

Предварительная оценка предпочтений жителей Индии в части коррелированной цветовой температуры при кратковременной хроматической адаптации¹

А. М. ДУГАР^{1,3}, Д. АГАРВАЛ²

¹ Компания *Lighting Research & Design*, Ченнаи, Индия

² Компания *Thea Light Works*, Хайдарабад, Индия

³ Email: amdugar@lighting-rnd.in

Аннотация

Приведены результаты небольшого предварительного исследования предпочтений жителей Индии в части коррелированной цветовой температуры (КЦТ) при кратковременной хроматической адаптации. Предпочтения в части КЦТ исследовались с использованием регулируемой по спектру осветительной установки с СД. Помещение освещали двумя светильниками с СД, каждый из которых содержал 216 групп из трёх СД с КЦТ 3000, 4000 и 6500 К (всего 648 СД). Исследование предпочтений пользователей производилось с участием 50 жителей Индии, каждый из которых занимался обычной повседневной деятельностью (чтение, просмотр телевизора, приём пищи и отдых) в помещении, полностью освещаемом светом с КЦТ, равной 3000, 4000 или 6500 К. Исследования показали, что наименее предпочтительными являются 6500 К, тогда как для такой целенаправленной деятельности, как чтение и приём пищи, предпочтительными являются 4000 К. В то же время, в случае нецеленаправленной деятельности, такой как просмотр телевизора и отдых, участники не могли провести различие между 3000 и 4000 К.

Ключевые слова: коррелированная цветовая температура, СД освещение, кратковременная адаптация, культура.

1. Введение

Целью этого небольшого предварительного исследования была разработка рекомендаций по улучшению восприятия изделий с СД на основе данных о предпочтениях наблюдателей в части коррелированной цветовой температуры (КЦТ) при кратковременной хроматической адаптации.

Кратковременной хроматической адаптации. КЦТ представляет собой температуру чёрного тела, при которой его координаты цветности наиболее близки к координатам цветности, соответствующим спектральному распределению энергии излучения (СРЭИ) рассматриваемого источника света, и характеризует восприятие освещения в интервале от красновато-желтовато-белого до синевато-белого цвета [1]. Под хроматической адаптацией понимают способность зрительной системы человека подстраиваться под изменения освещения для сохранения цветового облика предметов. Она обеспечивает неизменность цветов объектов при изменении спектрального состава падающего на них излучения [2]. Кратковременная цветовая адаптация имеет место при 15-минутном или более кратковременном воздействии окрашенного света, причём последствия этой адаптации затухают в течение минут или секунд [3]. Исследования показали, что при постоянной яркости хроматическая адаптация завершается на 90 % после примерно 60 с воздействия света [4]. Данное исследование посвящено определению того, освещение с какой КЦТ предпочтительно при повседневной деятельности (чтение, просмотр телевизора, приём пищи и отдых), а не цветовому облику освещаемых объектов.

Задачей данного исследования была оценка того, влияет ли культура на предпочтения людей в части КЦТ при кратковременной хроматической адаптации. Исследования, проведённые применительно к разным культурам, продемонстрировали потребность в источниках света, способных динамически регулировать цветность освещения, т.к. они способны улучшить самочувствие людей, относящихся как к одной культуре, так и к нескольким культурам [5–8]. Являясь одним из

параметров, характеризующим цветность освещения, КЦТ источника света играет важную роль с точки зрения как психологии, так и физиологии людей [9]. Предпочтения в части КЦТ при кратковременной хроматической адаптации выбраны нами потому, что, как показали проведённые ранее исследования [10–12], при полной адаптации людей к условиям освещения изменения КЦТ в интервале от 2500 до 6500 К мало влияют на предпочтения людей в части освещения.

Успешное развитие осветительных приборов с СД позволило приспособлять КЦТ освещения к различным потребностям людей [13]. Индия балансирует на грани превращения в крупнейший рынок СД освещения, что обусловлено правительственными программами по замене неэффективных ламп на СД [14]. Государственное ключевое агентство *Energy Efficient Service Ltd (EESL)*, которое отвечает за переход от старой техники (компактных люминесцентных ламп или ламп накаливания) на СД, нацелено на увеличение к 2018 г. объёма продаж СД ламп до 700 млн шт. Принятая *EESL* схема распределения, получившая название *Unnat Jyoti by Affordable Lamps for All (UJALA)*, сыграла важную роль в уменьшении розничных цен СД ламп мощностью 9 Вт вплоть до \$1,00 за штуку в целях стимулирования перехода потребителей на эти энергоэффективные лампы. Учитывая тот факт, что в рамках схемы *UJALA* осуществляется раздача СД ламп только с равным 6500 К значением КЦТ, то в этом случае Индия выступает в роли культурной испытательной станции для определения того, на самом ли деле население Индии предпочитает КЦТ, равную 6500 К. Данное исследование ограничено равными 3000, 4000 и 6500 К значениями КЦТ, т.к. это наиболее легкодоступные на индийском рынке КЦТ СД источников света.

2. Методы

В работе использовался метод вторых перекрёстных измерений, когда выборка исследуется только один раз для получения и анализа соответствующих реакций. 50 участников, разделённых на группы из трёх или четырёх человек, были помещены в экспериментальную среду и должны были заполнить вопросники. Хотя

¹ Перевод с англ. Е.И. Розовского

50 человек – это очень маленькая выборка, чтобы быть характеризовать всё население Индии, это предварительное исследование, в первую очередь, преследует цель проверки используемой методики на населении одного индийского города, с тем чтобы впоследствии провести аналогичные исследования в других городах. Эксперимент проводился в южном индийском городе Хайдарабаде, и участников набирали именно в этом городе.

В литературе отмечается, что КЦТ сама по себе не может однозначно описать используемое при проведении исследований СРЭИ, так как одному и тому же значению КЦТ могут соответствовать самые разные СРЭИ [12]. Поэтому помимо КЦТ для описания светильников в этом исследовании использовался ещё и общий индекс цветопередачи (ИЦП), т.к. в Индии для описания качества обеспечиваемой освещенности широко используются именно эти две характеристики. Под ИЦП понимают воздействие света на цветовой облик объекта при его осознанном или неосознанном сравнении с цветовым обликом того же объекта при освещении его эталонным источником света. При этом ИЦП определяется СРЭИ соответствующего ИС [15]. Исследования проводились в экспериментальной комнате, освещённой регулируемой осветительной установкой с СД, генерирующей свет с КЦТ, равной 3000, 4000 и 6500 К, и ИЦП, равным 80, и создающей на крышке стола освещённость, равную 300 лк (рис. 1). Значения КЦТ и ИЦП взяты из данных производителя, приведённых для этой осветительной установки с СД. Эксперимент продолжался примерно 9 ч и охватывал два дня, причём на каждую из групп приходилось примерно 40 мин.

2.1. Помещение

Эксперимент проводили в замкнутом помещении (без окон, которые служили бы внешними источниками света) в хайдарабадском офисе компании *Thea Light Works*. Комната имела размеры 3,0 м в длину, 2,9 м в ширину и 3,0 м в высоту и освещалась двумя светильниками с СД, встроенными в подвесной потолок (рис. 2). Температура в комнате при помощи установленного на стене кондиционера поддерживалась равной 24 °С. Ком-

Рис. 1. Экспериментальная комната с регулируемой осветительной установкой с СД, генерирующей свет с тремя значениями КЦТ (3000 К слева, 4000 К в центре, 6500 К справа) при равной 300 лк средней освещённости на поверхности стола

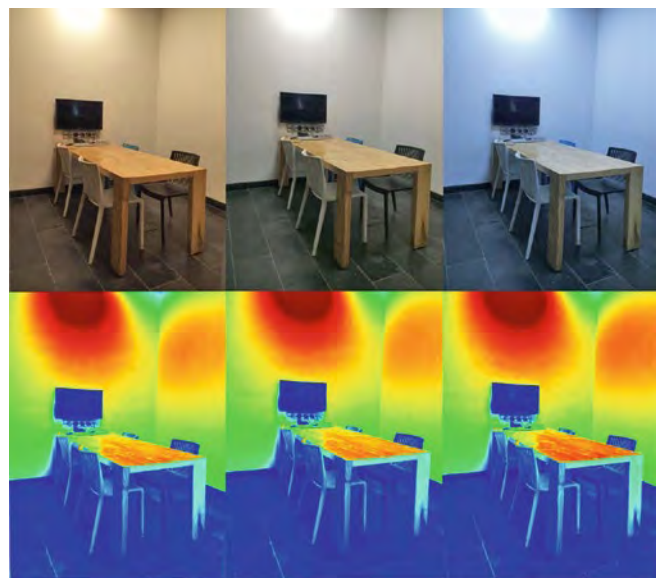
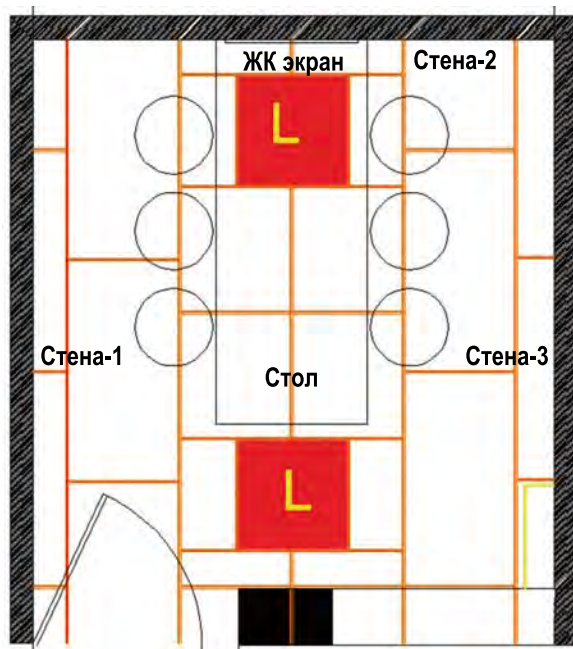


Рис. 2. План экспериментальной комнаты (L – СД панель, встроенная в подвесной потолок)



ната была обставлена таким образом, чтобы обеспечить участникам возможность читать, смотреть телевизор, принимать пищу и отдыхать. Прямоугольный стол цвета светлой сосны был помещён вплотную к расположенной напротив входа стене, и к нему были приставлены 4 офисных стула. Высота стола была равна 0,7 м. На примыкающей к столу стене, прямо над ним, был установлен 24-дюймовый телевизионный экран. Настройки экрана (яркость, цветовая температура, гамма, насыщенность, цветовой тон и зернистость) поддерживались постоянными на всём протяжении эксперимента. Кроме того, на примыкающей к двери стене имелась книжная полка, предназначенная для хранения всех свя-

занных с проведением исследований материалов, таких как цветные журналы и еда. Во время эксперимента на столе размещались отпечатанные вопросники и ручки. Коэффициенты отражения поверхностей помещения приведены в табл. 1.

2.2. Светильники

Для освещения комнаты использовались два сделанных на заказ встраиваемых в потолок светильника с СД, имеющие размеры 598×598×86 мм каждый. Светильники с СД и система управления для них были изготовлены с помощью производителя светильников. Светильники состояли из следующих четырёх основных компонентов:

Коэффициенты отражения поверхностей помещения

Поверхность	Материал	Цвет	Коэффициент отражения
Потолок	Звукопоглощающая плитка	Чёрный матовый	0,05
Стена 1	Пластик	Серый	0,28
Стены 2, 3	ДСП	Белый	0,82
Пол	Местный камень	Чёрный матовый	0,05
Стол	Дерево	Сосна	0,45
Полка	Дерево	Белый матовый	0,85
Стулья (4 шт.)	Пластик	Белый/Чёрный/Синий	0,85/0,10/0,50
ЖК экран (выключен)	Жидкокристаллический	Чёрный	0,12

Таблица 2

Демографические данные 50-ти участников из Хайдарабада

Возрастная группа, лет	16–24	25–34	35–44	45–54	55 и старше
	7	25	8	4	6
Месячный доход (индийские рупии)	Менее 5000	5000–24000	25000–49000	50000–74000	75000 и выше
	2	21	11	7	9
Вероисповедание	Христианство	Индуизм	Мусульманство	Джайнизм	Сикхи
	4	42	2	1	1
Путешествия – в пределах Индии	Бангалор	Ченнаи	Дели	Колката	Мумбаи
	33	27	30	20	36
Путешествия – за пределами Индии	0 раз	1 раз	2 раза	3 раза	4 раза
	23	7	4	3	13
Пол	Мужской			Женский	
	35			15	
Место жительства	Город			Пригород	
	41			9	
Образование	Среднее и ниже			Высшее и выше	
	11			39	

- СД панели: 3-канальные панели, содержащие СД компании *Edison (PLCC2835 0.2W LC CRI80)*.

- Устройство управления для СД: регулируемое устройство управления постоянного напряжения системы DALI компании *Osram Optotronic (OT DALI75/220–240/24 1–4 CH)*.

- Контроллер: 4-канальный контроллер *LightMaster Modular* компании *Philips (PDLPC416FR-KNX)*.

- ИК приёмник: *Triton 3/6-fach MF/IR* компании *Busch-Jaeger (320/30–24G)*.

Каждый из светильников включал в себя шесть СД панелей, содержащих

по 36 групп из трёх разных СД, имеющих по данным производителя КЦТ, равные 3000, 4000 и 6500 К, и одно и то же, равное 80-ти, значение ИЦП, т.е. всего 648 СД (рис. 3). СД панели закрывали плексигласовые рассеиватели, обеспечивающие равномерное распределение яркости в пределах выходного окна светильника. Изменения КЦТ и ИЦП, обусловленные внутренними отражениями в светильниках и рассеянием света в плексигласе, в данном исследовании не учитывались. В каждом из светильников имелось три устройства управления, по одному для каждого из каналов, объ-

единяющих СД с одинаковыми значениями КЦТ. Оба светильника и шесть их устройств управления были подключены к контроллеру, что позволяло управлять значением КЦТ и освещённостью (с использованием имеющихся в светильниках приёмников ИК излучения).

2.3. Выбор участников

Т.к. целью этого исследования было изучение мнений всех групп населения Индии, отличающихся по возрасту, полу и социально-экономическому статусу, то при отборе участников

использовался простой метод случайного выбора. Кроме того, случайный отбор участников и идентичность их подготовки к проведению исследований обеспечивали отсутствие какого бы то ни было влияния индивидуальных особенностей участников. 50 человек, которые согласились участвовать в эксперименте, включали в себя представителей как населения вообще, так и сотрудников компаний, расположенных в здании, в котором проводились исследования. Краткие демографические данные этих 50-ти участников приведены в табл. 2. Большинство участников принадлежали к возрастной группе 25–34 года (50 %), имели месячный доход от 5000 до 24000 индийских рупий (42 %), исповедовали индуизм (84 %), посещали г. Мумбаи (72 % по сравнению со всеми другими крупными индийскими городами), выезжали за пределы Индии (54 %), жили в городе (82 %) и имели законченное образование (78 %).

2.4. Методика проведения эксперимента

Был разработан вопросник, в котором участников просили вначале полностью погрузиться в среды с тремя значениями КЦТ, равными 3000, 4000 и 6500 К, и лишь затем оценивать различия между этими сценами. Сцены, соответствующие разным значениям КЦТ, реализовывались в разной последовательности, с тем чтобы исключить любое остаточное или упорядочивающее воздействие за счёт проводившейся пару раз медленной смены сцен. Т.к. исследования проводились с целью определения предпочтений при кратковременной хроматической адаптации, то для того, чтобы глаза участников не успевали полностью адаптироваться к КЦТ, на каждую из сцен отводилось немного времени (примерно 90 с). В случаях обнаружения каких-либо изменений этих трёх сцен участники должны были назвать замеченные различия. Затем участники должны были ответить на вопрос, знают ли они о наличии на рынке изделий с этими КЦТ (1 – не знаю, 2 – знаю). И наконец, участники должны были указать объекты, которые, по их мнению, наиболее подходят для освещения с этими КЦТ.

Затем участники должны были заняться чтением, просмотром телевизора, приёмом пищи и отдыхом при

Рис. 3. Встраиваемый в потолок светильник с шестью СД панелями, закрытыми рассеивателем из плексигласа для обеспечения равномерного распределения яркости



Рис. 4. Участники, занимающиеся чтением, просмотром телевизора, приёмом пищи и отдыхающие при освещении с разными значениями КЦТ



трёх значениях КЦТ и оценить приемлемость КЦТ для выполнения этих действий по шкале: 1 – не подходит, 2 – вроде бы подходит и 3 – подходит. Время, отведенное на каждое из действий, составляло примерно 10 мин, в течение которых КЦТ изменялась с интервалом примерно 90 с. Участники могли оценивать свои предпочтения в любой момент времени в пределах этих отпущенных на их занятия 10 мин. Для чтения участникам давали журналы. Журналы сочли наиболее подходящими по причине разнообразия способов представления материалов (размеры шрифта, цветные иллюстрации и т.д.). Что касается просмотра телевизора, то участникам показывали видеоклип с национального географического канала. Для приёма пищи участникам были предложены фрукты и закуски. В части

отдыха, участники могли расслабляться любым удобным для них образом. На рис. 4 показаны участники, занимающиеся различной деятельностью в экспериментальной комнате.

3. Результаты и анализ

Для применения непараметрических критериев при обработке ответов на вопросы и определении средних оценок, значений показателя p и уровня значимости использовался пакет программ обработки статистических данных для общественных наук (*Statistical Package for Social Sciences (SPSS)*). Для расчёта статистической значимости опросов, предполагающих бинарные ответы, использовались Q критерий Кохрена и выраженные в процентах соотношения ответов на вопросы. Во всех остальных

Средние значения параметров (M), их среднеквадратические отклонения (SD) и диапазон «минимум-максимум» ($Min-Max$) для трёх КЦТ

	3000 К			4000 К			6500 К		
	M	SD	$Min-Max$	M	SD	$Min-Max$	M	SD	$Min-Max$
Информированность	1,18	0,388	1–2	1,22	0,418	1–2	1,26	0,443	1–2
Деятельность									
Чтение	1,80	0,756	1–3	2,48	0,677	1–3	2,22	0,815	1–3
Просмотр телевизора	2,26	0,828	1–3	2,24	0,657	1–3	1,78	0,815	1–3
Приём пищи	2,16	0,817	1–3	2,34	0,745	1–3	1,86	0,833	1–3
Отдых	2,44	0,861	1–3	1,84	0,734	1–3	1,66	0,848	1–3

Таблица 4

Процентное соотношение ответов и средние оценки трёх КЦТ

	3000К	4000К	6500К	P	Q критерий Кохрена [$df = 2$]
Информированность (знаю/не знаю),%	82/18	78/22	74/26	0,050	6,00
Деятельность	Средняя оценка				χ^2 [$df = 2$]
Чтение	1,45	2,47	2,08	<0,001	51,94
Просмотр телевизора	2,25	2,22	1,53	<0,001	36,87
Приём пищи	2,06	2,33	1,61	<0,001	36,75
Отдых	2,25	2,22	1,53	<0,001	36,87

случаях, предусматривающих больше двух возможных ответов на вопросы, использовались критерий Фрийдмана и средние оценки. При проведении попарного сравнения трёх КЦТ использовался критерий Уилкоксона. Качественные данные кодировались методом систематического наблюдения, в рамках которого регистрировались результаты тщательного наблюдения одной или нескольких специфических особенностей поведения в конкретных условиях.

Все 50 участников отметили различия между тремя представленными им сценами, причём 30 из них связывали эти различия с цветом, а 20 – с яркостью. Большинство (90 %) из 20 участников, которые связывали замеченные различия сцен с яркостью, относились к группе с годовым доходом 24000 индийских рупий и ниже или к уровню образования, соответствующему среднему и ниже. Описательные и инференциальные статистические данные, полученные применительно к генеральной совокупности, приведены, соответственно, в табл. 3 и 4. В табл. 5 приведены результаты по-

парного сравнения предпочтений для трёх КЦТ, позволяющие оценить различия между КЦТ. Участники были хорошо осведомлены о наличии на рынке источников света с КЦТ, равной 3000 К, т.к. им соответствовало наибольшее количество положительных ответов. Для чтения и приёма пищи участники предпочли освещение с КЦТ, равной 4000 К, получившее наивысшую среднюю оценку. Хотя при просмотре телевизора и отдыхе участники не заметили никаких различий между 3000 и 4000 К (при их попарном сравнении было получено $p > 0,05$), применительно к этим видам деятельности обе эти КЦТ получили одинаково высокие средние оценки. В табл. 6 приведены предпочтительные значения КЦТ для разных реальных областей применения. Все 50 участников посещали по меньшей мере один другой индийский город, тогда как 27 из них ездили за границу. Размер выборки был недостаточен, чтобы установить какие-либо статистически значимые зависимости от возраста, пола или социально-экономического статуса.

Хотя большинство участников знали о наличии в Индии светильников с СД с тремя разными КЦТ, 40 % из них не смогли связать эти отличия с качеством цвета освещения. Для целенаправленной деятельности, такой как чтение и приём пищи, наиболее подходящей оказалась КЦТ, равная 3000 К. Большинство участников сочли 4000 К наиболее приемлемыми для таких областей применения, как классные комнаты, офисы, рабочие места и кухни. В то же время, 3000 К сочли наименее подходящими для чтения, а 6500 К – для приёма пищи. Большинство участников сочли 3000 К наиболее приемлемыми для таких областей применения, как рестораны, бары и отели, а 6500 К – наиболее приемлемыми для таких областей применения, как больницы и супермаркеты. Для нецеленаправленной деятельности, такой как просмотр телевизора и отдых, 3000 и 4000 К оказались почти в равной мере предпочтительнее, чем 6500 К. В целом, результаты исследования показали, что 4000 и 6500 К являются, соответственно, наиболее и наи-

Попарное сравнение предпочтений для трёх КЦТ

Деятельность	3000К – 4000К		3000К – 6500К		4000К – 6500К	
	Z	p	Z	p	Z	p
Чтение	-5,831	<0,001	-4,583	<0,001	-3,606	<0,001
Просмотр телевизора	-0,277	0,782	-4,899	<0,001	-4,796	<0,001
Приём пищи	-3.000	0.003	-3.873	<0.001	-4.899	<0.001
Отдых	-0.277	0.782	-4.899	<0.001	-4.796	<0.001

менее предпочтительными значениями КЦТ.

4. Обсуждение

Опубликованные результаты предшествующих межкультурных исследований предпочтений в части цветового облика объектов при освещении их светом СД с разными значениями КЦТ весьма противоречивы. Проведённое обследование живущих в США китайских и американских наблюдателей [6] показало, что в случае очень хорошо знакомых объектов (фрукты и овощи) и картин какие-либо культурные различия отсутствовали, тогда как в случае менее знакомых или незнакомых картин была установлена контекстуальная связь с культурными различиями: американские наблюдатели продемонстрировали более широкие отличия. Аналогичное обследование живущих в Германии китайских и европейских наблюдателей [7, 8] показало, что применительно к красноватым объектам китайки, в отличие от ки-

тайцев и европейцев, предпочитают тепло-белый свет (2700–3500 К). В общем случае для синеватых и разноцветных объектов предпочтительной оказалась КЦТ, равная 4000 К (в ряде случаев 5000 К), причём европейцы не считают тепло-белый свет (2700–3500 К) предпочтительным для освещения синеватых и разноцветных объектов. Четыре исследования офисного освещения с разными КЦТ, проведённые независимо в Азии [9, 16, 17] и Европе [13], продемонстрировали аналогичные результаты, а именно, что 4000 К гораздо предпочтительнее и комфортнее, чем 3000 и 6500 К. Исследование офисного СД освещения, проведённое с участием живущих в Финляндии африканцев, азиатов и европейцев, показало, что европейцы предпочитают освещение с 4000 К, тогда как предпочтения африканцев и азиатов распределяются между 4000 и 5000 К и зависят от уровня освещённости.

Сопоставление результатов предшествующих межкультурных исследований и результатов, полученных

в данной работе, привело к следующим выводам:

- Образовательный и экономический уровень может сказаться на установлении связи воспринимаемых хроматических особенностей освещения с качеством цвета или, более конкретно, с КЦТ. Большинство участников, которые связали различия между тремя продемонстрированными сценами не с цветом, а с яркостью, относились либо к группе со сравнительно низкими доходами, либо к группе со сравнительно низким образованием.

- Путешествия и знакомство с различными культурами могут влиять на предпочтения людей в части КЦТ. То, что в случае приёма пищи предпочтительной оказалась температура 4000 К, тогда как применительно к местам приёма пищи, таких как рестораны и отели, предпочтение было отдано температуре 3000 К, можно объяснить опытом, полученным участниками в путешествиях, и посещением ими высокоуровневых ресторанов, освещённым тёплым светом.

Таблица 6

Значения КЦТ, предпочтительные для разных областей применения

КЦТ, К	Объект											
	Классная комната	Сад	Больница	Промышленный объект/Склад	Кухня	Офис/Рабочее место	Храм	Игровая площадка/Стадион	Ресторан/Бар/Отель	Магазин/Торгово-выставочный зал	Улица/Дорожка	Супермаркет
3000	4	23	5	7	9	5	20	6	33	18	20	6
4000	26	3	19	14	19	20	6	6	6	12	3	12
5000	11	9	25	14	11	14	7	18	5	13	11	21

- 4000 К представляется наиболее приемлемым для большинства культур значением КЦТ применительно к обычной офисной деятельности. Предпочтительность 4000 К в случае целенаправленной деятельности, такой как чтение, в определённой степени подтверждает результаты, полученные ранее применительно к освещению офисов [9, 13, 16–19]. Это также может объяснить, почему КЦТ, равная 3000 К, была сочтена неподходящей для офисной деятельности, такой как чтение, т.к. люди связывают эту КЦТ скорее с условиями, предназначенными для целенаправленной деятельности, такой как просмотр телевизора и отдых.

- Равное 1000 К различие в КЦТ красновато-жёлто-белого света оказалось незаметным в случае нецеленаправленной деятельности. Неспособность участников указать на какие-либо отличия между 3000 и 4000 К имела место только в случае нецеленаправленной деятельности, такой как просмотр телевизора и отдых.

- Хотя в данной работе не рассматривалось влияние цвета кожи на предпочтения в части КЦТ, этот вопрос, несомненно, заслуживает внимания, особенно учитывая разнообразие цвета кожи жителей Индии. Исследования показали, что люди очень разборчивы в отношении КЦТ, если в качестве объекта наблюдения выступает их кожа [20].

5. Заключение

На основе результатов данного исследования можно сделать два общих вывода. Во-первых, жители Хайдарабада при осуществлении разных видов деятельности, в целом, предпочитают 4000 К. Во-вторых, реализации государственной схемы *UJALA*, предусматривающей распределение СД ламп с по субсидированным ценам, должно предшествовать определение предпочитаемых населением значений КЦТ. Тот факт, что жителям Хайдарабада не очень нравится освещение с КЦТ, равной 6500 К, служит достаточным основанием для того, чтобы не соглашаться со схемой *UJALA*. Практическое применение результатов данного исследования включает в себя те области, в которых выбор КЦТ может повлиять на решение войти в здание, что имеет большое значение в случаях торговых предприятий и гостиниц. Ре-

зультаты данного исследования могут быть использованы в рамках *UJALA* для пересмотра решения раздавать лампы с КЦТ, равной 6500 К. Ответ на животрепещущий вопрос о том, играет ли культура сколь-нибудь существенную роль в предпочтениях людей в части КЦТ, нуждается в проведении дополнительных исследований, которые следует провести в аналогичных условиях в различных индийских городах, увеличив при этом размер выборки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. CIE17–258 correlated colour temperature [Тср] [Internet]. e-ILV. [cited 2017 Jul 26]. Available from: <http://eilv.cie.co.at/term/258>.
2. CIE17–140 chromatic adaptation. e-ILV.
3. *Belmore, S.C., Shevell, S.K.* Very-long-term and short-term chromatic adaptation: Are their influences cumulative? // *Vision Res.*–2011. – Vol. 51, No. 3. – P. 262–266. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3025050/pdf/nihms262722.pdf>
4. *Fairchild, M.D., Reniff, L.* Time course of chromatic adaptation for color appearance judgements // *J. Opt. Soc. Am. A.*– 1995. – No. 12. – P. 824–833.
5. *Kuller, R., Ballal, S., Laike, T., Mikellides, B., Tonello, G.* The impact of light and colour on psychological mood: a cross-cultural study of indoor work environments // *Ergonomics.*–2006. – Vol. 49. – P. 1496–1507.
6. *Liu, A., Tuzikas, A., Žukauskas, A., Vaicekauskas, R., Vitta, P., Shur, M.* Cultural Preferences to Color Quality of Illumination of Different Objects // *IEEE Photonics J.*–2013– Vol. 5, No. 4. Available from: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=6583259>
7. *Bodrogi, P., Khanh, T.Q., Stojanovic, D., Lin, Y.* Intercultural colour temperature preference of Chinese and European subjects living in Germany // *Light & Engineering.*– 2016. – Vol. 24, No. 1. – P. 8–11.
8. *Бодрози П., Линь Я., Стоянович Д., Хан Т.К.* Цветовые температуры, предпочитаемые проживающими в Германии китайцами и европейцами // *Светотехника.*– 2016.– № 1. – С. 18–20.
9. *Shamsul, B.M.T., Sia, C.C., Ng, Y.G., Karmegan, K.* Effects of light's colour temperatures on visual comfort level, task performances, and alertness among students // *Am.J. Public Heal Res.*– 2013. – Vol.1, No. 7. – P. 159–165.
10. *Davis, R.G., Ginthner, D.N.* Correlated color temperature, illuminance level and the Kruithof curve // *J. Illum. Eng. Soc.*– 1990. – P. 27–38.
11. *Boyce, P.R., Cuttle, C.* Effect of correlated colour temperature on the perception of interiors and colour discrimination // *Light Res. Technol.*– 1990. – Vol.22, No. 1. – P. 19–36.

12. *Fotios, S.* A Revised Kruithof Graph Based on Empirical Data // *LEUKOS.* –2017. – Vol. 13, No. 1. – P. 3–17.

13. *Dangol, R., Islam, M., Hyvarinen, M., Bhushal, P., Puolakka, M., Halonen, L.* User acceptance studies for LED office lighting: Preference, naturalness and colourfulness // *Light Res. Technol.*– 2015. – Vol. 47. – P. 36–53.

14. *Dutta, S.* India headed for top slot in global LED bulb market // *The Times of India*, 2016 Apr 21. Available from: <http://timesofindia.indiatimes.com/business/india-business/India-headed-for-top-slot-in-global-LED-bulb-market/articleshow/51918389.cms>

15. CIE17–222 colour rendering index [R] [Internet]. e-ILV. [cited 2017 Jul 26]. Available from: <http://eilv.cie.co.at/term/222>

16. *Lin, R.F., Chou, C., Wang, Y.T., Tu, H.W.* Effects of LED color temperature on office workers // 2nd Southeast Asian Network of Ergonomics Societies Conf. Langkawi, MALAYSIA, 2012.

17. *Kang, M., Chang, J.D., Yoon, Y, Kim, S.* Determining occupant-friendly lighting environments for the improvement of visual perception // *ICSDEC2012: Developing the Frontier of Sustainable Design, Engineering, and Construction.* Fort Worth, TX, USA, 2013. P. 937–944.

18. *Baniya, R.R, Tetri, E., Halonen, L.* A study of preferred illuminance and correlated colour temperature for LED office lighting // *Light&Engineering.*– 2015. – Vol. 23, No. 1. – P. 39–47.

19. *Банья Р.Р., Тэтри Э., Халонен Л.* Исследование предпочтений по освещённости и коррелированной цветовой температуре в офисном освещении светодиодами // *Светотехника.*– 2015.– № 4. – С. 53–58.

20. *Quellman, E.M., Boyce, P.R.* The light source color preferences of people of different skin tones // *J. Illum. Eng. Soc.*– 2002. – Vol. 31. – P. 109–118.



Амардип М. Дугар (Amardeep M. Dugar), Ph.D. Профессиональный архитектор, основатель и директор компании *Lighting Research & Design*



Дашак Агарвал (Dashak Agarwal), M. Arch. Партнёр-учредитель компании *Thea Light Works*