как для плавных дефектов оптика, принятая по критерию SM , по SC будет хуже и может не удовлетворять техническому заданию ($SC < SM$).

Здесь и в дальнейшем для перехода от значений \bar{W} , характеризующих зеркальную поверхность, к значениям \bar{W}_ϕ , связанным с волновым фронтом, значения \bar{W} следует удвоить.

Изучим теперь чувствительность критерия SM к типу ошибки. Связь критерия с величиной регулярных aberrаций достаточно подробно изучалась многими авторами, например, Махаджаном [11], который получил, что SM возрастает при уменьшении \bar{W} , когда \bar{W} — мало, а $SM > 0,6$. Аналогичный результат получен Кингом [10], но $SM > 0,5$.

Популярность критерия Штреля среди оптиков-расчетчиков, возможно, объясняется еще и простотой, которую дает для оценок формула Марешаля [7, 13]

$$SM_1 \cong (1 - \bar{W}_\phi^2/2)^2,$$

где

$$\bar{W}_\phi = k \bar{W} = \frac{2\pi}{\lambda} \bar{W} = 2\pi \bar{W}_\lambda. \quad (2)$$

Из формулы (2) получают упрощенные выражения [11, 13]:

$$SM_2 \cong 1 - \bar{W}_\phi^2; \quad (3)$$

$$SM_3 \cong \exp(-\bar{W}_\phi^2). \quad (4)$$

Первое из них получаем отбрасыванием члена \overline{W}_f , а последнее эмпирическое выражение подробно изучено Махаджаном [13], который показал, в частности для регулярных aberrаций, что (4) дает значения SM с ошибкой не более 10%, когда $\overline{W} < 0,13\lambda$, а $SM > 0,3$. Когда же $\overline{W} < 0,1\lambda$, значения, найденные по формулам (2–4), различаются не более чем на 4–5%.

В [11] Махаджан приводит аналитические выражения для первичных aberrаций, позволяющие вычислить значения SM. Однако прежде чем пользоваться этими выражениями либо формулами (2–4), учитывая обнаруженное отличие критериев SC и SM, следует установить область, в которой критерий Штреля работает эффективно.

Используя данные работы [4], в которой показано, что зональная ошибка является вторым после локальной ошибки мощным фактором, сильно уширяющим ФРТ, мы решили подробнее изучить влияние этих двух ошибок на критерий Штреля.

Влияние осесимметричных aberrаций, имеющих вращательную симметрию на зрачке, исследовал Махаджан [12], отметив следующие факты.

1. Подтверждается верность представления ФРТ экспонентой с точностью 10%, при $r < 0,82\rho_0$ для осесимметричных и зональных ошибок. ФРТ и функция концентрации энергии (ФКЭ) в этом случае описываются выражениями:

$$I(r, SM) = \frac{\pi}{4} (SM) \exp \left[- \left(\frac{\pi r}{2} \right)^2 \right], \quad r = r(\rho_0);$$

$$E = 1 - \exp \left[- (\pi r(\rho_0)/2)^2 \right],$$

2. Величина первого дифракционного минимума остается неизменной, а ФРТ в пределах $r < 0,82\rho_0$ получается из ФРТ идеального изображения масштабированием на коэффициент Штреля с точностью 2%.

3. Симметрия ФРТ для всех первичных aberrаций, за исключением комы, не нарушается.

4. Уменьшение SM определяется формулой (4) с точностью до 10%, по крайней мере, когда $r < 0,82\rho_0$, для сферических aberrаций 4, 6 и 8-го порядков (типа зональной ошибки), астигматизма и комы – ошибка не более 10%; для сферической aberrации 3-го порядка и дефокусировки ошибка меньше 8% при $r < 0,65\rho_0$.

Дополняя исследование Махаджана, мы изучили влияние пространственной частоты и \overline{W} для зональной ошибки на модели «С» – фазовая решетка [9]:

$$W(\bar{r}) = a \cos(2\pi\nu_{\text{отн}} \cdot \bar{r}), \quad \bar{r} = r: \frac{D}{2} = \frac{2r}{D},$$

где $\nu_{\text{отн}}$ показывает число полных периодов косинуса, укладываемых на диаметре зеркала D . Значения $\nu_{\text{отн}}$ мы задавали с шагом 1,0 в интервале значений от 0,5 до 14,5. Получено, что чем выше пространственная частота, тем быстрее портится изображение. Так, для частот $\nu_{\text{отн}} = 0,5 \dots 1,5$ критическое значение $SC = 0,3$ достигается уже при $\overline{W} = 1/8\lambda$, а для частот $2,5 \dots 14,5$ при $\overline{W} = 1/11\lambda$. Значения $SC = 0,6$ для тех же частот получаются при $\overline{W} = 1/11,3$ и $1/18\lambda$ соответственно.

Для зональной ошибки с плавным профилем отклонений в диаметральной сечении карты зеркала, когда отклонения описываются гауссоидой (модель «Г»), критическая величина $SC = 0,3$ получается при $\overline{W} = 0,5\lambda$, а $SC = 0,6$ – всего при $\overline{W} = 1/9\lambda$. Иными словами, плавный дефект на зеркале слабее разрушает изображение, чем дефект с флуктуациями формы поверхности зеркала.

Для завершения исследования чувствительности критерия Штреля к типу ошибки мы рассмотрели модель случайного волнового фронта (СВФ), которая, по данным работы [4], сильнее всего разрушает изображение. Выбрав значения радиуса автокорреляции дефектов на поверхности зеркала r_{ac} в интервале от 0,1 до 0,625 в долях D , для этой модели мы получили, что как SC, так и SM практически не чувствуют изменения размера дефектов (рис. 2). Кроме того, для модели СВФ при $\overline{W} = 1/4 \dots 1/32 \lambda$:

- значения SC всегда меньше значений SM при тех же \overline{W} ;
- величины SM практически не чувствуют изменения r_{ac} дефекта, тогда как SC чувствительны к величине радиуса автокорреляции в области его малых значений;
- при возрастании \overline{W} предельное допустимое значение размера дефекта возрастает, стремясь к общей ошибке ($r_{\text{ac}} \rightarrow D$);
- предельным значением \overline{W} , допустимым при локальной ошибке поверхности, является $\overline{W} = 1/16\lambda$, дающее значение критерия Штреля $SC = 0,6$ и $SM = 0,5$.

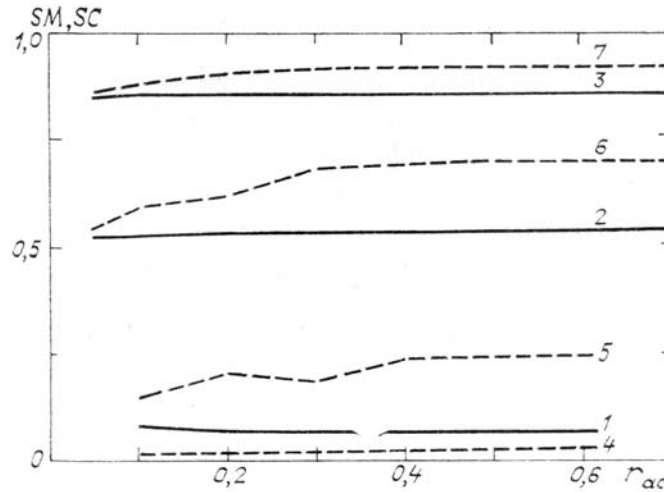


Рис. 2. Зависимость критерия Штреля от размера дефекта r_{ac} модели СВФ. SM для значений \overline{W} :
 1 – $1/8\lambda$; 2 – $1/16\lambda$; 3 – $1/32\lambda$, SC для значений \overline{W} : 4 – $1/4\lambda$; 5 – $1/8\lambda$; 6 – $1/16\lambda$; 7 – $1/32\lambda$.

Отметим, что ряд полученных выводов противоречит работе [6], где для $SM = 0,8$ найдено, что для амплитуды дефекта допустимы значения в несколько длин волн!? По-видимому, это объясняется недостатками модели, использованной в [6]. Наряду с этим наши данные хорошо согласуются с данными Шеффлера по СВФ [14], где модель СВФ просчитана для $r_{ac} = 0,1$ и $0,2D$ (рис. 5).

Для выявления динамики роста SC, были рассчитаны приращения критерия Штреля $\Delta(SC)$ в зависимости от величины \overline{W} (рис. 3). Наибольшие приращения приходятся на область \overline{W} с $1/8$ до $1/32\lambda$. Дальнейший рост SC происходит медленно. Приведем усредненные по пространственной частоте или по размеру дефекта значения SC для \overline{W} , близких к предельным (табл. 1).

Таблица 1

Модель	Интервал усреднения	Критерий Штреля для \overline{W} , λ	
		1/32	1/16
«Г»	$v_{отн} = 1...5$	$0,93 \geq SC \geq 0,79$	$0,49 \geq SC \geq 0,82$
«С»	$v_{отн} = 0,5...14,5$	$0,93 \geq SC \geq 0,84$	$0,79 \geq SC \geq 0,53$
«СВФ»	$r_{ac} = 0,1...0,625$	$0,87 \geq SC \geq 0,90$	$0,56 \geq SC \geq 0,62$

Иными словами, значения $\overline{W} = 1/16\lambda$ и $SC = 0,5...0,6$ являются для этих ошибок предельными. При $\overline{W} = 1/8\lambda$ величина SC составляет всего $0,1-0,04$ и дифракционная структура изображения разрушается.

На основании полученных фактов можно сделать совершенно удивительный для оптиков-технологов вывод: при значениях \overline{W} от $1/8$ до $1/16\lambda$ происходит радикальное улучшение качества изображения, даваемое оптикой с такими ошибками. Поэтому обработку поверхности с достигнутым значением $\overline{W} = 1/8\lambda$ останавливать не следует ни в коем случае, так как именно в этой области значений \overline{W} происходит заметное улучшение коэффициентов SC, SM при сравнительно небольших технологических затратах.

Для привязки модельных расчетов к реальной оптике приведем таблицу SC для карт оптики больших телескопов [2–4], полученных волновым расчетом [1]. Только два инструмента таблицы (ЛИК и БСВТ) дают значимые величины SC: $0,29$ и $0,83$ соответственно. Данные таблицы возвращают нас на реальную почву. Дело не только в том, что оптика телескопов оказалась такого качества, когда критерий Штреля не работает, а и в том, что критерий, который удобен в теоретических расчетах, должен работать и тогда, когда оптика далека от совершенства, — на ранних стадиях ее изготовления либо на начальных моментах компенсации искажений в адаптивной оптике.

Коэффициенты Штреля SC оптики больших телескопов

Телескоп, место установки	Диаметр, м	Полная ошибка \overline{W}_0, λ	SC
БТА-1, СССР	6,0	1,75	0,026
БТА-2, СССР	6,0	0,27	0,049
Китт-Пик, США	4,0	0,36	0,026
ЕЮО, Чили	3,66	0,43	0,051
Лик, США	3,05	0,14	0,29
ЗТШ-1, СССР, КРАО	2,6	0,15	0,038
ЗТШ-2, СССР, КРАО	2,6	0,36	0,036
Цейсс-2000, НРБ	2,0	0,23	0,057
БСВТ, СССР, Байкал	0,76	0,085*	0,83**
Цейсс-600, СССР, Сименз	0,6	0,14	0,027

* Ошибка, приведённая к зеркальной поверхности; измеренная ошибка объектива БСВТ $\overline{W}_0 = 0,0427$ по волновому фронту.

** Значение критерия SM = 0,77.

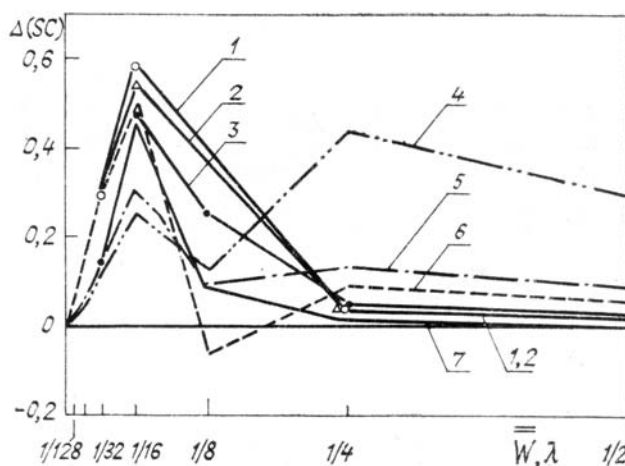


Рис. 3. Приращения критерия Штреля $\Delta(SC)$ для величины ошибок оптики \overline{W} для модели СВФ: кривая 1 – $r_{ac} = 0,4 \dots 0,625D$, кривая 7 – $r_{ac} = 0,1D$, кривая 2 – $r_{ac} = 0,2 \dots 0,3D$; модель «С» – кривая 3 – $v_{отн} = 0,5 \dots 1,5$, кривая 6 – $v_{отн} = 2,5 \dots 14,5$; модель «Г»: кривая 4 – Г1...Г3, кривая 5 – Г5

Может быть только одна причина слабой чувствительности критерия Штреля к большим aberrациям, которая уже называлась выше: это уход энергии из центрального дифракционного ядра изображения, когда \overline{W} превышает $1/8\lambda$. Если проследить количество энергии, накопленной в кольце данного размера $k \cdot r_0$, то можно заметить, что рост энергии для оптики с большими ошибками определяется периферией ФРТ (рис. 4). Критическим значением \overline{W} , дающим SC = 0,55 для модели зональной ошибки «С», как раз является $\overline{W} = 1/16\lambda$. Для сравнения мы провели на рис. 4 идеальное распределение энергии (кривая 7) и ФКЭ для $\overline{W} = 1/4\lambda$ (кривая 6). Очевидно, что дифракционная структура изображения начинает нарушаться при $1/16\lambda$, а остающиеся в ядре 18% от идеальной концентрации энергии в точке при $\overline{W} = 1/8\lambda$, уже не могут объективно отразить связь ухудшения изображения с ошибками поверхности. Иными словами, при $\overline{W} = 1/16\lambda$ для зеркала (или $1/8\lambda$ для ВФ) критерий Штреля становится неинформативным.

Критерий SM, как известно [1, 7–9], не поддается прямому измерению, а получается вычислительным путем. Критерий SC может быть измерен из кривой ФКЭ и связан с технологическим параметром \overline{W} , но обладает узким диапазоном действия. Поэтому желательно на практике иметь такой критерий, который можно использовать во всем диапазоне \overline{W} встречающихся ошибок оптики. В поисках возможных кандидатов одночисловых характеристик качества изображения рассмотрим увеличение размера кружка рассеяния, в котором сконцентрировано 80% энергии по отношению к размеру кружка, даваемого идеальной оптикой [4]:

$$\kappa_d = \frac{(d_{p.o.})}{(d_{н.о.})} \Big|_{E=80\%} \quad (6)$$

Тогда можно легко учесть перераспределение энергии в ФРТ в периферийные зоны — до $12...26\rho_0$ [4]. Сравним поведение критериев SC и κ_d по основным моделям ошибок (рис. 5). Видно, что по мере ухудшения поверхности зеркала ($SC = 0,6$ при $\overline{W} = 1/16\lambda$) для разных типов ошибок кружок успевает вырасти до $2...3\rho_0$. Сильнее всего ухудшает изображение локальная ошибка (СВФ): до $13\rho_0$ при $\overline{W} = 0,25\lambda$, снижая SC до нескольких процентов. Ход кривых SC для разных типов ошибок оптики практически одинаков при $\overline{W} < 1/15\lambda$, тогда как значения κ_d ведут себя индивидуально в зависимости от типа, пространственной частоты и величины дефекта. Это объясняется тем, что при 80% энергии в ФКЭ в κ_d успевают отразиться все существенные особенности ФРТ, обусловленные низкими, средними и высокими пространственными частотами дефектов, поэтому κ_d лучше, чем критерий Штреля, может выполнять роль критерия качества оптики во всем диапазоне ее ошибок.

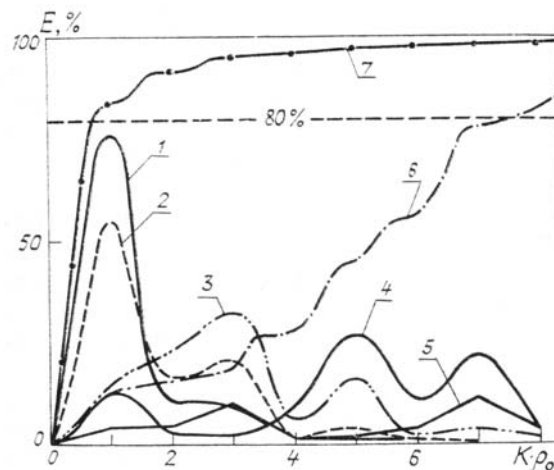


Рис. 4. Накопленная в кружке $\kappa\rho_0$ энергия E для моделей ошибок зеркала: «С» с $\nu_{\text{отн}} = 2,5$ и \overline{W} : кривая 1 — $1/32\lambda$, 2 — $1/16\lambda$, 3 — $1/8\lambda$, 4 — $1/4\lambda$, 5 — $1/2\lambda$; кривая 6 — ФКЭ для $\overline{W} = 1/4\lambda$, 7 — идеальная ФКЭ той же оптики

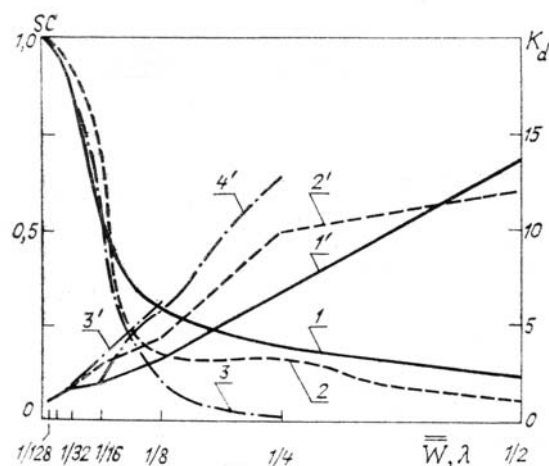


Рис. 5. Сравнение критериев SC и κ_d для моделей ошибок. 1(SC) 1'(κ_d) — Г2,5; 2 и 2' — С2,5; 3 и 3' — СВФ; $r_{ac} = 0,2$; 4' — СВФ по Шеффлеру [14]; $r_{ac} = 0,1$

Другим возможным кандидатом на роль критерия качества оптики может служить момент второго порядка от ФРТ [16]. Он не зависит от выбора уровня энергии в ФКЭ, удобен в теоретических расчетах и является измеримой величиной. Однако детальное его исследование выходит за рамки рассмотрения ограничений критерия Штреля.

Обсуждение результатов. По всей совокупности рассмотренных данных рабочий диапазон критерия Штреля получился чрезвычайно малым: $SC = 1,0 \dots 0,6$. Если учесть, что значения, близкие к

1,0, могут встретиться лишь в теоретических расчетах, то фактически $SC = 0,8 \dots 0,6$. Это совпадает с областью, в которой формулы (2–4) работают с 10%-ной ошибкой и в которой оптику можно считать хорошей.

Обнаруженная слабая чувствительность критерия к типу и величине дефектов оптики при $\overline{W} = 1/8\lambda$ полностью объясняется уходом более чем 80% энергии из первого кружка рассеяния. Это приводит к применимости SC в малом диапазоне \overline{W} (от $1/16\lambda$ и меньше). Внутри диапазона $\overline{W} = 1/16 \dots 1/30\lambda$ следует использовать критерий SC, а не SM. Теоретические и модельные расчеты, сделанные на основе критерия SM, требуют пересмотра.

Дифракционная оптика сохраняет значение критерия $SC = SM = 0,8$. Хорошая оптика требует значений $0,8 > SC \geq 0,6$, плохая оптика удовлетворяет условию $0,6 > SC \geq 0,3$. При $SC < 0,3$ критерий SC не работает даже на уровне оценок.

Критерий Марешаля $\overline{W}_M = 1/28\lambda$ достижим для однозеркальной оптики при одинаковых значениях SC и SM и соответствует увеличению размера кружка уже в 1,6 ... 2,3 раза для случайных, зональных и регулярных ошибок. Укажем предельные допустимые значения \overline{W} : для одиночной зеркальной поверхности около $1/40 \dots 1/28\lambda$, для двухзеркальной схемы телескопа — $1/50 \dots 1/40\lambda$.

Вне области $\overline{W} > 1/8\lambda$ критерий Штреля SC требует замены на более информативные характеристики качества оптики. В качестве кандидатов в такие критерии можно предложить коэффициент увеличения кружка рассеяния κ_d [4] либо моменты ФРТ, начиная со второго [16]. Окончательный выбор критерия зависит от постановки задачи минимизации искажений волнового фронта, но сомнительно, что таким критерием может стать критерий Штреля.

Автор выражает глубокую признательность Э.А. Витриченко, обсуждавшему отдельные этапы работы, и сотрудникам Л.И. Богдановой и Г.А. Никоновой, помогавшим в расчетах.

1. Богданова Л.И., Витриченко Э.А., Коняев П.А., Пушной Л.А. Математическое обеспечение контроля качества изображения оптических систем. М.: ИКИ АН СССР, 1983. 73 с. (Препринт/ИКИ АН СССР, № 838).
2. Витриченко Э.А., Зуев В.Е., Лукин В.П., Пушной Л.А. Анализ ошибок оптики крупных телескопов // ДАН СССР, 1988. Т. 300. № 2. С. 312–315.
3. Витриченко Э.А., Пушной Л.А. // Астроном. циркуляр. 1987. № 1476. С. 1–3.
4. Витриченко Э.А., Пушной Л.А. Оптика крупных телескопов. М.: ИКИ АН СССР. 1988. 43 с. (Препринт/ИКИ АН СССР, № 1333).
5. Воронцов А.М., Шмальгаузен В.И. Принципы адаптивной оптики М.: Наука, 1985. 336 с.
6. Зверев В.А., Родионов С.А., Сокольский М.Н. // Оптика и спектроскопия. 1974. Т. 36. Вып. 4. С. 792–797.
7. Маршалль А., Врансон М. Структура оптического изображения М: Мир, 1964. 295 с.
8. Паршин П.Ф. Качество оптического изображения / Материалы I Всес. школы по голографии. Л.: ЛФТИ, 1971. С. 94–133.
9. Уззерелл В.Б. Оценка качества оптического изображения/Проектирование оптических систем. М.: Мир, 1986. С. 178–332
10. King W. B. // J. Opt. Soc. Amer. 1968. V. 58. P. 655–661.
11. Mahajan V. N. // J. Opt. Soc. Amer. 1982. V. 72. № 9. P. 1258–1266.
12. Mahajan V. N. // Appl. Optics. 1983. V. 22. № 19. P. 3035–3041.
13. Mahajan V. N. // J. Opt. Soc. Amer. 1983. V. 73. № 6. P. 860–861.
14. Scheffler H. // Zeit. Astrophys. 1962. V. 55. P. 1–20.
15. Strehl R. Theorie des Fernrohrs. Leipzig, 1984.
16. Teague M. R. // J. Opt. Soc. Amer. 1980. V. 70. № 8. P. 920–930.

СКБ научного приборостроения «Оптика» СО АН СССР,
Томск

Поступила в редакцию
12 января 1989 г.

L. A. Pushnoi. On the Information Content and Limitations of Strehl Criterion.

The sensitivity of the Strehl criterion (SC) to the value, type and spatial frequency of optics errors was investigated. It is shown in the paper that the information content of SC is lost under the conditions when the variance of the wave front aberrations \overline{W} exceeds the value $1/8\lambda$ and $SC < 0,6$. This occurs due to the dissipation of energy from the diffraction limited core of the image. The ratio of spot sizes (of the actual one to the ideal) κ_d is suggested as an alternative criterion of the optics quality.