

УДК 612.821+ 843

## LogMAR ДЛЯ ОСТРОТЫ ЗРЕНИЯ ХУЖЕ, ЧЕМ ЛОШАДИНАЯ СИЛА ДЛЯ МОЩНОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЛАМПОЧКИ

© 2017 г. Г. И. Рожкова

*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт проблем передачи информации им. А.А. Харкевича РАН  
127051 Москва, Б. Каретный пер., 19, стр. 1  
E-mail: gir@iitp.ru*

Поступила в редакцию 08.08.2016 г.

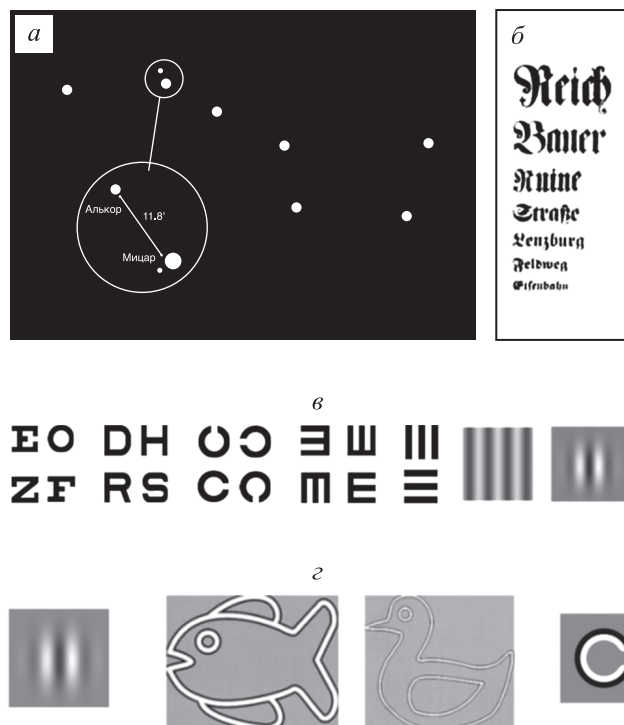
Проблема точной количественной оценки остроты зрения оказалась настолько сложной, что до сих пор не найдено общепринятого решения, удовлетворяющего как теоретиков, так и клиницистов. В практической работе параллельно используются различные методологические подходы, каждый из которых имеет свои достоинства и недостатки. В теоретических исследованиях успешно проработаны лишь отдельные частные аспекты общей проблемы, которая включает большой комплекс задач. К сожалению, наряду с прогрессом в понимании некоторых принципиальных моментов, до последнего времени в публикациях нередко встречаются разночтения в использовании базовых понятий, что затрудняет анализ и сопоставление полученных результатов. В частности, это касается единицы измерения остроты зрения. На протяжении многих лет в большинстве стран традиционно использовались различные, но легко сопоставимые и достаточно естественные меры и обозначения по Дондерсу и Снеллену, однако с некоторых пор становятся более настоятельными рекомендации выражать остроту зрения только в единицах LogMAR как якобы более правильных, чем другие. В данной статье обсуждаются принципиальные неудобства использования LogMAR для представления результатов оценки остроты зрения, хотя рациональность применения логарифмической шкалы при разработке структуры тестовых таблиц не вызывает сомнений. Приводятся аргументы в пользу того, что наиболее адекватной и соответствующей принципам метрологии мерой остроты зрения является классическая мера, предложенная Дондерсом с единицей 1.0 в десятичной шкале, поскольку эта мера согласуется с теоретически строгим определением разрешающей способности любой системы передачи и обработки изображений по максимальной воспроизводимой пространственной частоте.

*Ключевые слова:* острота зрения, разрешающая способность, единица измерения, логарифмическая шкала, LogMAR.

### ВВЕДЕНИЕ

Несмотря на огромное число теоретических и экспериментальных работ, посвящённых остроте зрения, до последнего времени в оптометрической и офтальмологической практике нередко встречается некорректное использование и смешение понятий, относящихся к данной области исследований. Острота зрения — это универсальный показатель состояния зрительной системы, регулярно оцениваемый для выявления ранних нарушений зрения, постановки диагноза и слежения за процессом восстановления зрительных

функций. Более того, остроту зрения испытуемых необходимо измерять перед началом эксперимента и по возможности доводить до условной нормы практически во всех научных исследованиях, касающихся зрительного восприятия, так как это фактор, который может существенно влиять на результаты. В связи с этим выбор удобных единиц измерения и измерительных процедур представляется очень важным не только в практическом, но и в научном отношении. Правильное, т.е. строго соответствующее чётким определениям, понимание смысла термина «острота зрения» и сути измерительных процедур очень важно для



**Рис. 1.** Средства оценки остроты зрения, использовавшиеся в разное время:

*a* – “арабский тест” для проверки зрения по восприятию двойных звёзд (объяснение в тексте); *б* – фрагмент таблицы с типографскими шрифтами разного размера; *в* – наиболее распространенные современные оптоотипы: стандартизированные буквы с засечками и без засечек, кольца Ландольта, кувыркаяющиеся Е, трёхполосные стимулы, синусоидальная решетка, элемент Габора; *з* – примеры исчезающих оптоотипов: элемент Габора, контурные изображения животных из Cardiff-теста и модифицированное кольцо Ландольта (Коскин, 2009).

адекватной оценки получаемых числовых показателей состояния зрительных функций, поэтому назрела необходимость внести ясность в эти вопросы и сделать соответствующие выводы для практики.

Однако до сих пор продолжают дискуссии даже по поводу точного определения остроты зрения как научного понятия и выбора наилучшей единицы измерения. К сожалению, ни теоретические, ни клинические проблемы, связанные с измерением остроты зрения, не обсуждались на современном уровне знаний так глубоко и широко, как они этого заслуживают, с учётом мнения разных специалистов.

Практическая потребность в оценке остроты зрения, интуитивно понимаемой как способность видеть мелкие предметы, различать их детали и узнавать, возникла задолго до появления

возможности проведения теоретического анализа зрительного восприятия. Уже в далёкой древности качество зрения оценивали, например, при наборе воинов-стрелков или учеников для овладения ювелирным мастерством. Примечательно, что уже на этапе такой “прагматической оптометрии” осознавалась необходимость использования эталонов – неизменных тестовых объектов, сравнение восприятия которых разными людьми позволяет судить о качестве их зрения.

Хрестоматийным примером является так называемый “арабский тест” – проверка зрения по возможности хорошо видеть двойные звёзды на ночном небе. При этом чаще всего упоминают очень близкие звёзды Мицар и Алькор в “ковше” Большой Медведицы (рис. 1, *a*): в древности зрение человека считалось хорошим, если рядом с яркой звездой Мицар он мог видеть существенно более слабо светящийся Алькор, находящийся на расстоянии около 12 угл. мин от неё. (При наблюдении в телескоп современные астрономы различают в этом участке неба не две звезды, а систему из шести звёзд, причём Мицар и Алькор сами являются двойными звёздами.) С появлением средств оптической коррекции при подборе очков остроту зрения стали оценивать при помощи фрагментов печатного текста со шрифтами разного размера, скомпонованных в виде таблиц (рис. 1, *б*). Позднее, с середины XIX в., вместо сильно различавшихся типографских шрифтов, в таблицах стали использовать специальные тестовые знаки, что позволило приблизиться к стандартизации измерений. Автор первой специальной таблицы Е. Снеллен предложил называть тестовые изображения для оценки остроты зрения *оптоотипами* (Snellen, 1862). На рис. 1, *в* приведены примеры наиболее популярных оптоотипов, вошедших в употребление с тех пор за полтора столетия. Здесь представлены стандартизированные буквы с засечками и без засечек, небуквенные знаки Е в четырех ориентациях (*tumbling-E*: кувыркаяющиеся Е), кольца Ландольта, трёхполосные стимулы, синусоидальные решетки и элементы Габора. Эти оптоотипы рассчитаны на такие зрительные задачи как узнавание (буквы, кувыркаяющиеся Е), определение местонахождения отдельных деталей (кольца Ландольта) или ориентации (трёхполосные стимулы, решетки, элементы Габора). Кроме того, на рис. 1, *з* показаны так называемые *исчезающие оптоотипы*, подразумевающие узнавание объекта по контуру из черной и белой линий на сером фоне, что возможно лишь при условии удовлетворительной видимости этого контура, толщина которого является критической для восприятия.

При использовании таких опто типов обнаружение контура и узнавание объекта взаимосвязаны, что и послужило основанием для термина “исчезающие”: с уменьшением толщины линий контур сливается с фоном и обозначенный контуром объект как бы пропадает. По существу, элементы Габора, уравненные с серым фоном по средней яркости, также можно отнести к исчезающим опто типам, так как при увеличении частоты полос эти элементы также становятся невидимыми.

В настоящее время наиболее широко употребляемыми в клинике опто типами остаются стандартизированные буквенные изображения (Bailey, Lovie, 1976; Sloan, 1980; Ferris et al., 1982), кувыркающиеся знаки E (Green, 1868, 1905), а также кольца Ландольта (Landolt, 1888). В теоретических научных исследованиях, начиная с работ Кэмпбелла с соавторами (Campbell, Green, 1965; Campbell, Robson, 1968) используются преимущественно синусоидальные решетки и элементы Габора. Таким образом, можно констатировать, что до настоящего времени при измерении остроты зрения испытуемым предъявляются различные тестовые изображения и предлагаются различные зрительные задачи. Это затрудняет анализ и сопоставление результатов разных исследований, а их авторы нередко не отдают себе отчёта в том, что методические различия могут и, как правило, должны сказываться на получаемых оценках остроты зрения, которые фактически могут характеризовать различные зрительные способности. Данное обстоятельство неоднократно, но почти без ощутимых последствий для практики подчёркивалось в специальных руководствах, посвященных оценке остроты зрения. Еще более полувека назад Пиренн писал, что имеется столько видов “остроты зрения”, сколько есть опто типов: “There are in fact as many ‘visual acuities’ as there are types of test objects” (Pirenne, 1962). Естественно предполагать, что сопоставление оценок, получаемых посредством разных опто типов, может дать информацию о степени развития и качестве работы различных зрительных механизмов. Однако это возможно только при использовании корректных измерительных процедур и адекватных единиц для количественного представления результатов. В данной работе мы рассмотрим лишь малую часть проблем, касающихся выбора единицы измерения остроты зрения, для чего сначала кратко напомним некоторые общие сведения о единицах измерения из метрологической литературы.

## ОБЩЕЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ О МЕРАХ И ЕДИНИЦАХ ИЗМЕРЕНИЯ

Как правило, процесс измерения предполагает получение числа, показывающего, во сколько раз измеренная величина больше некоторого эталона, утвержденного в качестве единицы измерения данной величины. В международном метрологическом словаре International Vocabulary of Metrology (2008) даётся следующее определение единицы измерения:

“unit of measurement – real scalar quantity, defined and adopted by convention, with which any other quantity of the same kind can be compared to express the ratio of the two quantities as a number”.

Потребность в использовании единых способов измерения величины объектов, их объема и массы, по-видимому, впервые возникла в связи с появлением товарообмена и становилась всё более острой по мере развития хозяйственных и общественных отношений и международных связей. При этом выбираемые эталоны были общедоступными и понятными.

Например, в древнем Вавилоне для измерения длины использовались такие меры как *локоть* (в современных единицах примерно 540 мм), *ступня* (324 мм) и *большой палец* (27 мм), а в Египте при строительстве пирамид основной мерой длины был *большой (или царский) локоть* (525 мм) (Беклемишев, 1963; Сена, 1988). Распространенные в Европе в средние века меры длины – аршин, сажень, фут – также основывались на размерах частей человеческого тела. Задачи выбора других мер, например, относящихся к оценке объема и массы товаров и их оплаты, были более сложными, и тут картина была более пёстрой. В частности, расплачивались за товары и шапками серебра, и соболинами шкурками, и отчеканенными монетами разных монетных дворов.

Несмотря на значительные усилия, потраченные на создание единых эталонов и единых систем мер для всего мирового сообщества, до сих пор в разных странах существуют различные единицы для измерения размеров, массы и других параметров и качеств объектов товарообмена и научного исследования. В научном плане проблема введения единых международных мер имеет наиболее богатую историю в геометрии и физике. Именно для этих областей знания, занимающихся неживой природой, впервые были введены понятия: единица измерения, шкалирование, точность оценки, калибровка. По мере расширения международных связей, развития науки



и техники росло число фигурирующих в обращении единиц, и всё сильнее ощущалась потребность в их *унификации* и создании *систем единиц*.

*Система единиц* — это совокупность единиц для измерения разных величин и качеств, образованная в соответствии с некоторыми принципами, представляющимися разумными на данном этапе. В повседневной практике используются не только *системные единицы*, строго соответствующие той или иной совокупности принципов, но и *внесистемные* — “стоящие особняком”, не укладывающиеся ни в какую систему, но закрепившиеся исторически.

Системные единицы подразделяются на *основные* и *производные*. Основные единицы выбираются произвольно по соображениям удобства пользования. Обычно в качестве основных выбираются единицы, которые могут быть воспроизведены эталонами или на эталонных установках с наивысшей возможной точностью при данном уровне техники. Производные единицы получаются из основных единиц по уравнениям связи. Например, в современной Единой Международной Системе Единиц (СИ) за основные единицы приняты: килограмм массы (кг), метр (м) и секунда (с). Уравнения связи для получения производных единиц — это формулы, описывающие известные законы и зависимости. Если нужно получить единицу мощности ( $W$ ), учитываем, что мощность — это работа (равная произведению силы  $F$  на расстояние  $S$ ), производимая в единицу времени ( $t$ ):  $W = F \cdot S/t$ . В системе СИ мощность измеряется в ваттах (Вт), но наряду с этой единицей до сих пор ещё используется устаревшая внесистемная единица мощности — лошадиная сила: ЛС (рус.), PS (нем.), CV (фр.), HP (англ.). Соотношение между российской и английской лошадиными силами и ваттом следующее:  $1\text{ЛС} = 735.5\text{ Вт}$ ;  $1\text{HP} = 745.7\text{ Вт}$ . Как видно из сравнения приведенных чисел, российская и английская лошадиные силы (точнее — лошадиные мощности) несколько отличаются друг от друга — это связано с тем, что во время введения данной единицы мощности используемые в России и Англии единицы силы и расстояния различались. При переводе в ватты становится понятным, что мощность в одну лошадиную силу меньше мощности среднего утюга, типичное значение которой составляет 1000 Вт. Благодаря широкому использованию электрических приборов большинство людей теперь имеет лучшее представление о мощности, выраженной в ваттах, чем в лошадиных силах, и международная комиссия по измерениям настоятельно рекомендует отказаться от использования этой устаревшей единицы.

Начиная с XVIII в., проблемы стандартизации измерений стали возникать также и в областях знаний, занимающихся исследованиями живой природы и человека. Вернее, до определенного времени науки о живой природе (биология и медицина) обходились понятиями и единицами, используемыми в физике и геометрии. Однако по мере накопления и углубления знаний о функционировании различных систем организма человека всё сильнее ощущалась потребность во введении специальных понятий и единиц для количественной оценки функционального состояния и степени патологических отклонений от нормы. Учитывая первостепенную роль зрения в обеспечении качества жизни, не удивительно, что большое внимание было уделено количественной оценке параметров глазной оптики и зрительных способностей, в частности — остроты зрения.

#### КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ МЕРЫ ОСТРОТЫ ЗРЕНИЯ

Как следует из представленной во введении краткой истории попыток объективно оценивать то качество зрительного восприятия человека, которое интуитивно ассоциируется с остротой зрения, в основе всех подходов к решению этой задачи лежало исследование восприятия тестовых объектов малой величины. При этом типичная процедура оценки остроты зрения завершалась определением минимальных размеров объектов или их деталей, ещё достаточных для того, чтобы человек мог их обнаруживать, идентифицировать, анализировать структуру. По аналогии с физическими измерениями, определяемые минимальные размеры стали называть *пороговыми*. Естественно, что вопрос о стандартизации измерений остроты зрения был поставлен лишь на определенной, достаточно продвинутой стадии научных исследований зрения: для этого в ходе рекогносцировочных экспериментов нужно было набрать достаточно большой объём ориентировочных и сравнительных данных по разным тест-объектам и условиям измерения. В результате работ, проведённых во многих лабораториях и клиниках с использованием различных тест-объектов, было обнаружено, что получаемые пороговые значения могут различаться в десятки раз — от одной-двух угловых секунд до нескольких угловых минут, и могут сильно варьировать в зависимости от параметров тестовых изображений, физических условий и психофизиологических факторов. При анализе полученного обширного

материала выявилась сложность и многоплановость проблем, связанных как с теоретическими представлениями о корректных способах оценки остроты зрения, так и с практическими процедурами для их реализации. По этой причине даже в текстах руководств и учебных пособий не всегда даются чёткие определения понятий, относящихся к оценке остроты зрения, а в приводимых определениях имеются существенные разногласия по принципиальным моментам. К примеру, в зарубежных и отечественных руководствах часто встречается подразделение порогов на следующие классы — *minimum perceptible*, *minimum visible*, *minimum resolvable*, *minimum separable*, *minimum discriminable*, *minimum cognoscible*, однако смысл, который разные авторы вкладывают в каждое из этих понятий, не всегда одинаков. Нередко встречается и обратное: имея в виду одно и то же смысловое значение понятия, авторы приводят очень разные и неоднозначные формулировки. Так, в одной из публикаций *minimum visible* определён как порог, характеризующий “способность заметить стимул минимального размера, нарушивший непрерывность обозримого гомогенного пространства” (Шамшинова, Волков, 1999), а в другой — как характеризующий способность обнаружить малое различие в яркости двух участков, или дифференциальный пространственный яркостный порог — *local brightness difference threshold* (Kniestedt, Stamper, 2003). Из анализа контекста следует, что в обоих случаях авторы подразумевали одно и то же, поскольку они приводят очень схожие тесты и значения порогов: в первом случае — чёрный волос толщиной 0.12 мм, который удаётся заметить на белом фоне с расстояния 12 м, т.е. когда видимая толщина соответствует угловому размеру 2", во втором случае — тонкий провод на фоне неба, который удаётся обнаружить при толщине, соответствующей углу около 1". В то же время, трудно согласиться с тем, что приведённые формулировки эквивалентны и однозначны.

Не вдаваясь в обсуждение примеров различного определения других зрительных порогов, перейдём к рассмотрению порога разрешения — *minimum separable*, отражающего способность видеть раздельно близко расположенные точки и линии и различать структурные детали, так как, по общему мнению, этот порог лучше всего подходит для характеристики остроты зрения. Приведём цитату из главы Tests of Visual Functions современного руководства Visual Impairments (2002), где дано краткое, ориентированное на клиницистов определение понятия *острота зрения* и представлены принятые в настоящее время способы её измерения:

«Острота зрения — мера пространственной разрешающей способности зрительной системы; она характеризует угловой размер наименьших различимых деталей. Клинические оценки остроты зрения базируются на определении порогового размера для решения задачи узнавания. Объекты, которые нужно узнавать, называются “оптотипами”, и обычно это буквы, кольца Ландольта или кувыркающиеся E с определенными пропорциями: в каждом изображении ширина линий составляет 1/5 от высоты опто типа. Индивидуальная острота зрения определяется путем измерения угловых размеров наименьших опто типов, которые могут распознаваться».

(Подробное обсуждение клинических методов оценки остроты зрения можно найти в обзорах и документах Международного комитета по стандартизации (Colenbrander, 1988; ISO 8696, 1994; ISO 8597, 1994; ISO 5725–2, 1994).

Фрэнсис Дондерс, который в 1861 г впервые дал научное определение понятия *острота зрения*, одновременно (“в одном флаконе”) предложил и единицу измерения этой способности. Для этого Дондерс ввёл представление о “стандартном глазе”, описав его как глаз, обеспечивающий возможность узнавать буквы, высота которых соответствует пяти угловым минутам. По идее Дондерса, остроту зрения обследуемого испытуемого нужно сравнивать со стандартным глазом. В процессе измерения требуется определять коэффициент увеличения линейных размеров букв (*M* — magnification), который необходимо использовать для того, чтобы результаты узнавания букв обследуемым человеком соответствовали результатам стандартного глаза. При этом остроту зрения *V* Дондерс предложил вычислять как величину, обратную *M*:  $V = 1/M$ .

В результате измерений фактически всегда определяется толщина линий в знаках минимального (порогового) размера, обеспечивающих определённую заданную вероятность правильного узнавания опто типа. Эту величину, выраженную в угловых единицах, называют минимальным углом разрешения — *MAR* (Minimal Angle of Resolution). Однако как числовая характеристика остроты зрения значение *MAR* используются редко. В офтальмологической практике наиболее широкое употребление получили следующие способы представления результатов измерения:

— *дробь Снеллена* — отношение расстояния, при котором проводится измерение, к тому предельному расстоянию, при котором человек с условно нормальным зрением еще может узнавать знаки, пороговые для испытуемого;

– десятичная дробь  $1'/(MAR)$  – величина, равная отношению условно нормального “стандартного” порога ( $1'$ ) к полученному при измерении порогу ( $MAR$ );

– логарифм минимального угла разрешения  $\text{Log}MAR$ .

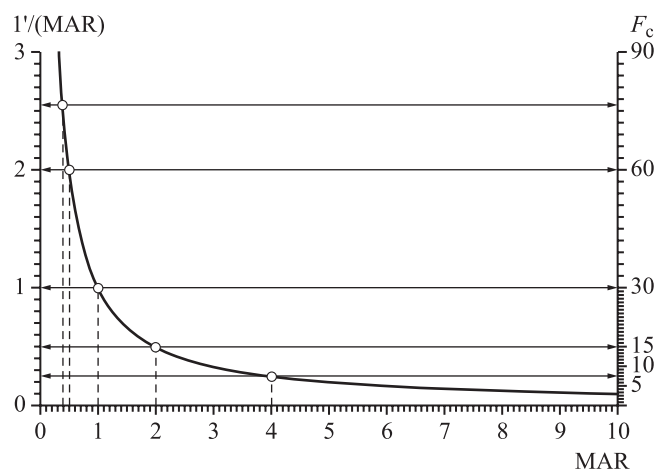
В основе всех этих мер лежит представление, что нормальной остроте зрения соответствует значение  $MAR$ , равное одной угловой минуте ( $1'$ ), но эта условная норма используется по-разному. Наиболее адекватной и соответствующей научным понятиям нам представляется величина  $1'/(MAR)$  – мера остроты зрения в широко используемой сейчас на практике десятичной (децимальной) системе. Введенная Дондерсом величина  $1/M$ , основанная на отношении размеров эталона и порогового для испытуемого стимула, фактически соответствует этой мере и по смыслу, и в числовом выражении. Числовое соответствие  $1'/(MAR) = 1/M$  обеспечивается тем, что толщина линий в стандартном оптопипе (определяющая  $MAR$ ) составляет постоянную долю ( $1/5$ ) от его высоты.

Десятичная мера остроты зрения  $V=1'/(MAR)$  удовлетворяет основным требованиям, предъявляемым к измерениям, соответствует интуитивному ранжированию остроты зрения как различительной способности (увеличение/уменьшение  $V$  означает улучшение/ухудшение различительной способности) и позволяет численно оценить степень отклонения от нормы в привычных терминах простого отношения к этой норме. Иными словами, если у пациента  $V=0.1$  при норме  $V=1$ , то и специалисту, и пациенту ясно, что различительная способность сильно снижена, а если  $V=2$ , то у пациента отличная острота зрения.

Более того, десятичная мера  $V$  прямо пропорциональна стоящей особняком современной мере остроты зрения – критической пространственной частоте  $F_c$ , которая по своей сути лучше и нагляднее всего может характеризовать различительную способность и удобна как для анализа данных, так и для физиологических трактовок. Это – наивысшая частота решётки максимального контраста, которую испытуемый способен отличить от однородного поля той же средней светлоты (яркости). Оценка  $F_c$  входит составной частью в исследование функций контрастной чувствительности (Волков и др., 1983; Шелепин и др., 1985; Virsu, Rovamo, 1979). Процедура измерения  $F_c$  предполагает прямое предъявление испытуемому решеток разной пространственной частоты, что достаточно просто реализуемо методами современной компьютерной графики, но было технически сложно в докомпьютерную эру,

в связи с чем такая мера, по-видимому, тогда и не обсуждалась. Замечательно то, что  $F_c$  как мера, с одной стороны, точно соответствует интуитивному представлению об остроте зрения как о способности различать тонкую структуру видимых объектов, а с другой стороны, – математически связана с десятичной мерой  $V$  постоянным коэффициентом пропорциональности. Последнее означает, что эти меры фактически эквивалентны. Значение  $F_c$  определяют как число периодов решетки максимальной воспринимаемой частоты (пороговой решетки), приходящихся на один угловой градус (или  $60'$ ) и выражают в циклах на градус. Очевидно, что период пороговой решетки должен быть равен  $2MAR$  – содержать одну темную и одну светлую полосу порогового углового размера, равного  $MAR$ . Таким образом, получаем, что  $F_c = 60'/2(MAR) = 30'/(MAR)$ , а поскольку  $V=1'/(MAR)$ , то  $F_c = 30V$ , и условно нормальной остроте зрения по десятичной шкале 1.0 соответствует  $F_c = 30$  цикл/град. В общем виде соотношение между десятичной системой оценки остроты зрения и  $F_c$  показано на рис. 2.

Дробь Снеллена – это устаревшая мера, неудобная для табличного представления и количественного анализа больших массивов данных, но по традиции еще часто употребляемая в Великобритании и ряде других стран. В числителе этой дроби указывают расстояние (обычно в футах или метрах), при котором проводилось измерение (как правило, это 20 футов или 6 м), а в знаменателе – то максимальное расстояние, с которого человек с условно нормальной остротой зрения мог бы различать оптопипы, являющиеся пороговыми



**Рис. 2.** Соотношение между значениями остроты зрения в десятичной системе (левая шкала) и значениями пространственной частоты решеток  $F_c$  (правая шкала), воспринимаемых на пределе разрешения.

По оси абсцисс – значения  $MAR$  в угловых минутах.



для обследуемого пациента. Таким образом, в этой системе условно нормальному зрению (с порогом в одну угловую минуту) при расстоянии тестирования 20 футов (6 м) соответствует дробь 20/20 (6/6), зрению с порогом в 10 угл. мин — дробь 20/200 (6/60), с порогом в 0.5 угл. мин — дробь 20/10 (6/3). Долгое время эта мера остроты зрения была повсеместно распространенной и общепринятой, в связи с чем один из офтальмологических журналов получил название “20/20” и сохраняет его до сих пор. “Преимуществом” дроби Снеллена является только то, что в числителе явно указывается расстояние до тестовой таблицы, но обычно это стандартное расстояние, поэтому многократное дублирование данной информации не имеет большого смысла. Расстояние, стоящее в знаменателе дроби Снеллена, разумеется, не определяется опытным путём (т.е. тестированием стандартного “нормального” наблюдателя), а просто вычисляется как расстояние, при котором угловые размеры пороговых для пациента тест-объектов будут соответствовать условной норме. Привлекательность такого представления измеряемой остроты зрения субъективна, но для приверженцев десятичной шкалы удобно то, что при переводе дроби Снеллена в десятичную форму, получается значение, точно соответствующее  $1'/(MAR)$ .

Что же касается логарифмической меры остроты зрения,  $V = \text{LogMAR}$ , активное распространение которой в последнее время лоббируется производителями таблиц, то она представляется не вполне адекватной по целому ряду причин и заслуживает отдельного обсуждения.

### ЛОГАРИФМИЧЕСКИЕ ШКАЛЫ И НЕПРАВОМЕРНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ LogMAR КАК ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ

Идея выражать остроту зрения “в единицах LogMAR” созрела в процессе совершенствования таблиц для оценки остроты зрения. Разработчики исходили из желания разместить тестовые знаки на стандартной площади таблицы таким образом, чтобы, во-первых, охватить как можно больший диапазон значений остроты зрения и, во-вторых, обеспечить одинаково высокую точность измерений во всём диапазоне.

Дело в том, что первая таблица Снеллена и многие последующие варианты состояли из строк, в которых тестовые знаки соответствовали реперным уровням, равно отстоящим друг от друга в десятичной шкале: 0.1—0.2—0.3 ... 0.9—1.0,

т.е. составляющим *арифметическую прогрессию*. В результате получалось, что при переходе от 0.1 к 0.2 изменение соответствовало 100% от исходной величины, а при переходе от 0.9 к 1.0 — всего 11%. Это означает очень разную точность измерений остроты зрения в разных частях рабочего диапазона, поскольку обычная процедура оценки остроты зрения состоит в определении строки с наименьшими знаками, которую испытуемый прочитывает без ошибок, и, следовательно, точность зависит от различия соседних строк. Для устранения указанной неоднородности таблиц в плане точности измерений были предложены таблицы с так называемым *пропорциональным дизайном*, в которых изменение от строки к строке соответствовало умножению размеров оптопов на одну и ту же величину, а реперные уровни составляли *геометрическую прогрессию*. В историческом обзоре Коленбрандера (Colenbrander, 2008) упоминалось, что первая таблица с пропорциональным дизайном, предвосхищавшая и другие более поздние усовершенствования, была предложена Джоном Грином ещё в 1868 г, но не была оценена по достоинству и была забыта. В этой таблице автор использовал не только геометрическую прогрессию реперных уровней, но и буквы более упрощенного вида, и интервалы, пропорциональные размерам букв.

При разработке таблиц с пропорциональным дизайном возникла идея использовать логарифмическую шкалу, поскольку в такой шкале умножение на постоянную величину означает добавление равных слагаемых. В связи с этой идеей для множителя геометрической прогрессии было выбрано значение 1.26, так как  $\log_{10} 1.26 = 0.1$ , что удобно для расчёта и обозначения реперных уровней. Так появились таблицы с логарифмическими шкалами и шагом 0.1, логическим дополнением которых стало указание значений остроты зрения “в единицах LogMAR”. Взяв за начало отсчёта общепринятую условную норму остроты зрения, соответствующую  $MAR=1'$ , разработчики установили в логарифмической шкале нормативный уровень  $\text{Log } 1 = 0$  и получили возможность сопоставлять значения остроты зрения в других системах измерения с данной шкалой. Начиная с конца прошлого века, во многих учебных пособиях и руководствах приводятся таблицы пересчёта значений остроты зрения из одной системы в другую, подобные приведённой здесь таблице.

Очевидно, что точность оценки остроты зрения определяется особенностями процедуры измерения порогового угла разрешения MAR и никак не связана с выбираемой системой вычисления значений остроты зрения на основании MAR,

**Таблица.** Соответствие различных показателей, используемых для характеристики остроты зрения: перевод значений остроты зрения из десятичных единиц в другие единицы измерения

Десятичные единицы	LogMAR	VE, %	VAR	Предельная частота (цикл/град)	Дробь Снеллена		
					для дали (фут)	для дали (м)	для близи (дюйм)
2.0	-0.3	109.4	115	60	20/10	6/3	14/7
1.8	-0.26	108.3	112.7	54	20/11	6/3.3	14/7.8
1.6	-0.2	106.8	110	48	20/12.5	6/3.75	14/8.7
1.4	-0.15	104.9	106.9	42	20/14.3	6/4.3	14/10
1.2	-0.08	102.7	103.6	36	20/16.7	6/5	14/11.7
<b>1.0</b>	<b>0.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100</b>	<b>30</b>	<b>20/20</b>	<b>6/6</b>	<b>14/14</b>
0.9	+0.05	98.0	97.6	27	20/22.2	6/6.67	14/15.6
0.8	+0.1	95.6	95	24	20/25	6/7.5	14/17.5
0.7	+0.15	92.3	92	21	20/28.6	6/8.6	14/20
0.6	+0.2	88.2	89	18	20/33.3	6/10	14/23.3
0.5	+0.3	83.6	85	15	20/40	6/12	14/28
0.4	+0.4	76.5	80	12	20/50	6/15	14/35
0.3	+0.5	67.5	75	9	20/62	6/18.7	14/43.7
0.2	+0.7	48.9	65	6	20/100	6/30	14/70
0.1	+1.0	20.0	50	3	20/200	6/60	14/140
0.05	+1.3	3.3	35	1.5	20/400	6/120	14/280
0.04	+1.4	1.4	30	1.2	20/500	6/150	14/350
0.025	+1.6	0.2	20	0.75	20/800	6/240	14/560

MAR – Minimal Angle of Resolution: минимальный разрешаемый угол;

VE – Visual Efficiency: эффективность работы зрительной системы;

VAR – Visual Acuity Rating: рейтинг остроты зрения;

Жирным шрифтом выделен уровень условной нормы.

поскольку эти значения взаимно однозначно переводятся из одной системы в другую. Соответственно, выбор той или иной системы – это произвольный шаг, обусловленный сложившимися традициями, представлениями, целью работы.

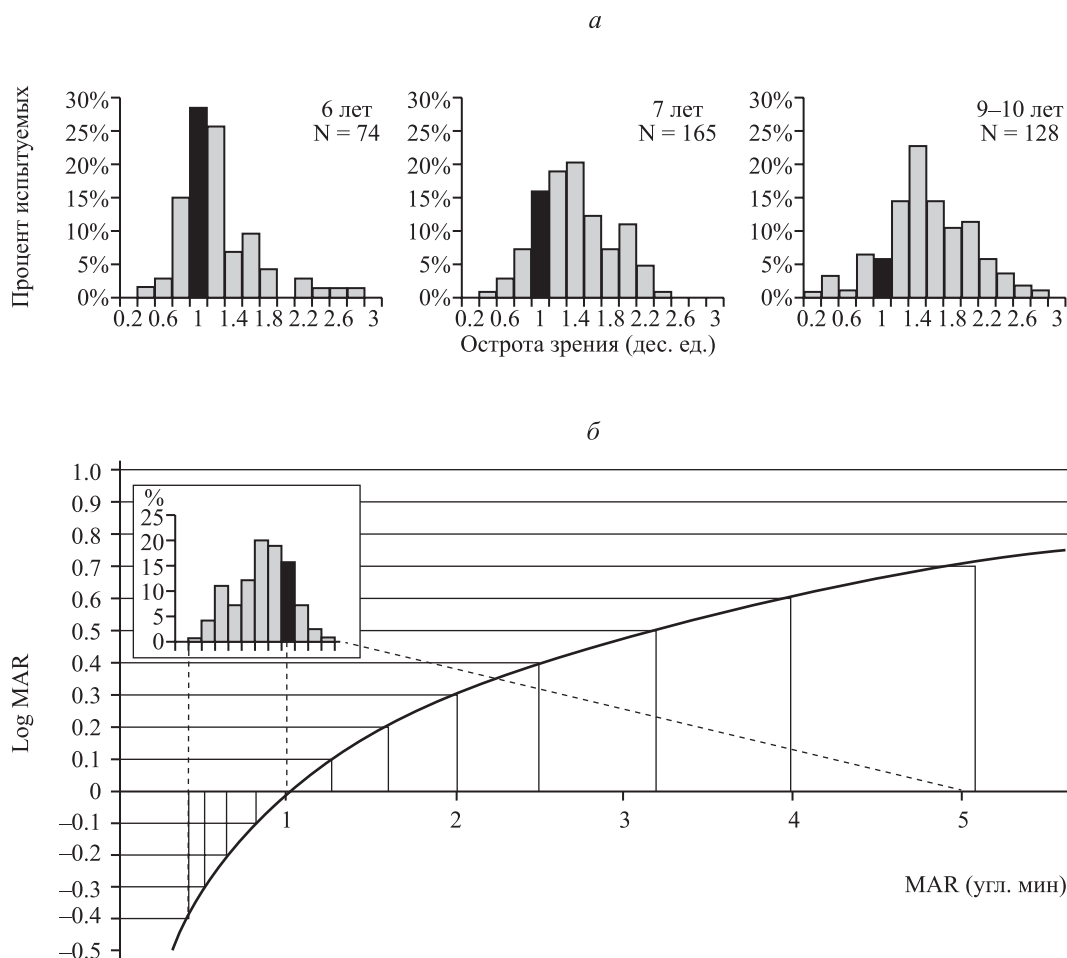
До недавнего времени единицам остроты зрения, фигурирующим в статьях, не придавалось особого значения (Williams et al., 2008) поэтому широкого обсуждения их сравнительных достоинств и недостатков не возникало. Однако появляющиеся настоятельные рекомендации указывать остроту зрения “только в единицах Log MAR” заставили нас проанализировать целесообразность этого более тщательно. При этом обнаружили серьёзные недостатки данной системы представления результатов измерений.

Во-первых, она не согласуется с метрологическим понятием измерения как такового. Напомним, что измерение предполагает получение числа, показывающего, во сколько раз измеренная величина больше некоторого эталона, или какую долю от эталона она составляет, если она меньше, чем эталон. В оптометрии эталон – это показатель, характеризующий нормальное функционирование зрительной системы. В настоящее время за эталон принята острота зрения человека,

у которого MAR=1'. В десятичной системе значению MAR=1' соответствует условно нормальная острота зрения 1.0 (так как 1'/1'=1), и нет никаких трудностей в сравнении получаемых в результате измерений показателей с этим эталоном. В тоже время в шкале LogMAR эталонному зрению с MAR=1' соответствует значение LogMAR=0, а поскольку деление на 0 невозможно, в этой шкале нельзя установить аналогию с классической трактовкой результата измерения как числа, показывающего, во сколько раз измеренная величина больше эталона.

Во-вторых, в точке MAR=1' функция LogMAR меняет знак, а это значение MAR находится в области наиболее часто встречающихся при измерениях значений, так как соответствует физиологически нормальной и близкой к норме остроте зрения. Представляется более чем странным и неестественным, что из двух людей с немного различающейся остротой зрения, один имеет положительную остроту зрения, а другой – отрицательную. Эту особенность LogMAR-системы иллюстрирует рис. 3. На рис. 3, а для примера приведены типичные гистограммы показателей некорригированной остроты зрения в десятичной шкале у детей разного возраста. Из





**Рис. 3.**

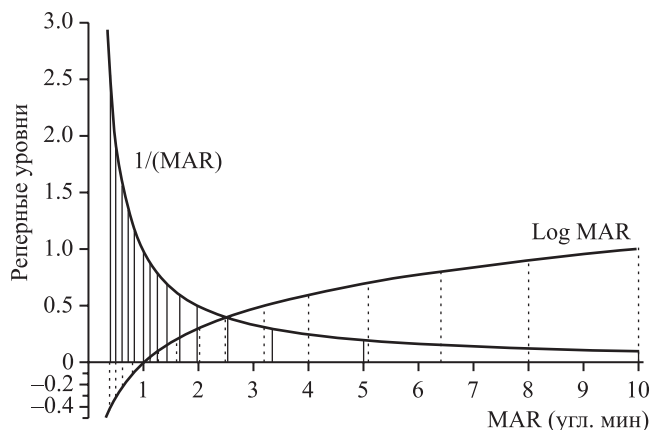
а – Типичные гистограммы показателей некорригированной остроты бинокулярного дальнего зрения в десятичной шкале у детей разного возраста (по Рожкова, Матвеев, 2007); б – функция  $y = \text{LogMAR}$ . По оси абсцисс – значения MAR в угловых минутах. На вставке – гистограмма значений некорригированной остроты зрения у 165 детей семилетнего возраста. Тонкие вертикальные линии пересекают ось абсцисс в точках, соответствующих уровням шкалы LogMAR при шаге 0.1.

этих гистограмм следует, что, основная масса показателей укладывается в диапазон от 0.2 до 2.8, причём максимум гистограммы, определяющий физиологическую норму, близок к условной норме 1.0 только у шестилетних детей, а с увеличением возраста сдвигается в сторону более высоких значений. На рис. 3, б показано, как эти данные соотносятся с LogMAR-системой. Здесь по оси  $x$  отложены значения MAR, кривая изображает функцию  $y = \log \text{MAR}$ , а на вставке приведена средняя из гистограмм рис. 3, а (полученная для семилетних детей), но со столбиками, расположенными в обратном порядке для удобства сопоставления. Высота столбиков гистограммы в ряду слева-направо соответствует проценту детей, имеющих показатели остроты зрения в десятичной шкале, уменьшающиеся от 2.6 до 0.2. Темный столбик, соответствующий остроте зрения

1.0 в десятичной шкале (0 LogMAR), помещен над соответствующим значением MAR (1') в основном графике. Вспомогательные боковые штриховые линии показывают, каким значениям MAR соответствуют крайние столбики гистограммы.

Как видно из рис. 3, б, в семилетнем возрасте большинство детей имеют отрицательные показатели по шкале LogMAR, а темный столбик, соответствующий условно нормальной остроте зрения LogMAR=0, находится не в центре гистограммы, вокруг которого сосредоточен диапазон возрастной нормы. Это не позволяет интерпретировать смену знака у показателя остроты зрения как признак перехода из области нормальных и отличных значений в неблагоприятную область по показателям возрастной нормы.

В-третьих, знаки оценок остроты зрения по шкале LogMAR не согласуются с интуитивными



**Рис. 4.** Ряды реперных уровней остроты зрения при шаге 0.1 по логарифмической (пунктирные линии) и десятичной (сплошные линии) шкалам.

представлениями о хорошей (высокой) и плохой (низкой) остроте зрения: люди с лучшей остротой зрения получают отрицательные оценки, а люди с худшей — положительные, причём эти оценки тем выше, чем хуже острота зрения.

В-четвёртых, наглядное сравнение оценок остроты зрения по шкале LogMAR, полученных для разных людей или для одного человека в разное время, невозможно без большой практики или без использования таблиц логарифмов. В отличие от этого, при использовании десятичной шкалы достаточно поделить одно значение на другое, чтобы представить, во сколько раз изменились наименьшие размеры различаемых пациентом объектов. На рис. 4 для сравнения приведены реперные уровни, обычно используемые в современных таблицах с десятичными и логарифмическими шкалами. Этот рисунок наглядно показывает, что в диапазоне значений MAR до 5' (куда попадают данные большинства людей) ни о каких преимуществах шкалы LogMAR говорить не приходится, а недостатки её очевидны. Что же касается области значений MAR, превышающих 5' и характерных для людей с выраженной патологией, то тут реперных уровней в существующих логарифмических таблицах больше, чем в десятичных, и, следовательно, точность оценок по таблице тут выше. Однако это не принципиально: число реперных уровней в таблицах с десятичной шкалой оценки остроты зрения может быть увеличено, поскольку оно определяется не типом шкалы, а шагом изменения размеров опто типов от строки к строке, выбираемым разработчиками. Еще в 30-х гг. XX в. отечественные специалисты предлагали делать таблицы с 10%-ным измерением размеров опто типов от строки к строке и при этом не поднимали вопроса о замене десятичной

шкалы оценок остроты зрения (Холина, 1930). В связи с этим не лишне отметить, что шаг 0.1 LogMAR, обычно используемый в таблицах с логарифмической структурой, соответствует 26%-ному изменению размеров.

В завершение этого раздела имеет смысл коснуться некоторых общих принципов, позволяющих взглянуть на обсуждаемые шкалы в другом ракурсе. Прежде всего примем во внимание, в каких случаях применяются логарифмические шкалы в других науках. Как утверждает в метрологических пособиях (Беклемишев, 1963; Сена, 1988; Пелевин, 2015), такие шкалы вводятся, во-первых, тогда, когда диапазон возможных значений измеряемой величины очень широк, т.е. наибольшие и наименьшие значения различаются на несколько порядков, и, во-вторых, тогда, когда само существо оцениваемой величины указывает на целесообразность его описания при помощи логарифмических единиц. Примеры первой ситуации — астрономия и вакуумная техника, примеры второй — акустика и теория информации.

Обсуждаемый нами случай остроты зрения к первой ситуации явно не относится: даже если объединить вместе всех людей с отличным, нормальным и сильно нарушенным зрением, разброс значений будет не столь велик. Что же касается второй ситуации, то тут требуется более детальное рассмотрение, поскольку в области зрительного восприятия логарифмические шкалы в ряде случаев используются: например, при шкалировании восприятия яркости принимается, что ощущение пропорционально логарифму действующего стимула (закон Вебера-Фехнера).

Подробный анализ этой проблематики очень сложен и выходит за рамки данной статьи. Мы ограничимся лишь обсуждением вопроса о том, на каком ощущении базируется понятие *острота зрения*, поскольку это принципиальный момент для любых умозаключений. По нашему мнению, на этот вопрос до сих пор не было чёткого ответа. Остроту зрения как разрешающую способность целесообразно связывать с ощущением *структурированности* тест-объекта, а структурированность тест-объекта естественно характеризовать количественно посредством числа точек или линий на единицу длины или площади. В таком случае разрешающая способность зрительной системы встанет в ряд с разрешающей способностью оптических систем, принтеров и мониторов. Учитывая это, при сопоставлении разных шкал для представления остроты зрения нужно в качестве аргумента брать не MAR — минимальный угол разрешения, а  $F_c$  — максимальную

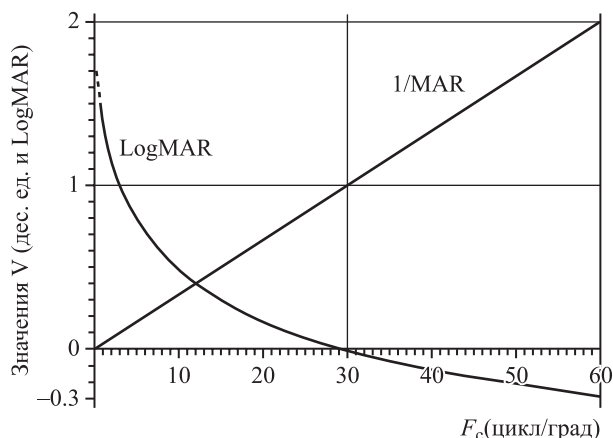


Рис. 5. Вид функций  $V = 1'/(MAR)$  и  $V = \log(MAR)/1'$  при использовании в качестве аргумента  $F_c = 30/(MAR)$ .

воспринимаемую пространственную частоту. Соответствующий график (рис. 5) наглядно демонстрирует естественность классической десятичной шкалы ( $1/(MAR)$ ) в которой показатели остроты зрения растут прямо пропорционально  $F_c$  — показателю структурированности, и весьма экзотические свойства шкалы LogMAR в отношении связи с этим показателем.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Переходя к заключению, отметим, что в данной краткой статье рассмотрены только некоторые очевидные для пользователя недостатки шкалы LogMAR как основы для представления результатов оценки остроты зрения. Неестественность этой шкалы с точки зрения привычных представлений о высокой и низкой остроте зрения, необходимость учитывать знаки показателей затрудняют адекватную трактовку результатов и мешают осознать смысл данных, получаемых в процессе измерений, что при их ручной записи может приводить к увеличению числа ошибок в протоколах. Подчеркнём главное: погрешность измерения остроты зрения во всех случаях определяется процедурой оценки порогового размера опто типа, и требуемого уровня точности можно достигнуть при любой шкале путем применения оптимальных алгоритмов для выбора шагов изменения опто типов (увеличения размеров опто типов после неправильных ответов и уменьшения — после правильных) и решающих правил (протоколов тестирования). В существующих печатных таблицах используются традиционно закрепившиеся реперные уровни, однако не запрещено использовать и другие шаги изменения размеров опто типов, а также варьировать их величину в разных диапазонах в соответствии

с конкретным назначением таблиц. Вообще говоря, разнообразных таблиц нужно много, так как один печатный тест не может быть оптимальным для разных целей — скрининга, мониторинга, врачебной экспертизы.

По нашему мнению, вышеизложенного достаточно, чтобы убедить читателя в том, что по совокупности недостатков единица LogMAR для измерения остроты зрения хуже, чем лошадиная сила для измерения мощности в реалиях современной жизни. Лошадиная сила как мера мощности вполне корректна, она плоха только тем, что сегодня не ассоциируется с повседневным опытом человека в цивилизованных странах, а LogMAR имеет целый ряд принципиальных недостатков. Наиболее прямой, адекватной и безупречной мерой остроты зрения является критическая пространственная частота, а для практики — эквивалентная ей и традиционно используемая десятичная мера.

Более подробное теоретическое сопоставление достоинств и недостатков десятичной и логарифмической мер и обсуждение удобств и неудобств их применения с разными целями в офтальмологической практике и в научных исследованиях требует другого формата. Здесь же мы считаем нужным только отметить, что за редкими исключениями (Ogle, 1953) инициаторы использования логарифмической шкалы имели основной целью либо удобство ранжирования патологических изменений остроты зрения вследствие разных причин (Westheimer, 1979), либо проблемы стандартизации измерений и статистической обработки результатов (Holladay, 1997; Recommended standard procedures, 1980; Rosser et al., 2003), либо разработку оптимальной структуры таблиц (Ferris et al., 1982), а вопрос о выборе единицы измерения остроты зрения считался как бы вторичным, автоматически увязанным с другими задачами. Во-первых, эта связь не очевидна, а во-вторых, получающие всё большее распространение компьютерные методы оценки остроты зрения, которые не являются табличными, снимают с повестки дня многие старые вопросы. В частности, задача оптимального выбора стабильных реперных уровней здесь не стоит, поскольку программа может использовать существенно большее число уровней, чем таблица — размеры опто типов можно менять с шагом в один пиксель.

Автор выражает благодарность Д.С. Лебедеву и А.Н. Соболевскому за обсуждение работы и Е.Н. Крутцовой за техническую помощь.

Работа выполнена при поддержке Программы III.3 ОНИТ РАН, 2016.



## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Беклемишев А.В.* Меры и единицы физических величин. М.: Государственное издательство физико-математической литературы, 1963. 296 с. (*Beklemishev A.V.* Measures and units of physical quantities. M.: 1963. 296 p. [in Russian]).
- Волков В.В., Колесникова Л.Н., Шелепин Ю.Е.* Частотно-контрастные характеристики и острота зрения в офтальмологической практике // Офтальмол. журн. 1983. № 3. С. 148–151 (*Volkov V.V., Kolesnikova L.N., Shelepin Ju.E.* Frequency-contrast characteristics and visual acuity in ophthalmological practice // Ophthalmol. J. 1983. No 3. P. 148–151 [in Russian]).
- Коскин С.А.* Система определения остроты зрения в целях врачебной экспертизы // Автореф. дисс. докт. мед. наук 2009. СПб. 48 с. (*Koskin S.A.* The system of visual acuity assessment for medical expertise. MD thesis. SPb. 2009. 48 p. [in Russian]).
- Пелевин В.Ф.* Метрология и средства измерения. НИЦ Инфра-М, Нов.знание. 2015. 272 с. (*Pelevin V.F.* Metrology and means of measurements. NIZ Infra-M, Nov. znanije. 2015. 272 p. [in Russian]).
- Рожкова Г.И., Матвеев С.Г.* Зрение детей: проблемы оценки и функциональной коррекции. М.: Наука, 2007. 315 с. (*Rozhkova G.I., Matveev S.G.* Vision of children: the problems of assessment and functional treatment. M.: Nauka, 2007. 315 p. [in Russian]).
- Сена Л.А.* Единицы физических величин и их размерности. М.: Наука, 1988. 431 с. (*Sena L.A.* Units of physical quantities and their dimensions. M.: Nauka, 1988. 431 p. [in Russian]).
- Холина А.* Новая таблица для исследования остроты зрения // Русский офтальмологический журнал. 1930. Т. 11. № 1. С. 42–47 (*Holina A.* A new chart for visual acuity assessment // Russian Ophthalmol. J. 1930. V. 11. No 1. P. 42–47 [in Russian]).
- Шамшинова А.М., Волков В.В.* Функциональные методы исследования в офтальмологии. М.: Медицина, 1999. 416 с. (*Shamshinova A.M., Volkov V.V.* Functional methods of investigations in ophthalmology. M.: Medicine, 1999. 416 p. [in Russian]).
- Шелепин Ю.Е., Колесникова Л.Н., Левкович Ю.И.* Визо-контрастометрия. Л.: Наука, 1985. 102 с. (*Shelepin Ju. E., Kolesnikova L.N., Levkovich Ju.I.* Visocontrastometry. L.: Nauka, 1985. 102 p. [in Russian]).
- Bailey I.L., Lovie J.E.* New design principles for visual acuity letter charts // Am. J. Optom. Physiol. Opt. 1976. V. 53. P. 740–745.
- Campbell F.W., Green D.G.* Optical and retinal factors affecting visual resolution // J. Physiol. Lond. 1965. V. 181, P. 576–593.
- Campbell F.W., Robson J.C.* Application of Fourier analysis to the visibility of gratings // J. Physiol. 1968. V. 197. P. 551–566.
- Colenbrander A.* (General Secretary, Visual Functions Committee, International Council of Ophthalmology) Visual acuity measurement standard // Italian J. Ophthalmol. 1988. V. 2(1). P. 1–19.
- Colenbrander A.* The Historical evolution of visual acuity measurement // Visual Impairment Research. 2008. V. 10 (2–3). P. 57–66.
- Ferris F.L., Kassoff A., Bresnick G.H., Bailey I.* New visual acuity charts for clinical research // Am. J. Ophthalmol. 1982. V. 4 P. 91–96.
- Green J.* On a new series of test-letters for determining the acuteness of vision // Transactions of the American Ophthalmological Society. 1868. V. 1(4–5). P. 68–71.
- Green J.* Notes on the clinical determination of the acuteness of vision including the construction and graduation of optotypes // Trans. Am. Ophthalmol. Soc. 1905. V. 10. P. 644–654.
- Holladay J.T.* Proper method for calculating average visual acuity // Journal of Refractive Surgery. 1997. V. 13 (4). P. 388–391.
- International Vocabulary of Metrology – Basic and General Concepts and Associated Terms (3<sup>rd</sup> ed.),* Joint Committee for Guides in Metrology. 2008. p. 6.
- ISO 8596. International Standard. Ophthalmic optics. Visual acuity testing. Standard optotype and its presentation.* Geneva: International Standards Organization, 1994. (2<sup>nd</sup> edition: 2009).
- ISO 8597. International Standard. Optics and optical instruments. Visual acuity testing. Method of correlating optotypes.* Geneva: International Standards Organization, 1994.
- ISO 5725-2. International Standard. Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results. Basic methods for the determination of repeatability and reproducibility of a standard measurement method.* International Standards Organization, Geneva, 1994.
- Kniestedt C., Stamper R.L.* Visual acuity and its measurement // Ophthalmol. Clin. N. Am. 2003. V. 16. P. 155–170.
- Landolt E.* Méthode optométrique simple // Bulletins et Memoires de la Société Française d’Ophthalmologie. 1888. V. 6. P. 213–214.
- Ogle K.N.* On the problem of an international nomenclature for designing visual acuity // Am. J. Ophthalmol. 1953. V. 36 (7). P. 909–921.
- Pirenne M.H.* Visual acuity / In: The Eye. 1962. V. 2. P. 175–195.
- Recommended standard procedures for the clinical measurement and specification of visual acuity.* Report of working group 39. Committee on vision. Assembly of Behavioral and Social Sciences, National Research Council, National Academy of Sciences, Washington, D. C. // Adv Ophthalmol. 1980;41:103–148.
- Rosser D.A., Cousens S., Murdoch I.E., Fitzke F.W., Laidlaw D.A.* How sensitive to clinical change are ETDRS LogMAR visual acuity measurements? //

- Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. 2003. V. 44. P. 3278–3281.
- Sloan L.L.* Needs for precise measures of acuity: equipment to meet these needs // Arch Ophthalmol. 1980. V. 98. P. 286–290.
- Snellen H.* Test-types for the determination of the acuteness of vision. Utrecht: P. W. van de Weijer, 1862. 44 p.
- Virsu V., Rovamo J.* Visual resolution, contrast sensitivity, and the cortical magnification factor // Exp. Brain Res. 1979. V. 37. P. 475–494.
- Visual Impairments: Determining Eligibility for Social Security Benefits. Tests of visual functions. Board on: The National Academies Press. Behavioral, Cognitive, and Sensory Sciences and Education (BCSSE). 2002.*
- Westheimer G.* Scaling of visual acuity measurements // Arch. Ophthalmol. 1979. V. 97. P. 327–330.
- Williams M. A., Moutray T. N., Jackson A.J.* Uniformity of visual acuity measures in published studies // Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. 2008. V.49 (10). P. 4321–4327.

## LogMAR for visual acuity is worse than horsepower for electric lamp

G. I. Rozhkova

*Institute for Information Transmission Problems RAS (Kharkevich Institute)  
127051 Moscow, B. Karetny per.19, Build. 1*

The problem of an accurate assessment of visual acuity appeared to be so complicated that a solution satisfying both visual scientists and optometrists had not been found up to date. In practical works, different methodological approaches are used in parallel, each having its advantages and shortages. In theoretical investigations, only some partial aspects of a general problem have been analyzed successfully. Unfortunately, in line with a significant progress in understanding some principal points, in recent publications, one could notice controversies in using basic notions that hinder proper analysis and comparison of the results obtained. In particular, this concerns the unit of visual acuity measurements. During many years, traditionally, in most countries, different but easily comparable and rather natural notations of Donders and Snellen were used. However, in recent years, there are more and more recommendations to use only LogMAR since such “unit” provides a possibility to obtain more accurate data of visual acuity measurements and improve their analysis. In this paper, we consider principal shortages of using LogMAR notation for scoring visual acuity measurements though using logarithmic scale in elaboration of the test charts seems to be quite reasonable. The arguments are presented in favor of the classical decimal notion of Donders with conventional standard measuring unit 1.0 since this measure corresponds to the strict notion of resolution capability used for various systems of image processing and transmission on the basis of maximal reproducible spatial frequency.

*Key words:* visual acuity, resolution capability, unit of measurement, decimal notation, LogMAR.