

М. И. БУДАРГИНА

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК СОЛНЦЕЗАЩИТНЫХ ОЧКОВЫХ ЛИНЗ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ОСТРОТУ ЗРЕНИЯ

Рассчитаны значения коэффициента пропускания по спектрофотометрическим данным солнцезащитных очковых линз. Полученные значения сравниваются с требованиями ГОСТ. Рассмотрено влияние линз на остроту зрения и субъективное ощущение контрастности изображения.

Ключевые слова: солнцезащитные очковые линзы, острота зрения, спектральные и цветовые характеристики.

Согласно проведенным исследованиям европейского рынка солнцезащитных очков, основной целью ношения солнцезащитных очков является защита глаз. Солнцезащитные линзы не только снижают количество попадающего на сетчатку глаза видимого света от 100 до 10—50 %, но, что еще более важно, отфильтровывают ультрафиолетовое (УФ) излучение.

Исследования спектральных и цветовых характеристик некоторых солнцезащитных очков разных производителей с линзами различных цветовых оттенков представлены в работе.

Важным свойством солнцезащитных линз является способность влиять на остроту зрения, что подтверждается использованием при заболеваниях зрительной системы линз различного цвета для коррекции зрения, а также профессиональными спортсменами [1, 2].

Чрезвычайно важна способность таких линз к „отрезанию“ излучения УФ спектрального диапазона, так как при ношении солнцезащитных очков зрачки расширяются, пропуская большее количество невидимого опасного УФ-излучения. Это означает, что ношение солнцезащитных очков, не обеспечивающих надежное „отрезание“ УФ-излучения, даже более опасно для глаз, чем нахождение на солнце без очков вообще.

Многие ведущие производители — фирмы Rodenstock, Seiko, Carl Zeiss и др. — выпускают заготовки из полимерного материала для производства солнцезащитных очковых линз (далее — линз), в том числе и корригирующих. Значения коэффициентов пропускания линз в УФ-, видимой и ИК-областях спектра регламентируются, но эта информация не предоставляется потребителю, а также не известно влияние линз на защитные свойства, остроту зрения и субъективные ощущения человека. В настоящей работе исследовано влияние на остроту зрения линз разных производителей.

Исследование включало в себя следующие этапы:

- 1) изучение спектральных характеристик линз Rodenstock, Seiko, Carl Zeiss;
- 2) определение координат цветности линз;

- 3) определение интегральных коэффициентов пропускания в УФ и видимом спектральных диапазонах;
- 4) сравнение полученных данных с ГОСТ Р 51854-2001;
- 5) исследование влияния линз Rodenstock на остроту зрения и субъективное ощущение контрастности изображения.

При инструментальном измерении цвета учитываются следующие характеристики:

- 1) спектральные коэффициенты отражения $\rho(\lambda)$ и пропускания $\tau(\lambda)$;
- 2) координаты цвета X, Y, Z ;
- 3) координаты цветности x, y ;
- 4) координаты цвета L, a, b в системе CIE *Lab*, принятой в 1976 г.;
- 5) насыщенность цвета S ;
- 6) цветовой тон T .

В настоящей работе определение цветовых характеристик проводилось расчетным путем по данным, полученным на основании спектрофотометрических измерений [3—5].

Для расчета коэффициентов пропускания в УФ и видимом спектральных диапазонах использовалась методика, описанная в ГОСТ Р 51854-2001 и ГОСТ Р 12.4.230.1-2007 [6, 7].

Первоначально по стандартной методике определялась острота зрения каждого глаза и при необходимости подбирались линзы для полной коррекции зрения. Затем в пробную оправу поочередно устанавливались солнцезащитные очковые линзы из исследуемого набора фирмы Rodenstock и повторно проверялась острота зрения. Пациенту показывали оптоотипы, соответствующие остроте зрения 1,0 (не менее четырех знаков подряд). Если все было названо верно, то показывали более мелкие знаки, непосредственно следующие за размером 1,0 в данной таблице. Так продолжалось до тех пор, пока пациент не начинал ошибаться (не более двух ошибок в строке). Результаты проверки зрения с солнцезащитными и прозрачными линзами сравнивались.

Пациент, посмотрев через цветные линзы, должен был охарактеризовать свои ощущения контрастности изображения, мерой субъективной контрастности условно была принята единица. Идентичное восприятие оптоотипов как через линзу, так и без нее соответствует 1, отклонение от данного значения соответствует улучшению (>1) или ухудшению (<1) восприятия.

Исследования характеристик солнцезащитных очковых линз показали, что существуют расхождения с характеристиками, заявленными производителями. Коротковолновая граница спектра в большинстве линз, обеспечивающих защиту от ультрафиолета, сдвинута на несколько десятков нанометров.

На рис. 1 представлены спектральные характеристики некоторых линз фирмы Rodenstock, из которого видно, что линзы с разной степенью затемнения и различных цветов имеют разный коэффициент пропускания в одинаковых спектральных диапазонах (a — линза розового цвета степенью затемнения 12 %, b — линза коричневого цвета степенью затемнения 25 %, c — линза серого цвета степенью затемнения 90 %, d — линза оранжевого цвета степенью затемнения 65 %).

В ходе исследования были определены цветовые характеристики для всех солнцезащитных линз. В табл. 1 представлены результаты определения характеристик цветности для линз фирмы Rodenstock. Цветовые координаты соответствуют оттенку и окраске линз; насыщенность характеризует степень затемнения солнцезащитной очковой линзы под определенным названием. По координатам цветности, насыщенности и цветовому тону можно судить о цвете и оттенке линз.

Для анализа соответствия исследуемых солнцезащитных очковых линз требованиям стандартов были определены их интегральные коэффициенты пропускания в УФ и видимом спектральных диапазонах. Спектральная световая эффективность характеризует ощущения,

возникающие у „среднестатистического наблюдателя“ при рассматривании стандартного (МКО) источника света D_{65} [6, 7].

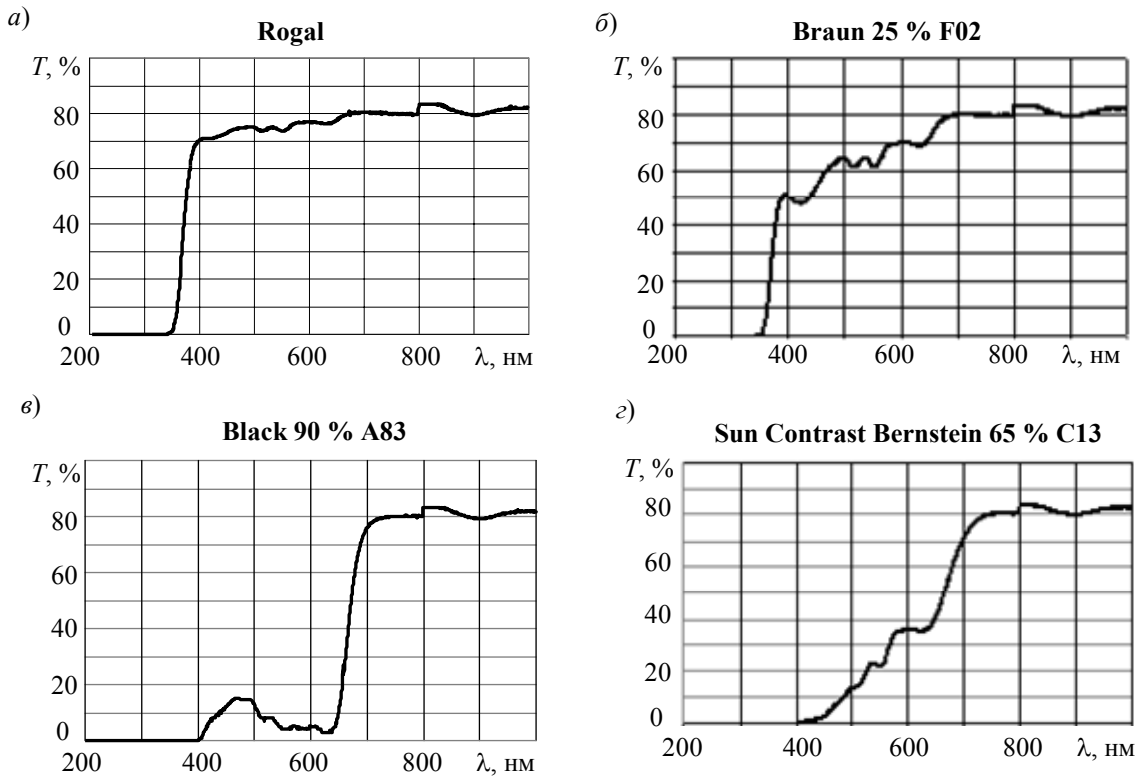


Рис. 1

Таблица 1

Характеристики цветности солнцезащитных очковых линз фирмы Rodenstock

Линза	X	Y	Z	L	a	b	S, о.е.	T, о.е.
Ametist F24	67,36	69,75	77,16	86,87	2,39	-0,94	2,57	-0,37
Bernstein 65%	26,40	25,70	5,29	57,76	8,32	54,19	54,83	1,42
Bernstein 80%	16,00	14,67	1,51	45,18	12,35	57,46	58,78	1,36
Black 90% A83	6,54	6,56	12,81	30,79	3,20	-17,34	17,63	-1,39
Blau 15% F16	70,62	74,82	83,79	89,31	-1,05	-1,70	2,00	1,02
Braun 25% F02	62,47	65,35	60,62	84,66	0,84	9,03	9,07	1,48
Braun 75% C11	20,49	20,70	9,99	52,62	4,02	28,11	28,40	1,43
Braun 85% C14	10,95	10,32	3,23	38,41	8,78	31,92	33,10	1,30
Braun 85% F29	12,23	11,51	5,11	40,43	9,21	25,15	26,78	1,22
Brunal	70,75	74,51	76,99	89,16	-0,15	3,14	3,15	-1,52
Drive C16	22,68	19,73	8,53	51,53	19,05	30,88	36,28	1,02
Grau 65% F15	30,20	31,41	32,96	62,85	1,30	1,66	2,11	0,91
Green 85%	9,51	12,10	8,50	41,38	-15,22	13,43	20,30	-0,72
Green 85% A75	10,38	11,60	10,74	40,58	-4,89	5,16	7,11	-0,81
Rogal	71,84	75,21	79,64	89,49	0,77	1,69	1,85	1,14

Коэффициент пропускания света τ_v вычисляется по формуле:

$$\tau_v = \frac{\int_{380}^{780} \Phi_{\lambda}^{D_{65}}(\lambda) \tau(\lambda) V(\lambda) d\lambda}{\int_{380}^{780} \Phi_{\lambda}^{D_{65}}(\lambda) V(\lambda) d\lambda}, \quad (1)$$

где $\Phi_{\lambda}^{D_{65}}$ — относительное спектральное распределение потока излучения стандартного источника излучения D_{65} ; $V(\lambda)$ — относительная спектральная световая эффективность монохроматического излучения в диапазоне длин волн от 380 до 780 нм; $\tau(\lambda)$ — спектральный коэффициент пропускания.

Значения произведения относительного спектрального распределения потока излучения стандартного источника излучения D_{65} на относительную спектральную световую эффективность монохроматического излучения для дневного зрения приведены в ГОСТ Р 51854-2001 и ГОСТ Р 12.4.230.1-2007.

Коэффициент пропускания в ультрафиолетовой области спектра солнечного излучения τ_{suv} в диапазоне длин волн от 280 до 380 нм определяется по формуле:

$$\tau_{\text{suv}} = \frac{\int_{280}^{380} \tau(\lambda) E_{S\lambda}(\lambda) W(\lambda) d\lambda}{\int_{280}^{380} E_{S\lambda}(\lambda) W(\lambda) d\lambda}, \quad (2)$$

где $E_{S\lambda}(\lambda)$ — спектральная плотность энергетической облученности солнечным излучением на уровне моря, Вт·м⁻³; $W(\lambda)$ — спектральная эффективность воздействия ультрафиолетового излучения на глаз. Значения $E_{S\lambda}(\lambda)$ и $W(\lambda)$ приведены в приложении ГОСТ Р 51854-2001 [6], они должны соответствовать значениям, приведенным ГОСТ 8.332 [6, 7].

Интегральный коэффициент пропускания τ был рассчитан по спектральным характеристикам ($\lambda = 280$ — 380 нм), полученные результаты сравнивались с допустимыми значениями $\tau_{\text{д}}$, приведенными в ГОСТ Р 51854-2001 (табл. 2). Можно заметить, что все измеренные линзы соответствуют допустимым нормам и, следовательно, защищают глаза от вредного воздействия ультрафиолета.

Таблица 2

Сравнение расчетного интегрального коэффициента пропускания с требованием ГОСТ

Линза	Класс защиты	τ	$\tau_{\text{д}}$
Ametist F24	1	0,70	0,052
Bernstein 65%	2	0,26	0
Bernstein 80%	3	0,07	0
Black 90% A83	1	0,07	0
Blau 15% F16	1	0,75	0,05
Braun 25% F02	1	0,65	0,042
Braun 75% C11	2	0,21	0
Braun 85% C14	3	0,05	0
Braun 85% F29	3	0,06	0
Brunal	1	0,75	0,05
Drive C16	2	0,20	0
Grau 65% F15	2	0,31	0,002
Green 85%	3	0,06	0,001
Green 85% A75	3	0,06	0,001
Rogal	1	0,75	0,05

При сравнении спектральных характеристик солнцезащитных очковых линз разных фирм было выявлено, что линзы Rodenstock максимально отвечают требованиям [6, 7], поэтому они были выбраны для исследования остроты зрения.

На рис. 2 представлены диаграммы изменения остроты зрения (внешний круг) и субъективного ощущения контрастности изображения (внутренний круг) для линз розового (Rogal),

коричневого (Braun), серого (Black) и оранжевого (Sun Contrast Bernstein) цвета с разным процентом затемнения.

Белый цвет внешнего круга означает, что острота зрения с линзой и без нее остается неизменной (рис. 2, а), серый цвет соответствует повышению остроты на 0,2 в 10 % (б) и 15 % (г) случаев, штриховка соответствует снижению остроты зрения на 0,1 в 45 % случаев (в). Во внутреннем круге указано процентное соотношение изменения контрастности изображения (1 — повышение контрастности, 2 — без изменений, 3 — снижение).

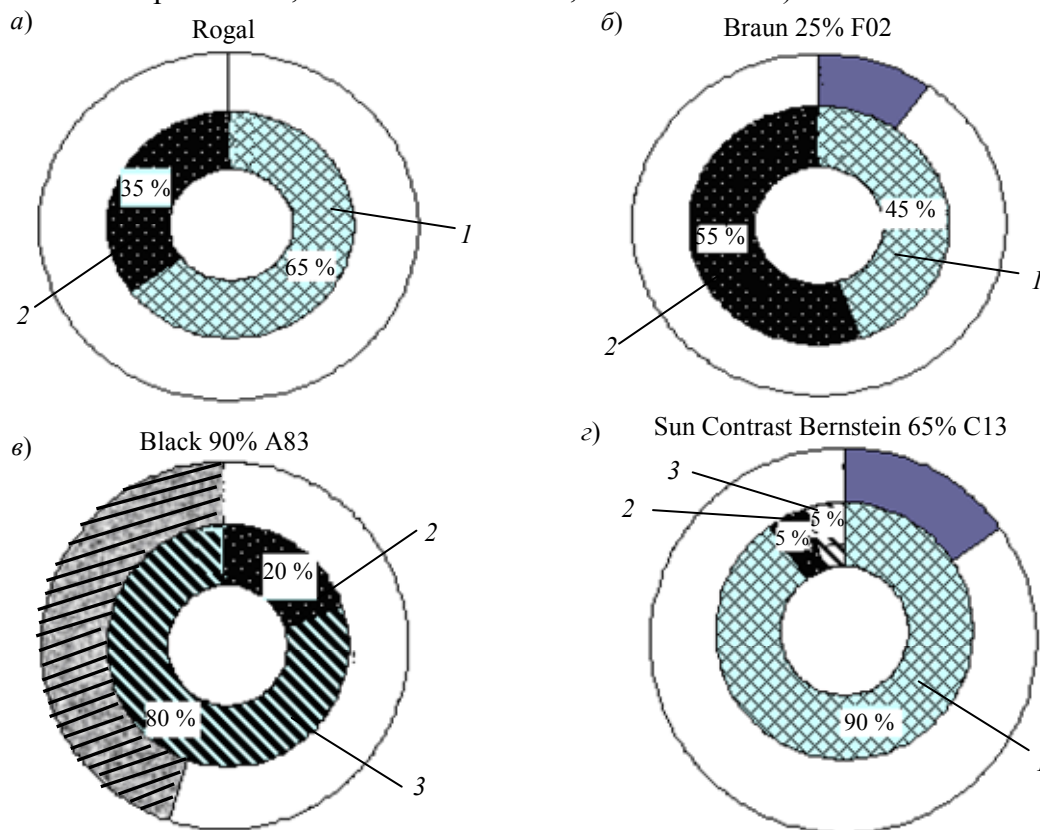


Рис. 2

Исследование других линз фирмы Rodenstock показало схожие результаты.

По результатам исследования можно утверждать, что солнцезащитные очковые линзы различных производителей разного цвета и степени затемнения по-разному влияют на остроту зрения и субъективное восприятие контрастности изображения. Поэтому при выборе очковых линз следует учитывать индивидуальные потребности и особенности каждого человека, влияние цветовой гаммы линз на изменение остроты зрения и субъективное восприятие контрастности изображения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Розенблюм Ю. З., Зак П. П., Островский М. А., Алиев А.-Г. Д., Смольянинова И.Л., Бора Е. В., Мамчиц И. И. Спектральные фильтры как вид лечебной коррекции // Вестник офтальмологии. 1995. Т. 3, № 3. С. 5—8.
2. Кушель Т., Сенокосов А., Бутикова Г., Васильцова Е. // Веко. 2004. № 81.
3. Бударгина М. И., Пруненко Е. К. Исследование влияния поверхностно окрашенных очковых линз на остроту зрения // Изв. вузов. Приборостроение. 2010. Т. 53, № 7. С. 82—85.
4. Калининская Т. В., Доброневская С. Г., Аврутина Э. А. Окрашивание полимерных материалов. Л.: Химия, 1985. 184 с.
5. Козлов М. Г., Томский К. А. Светотехнические измерения. СПб: Изд-во „Петербургский институт печати“, 2004. 320 с.

6. ГОСТ Р 51854-2001. Линзы очковые солнцезащитные. Технические требования. Методы испытаний. М.: Изд-во стандартов, 2003. 7 с.
7. ГОСТ Р 12.4.230.1-2007. Средства индивидуальной защиты глаз. Общие технические требования EN 166-2001. Индивидуальная защита глаз. Технические условия. М.: Изд-во стандартов, 2007. 35 с.

Сведения об авторе

Мария Ивановна Бударгина

— соискатель; Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, кафедра оптических технологий; E-mail: budargina@mail.ru

Рекомендована факультетом ОИСТ

Поступила в редакцию
25.11.11 г.