

Реконструкция осветительных приборов Московского метрополитена

Л.Г. НОВАКОВСКИЙ, С.А. ФЕОФАНОВ

ООО «Фарос-Алеф», Москва
E-mail: pharos-alef@yandex.ru

Аннотация

Сохранение архитектурного облика станций, входящих в культурное наследие, – одна из важных проблем Московского метрополитена. Формирование облика станций во многом связано с ОП, обеспечивающими световую среду всех станционных зон, определяющих уровень комфорта пассажиров и обслуживающего персонала. Спроектированные в первой половине прошлого века они не удовлетворяют высоким современным требованиям, причём многие из них утрачены или заменены ОП, светотехнически более эффективными, но абсолютно искажающими первоначальный облик станций. Появление светодиодных источников света позволяет комплексно оптимизировать световую среду при сохранении «исторического» облика ОП и станций в целом. В статье показаны способы решения этой задачи на примере вестибюля и межэскалаторного аванзала станции «Красные Ворота».

Ключевые слова: метро, освещение станций, архитектура, световая среда, культурное наследие, реконструкция, реставрация, светодиоды, энергосбережение, бра.

Введение

Модернизация освещения станционного пространства первых станций Московского метрополитена, представляющего объекты культурного наследия, является сложной многопараметрической и противоречивой задачей. Основная проблема состоит в том, что эти станции спроектированы в начале 30-х годов и, как следствие, конструкция ОП (люстр, бра, торшеров, платформенных осветителей) предусматривала использование в качестве источников света (ИС) ЛН, которые в 50-х годах были заменены на ЛЛ. При этом, учитывая возможности того времени, какие-либо ограничения в отношении прямого воздействия из-

лучения этих ИИ на зрительный аппарат человека просто отсутствовали. В подавляющем большинстве случаев, не связанных с использованием светодиодов (СД), как это следует из современных требований к освещению станционных зон [1], они отсутствуют и сейчас.

В результате сложилась ситуация, при которой в метро используются ОП с ЛЛ (рис. 1), что создаёт значительный дискомфорт из-за наличия пульсаций светового потока и сле-



Рис. 1. Внешний вид ОП с прозрачным рассеивателем и ЛЛ

пящего действия, создаваемого прямым излучением ИС этих приборов для зрительного анализатора (рис. 2). Кроме того, попытка усилить освещение станций с помощью традиционных ЛЛ и современных КЛЛ далеко не везде приводит к улучшению световой среды. В подавляющем большинстве случаев освещение станций осталось хуже нормативного, что показано на рис. 3, полученном расчётом по программе «DIALux evo 7.0» при использовании в качестве исходных данных измеренные КСС бра с ЛН мощностью 100 Вт и КЛЛ мощностью 30 Вт.

При этом значительные размеры светящего тела ЛЛ и КЛЛ по существу обесценивают роль ограники стеклянных рассеивателей (плафонов) этих ОП, зрительно «играющей» при относительно небольших размерах тела накала ЛН, под которые эти ОП в подавляющем большинстве были «заточены» [2]. Кроме того, возможностей

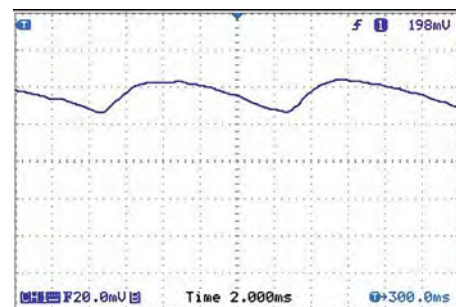


Рис. 2. Характерный уровень пульсации светового потока ЛЛ

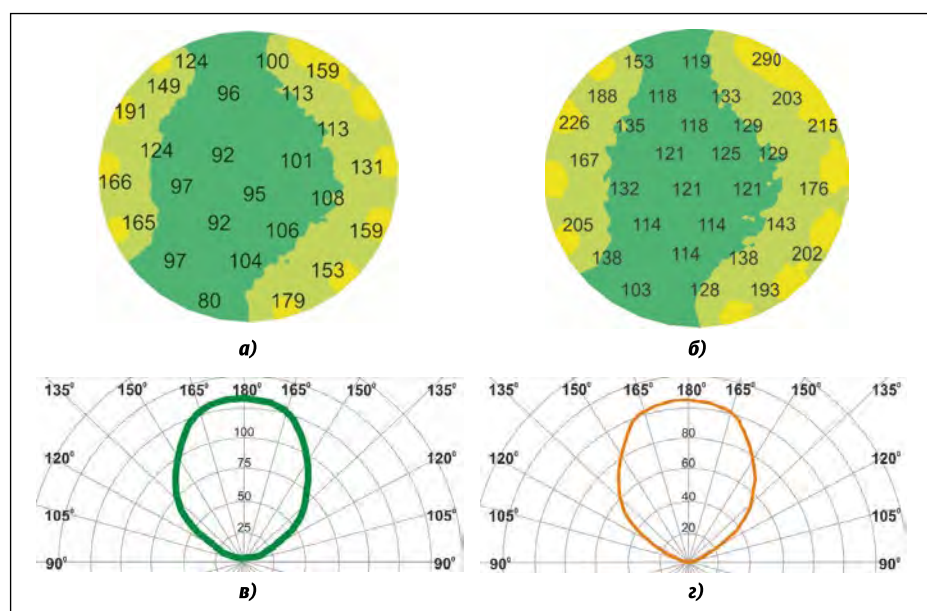


Рис. 3. Распределение освещённости (лк) на полу вестибюля и межэскалаторного аванзала: а и б – при использовании ЛН и КЛЛ с цоколем E27 соответственно; в и г – КСС «рожка» ОП (бра-«рожок») с ЛН мощностью 100 Вт и КЛЛ мощностью 30 Вт соответственно

Рис. 4. Внешний вид потолка вестибюля и характер его освещения до реконструкции ОП: а – внешний вид; б – распределение освещённости (лк)

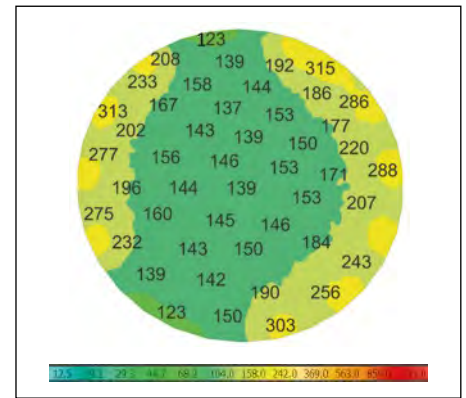


Рис. 6. Распределение освещённости (лк) на полу межэскалаторного аванзала, при увеличении светового потока на 2000 лм



а)



б)

Рис. 5. ОП на станции «Красные Ворота» до реконструкции: а – бра; б – люстра

ОП, наиболее используемых сегодня и тем более в 30-х годах, не хватает для должного освещения архитектурных зон, определяющих лицо станций, например потолков, характер освещения которых ОП с традиционными ИС показан на рис. 4.

Появление мощных белых СД позволяет¹ решать задачи реконструкции и реставрации указанных ОП.

При решении этих задач необходимо также помнить, что модернизация освещения должна осуществляться посредством минимальной номенклатуры максимально унифицированных ИС, обеспечивающих работу ОП с учётом особенностей их обслуживания. Кроме того, формирование комфортной световой среды может обеспечиваться полнее согласованием изменения цветовой температуры ИС с циркадным биоритмом человека, к примеру с 4200–3700 К с утра до 3200–2800 К к вечеру [7, 8].

Очевидно, комплексное решение подобных задач должно осуществляться в контексте формирования общей световой среды, соответствующей

современным требованиям к архитектурному освещению конкретной станции (в нашем случае, объекта культурного наследия станции «Красные Ворота»), с сохранением исторического внешнего вида ОП, используемых в первоначальном проекте 1935 года.

В качестве объектов исследования были выбраны ОП (люстры и бра) с прозрачным стеклянным рассеивателем /плафоном/ (рис. 5), устанавливаемые и на многих других станциях Московского метрополитена (с незначительными различиями в художест-

венном оформлении и конструкции), таких как «Проспект Мира» (кольцевая), «Комсомольская» (кольцевая), «Киевская» (кольцевая) и «ВДНХ».

Их работа показана здесь на примере вестибюля и межэскалаторного аванзала станции «Красные Ворота». По проекту 1935 года пространство межэскалаторного аванзала освещается 11 бра с 4 цилиндрическими стеклянными рассеивателями с призматической огранкой, ранее с ЛН мощностью 100 Вт [9], затем с КЛЛ мощностью 30 Вт.

Как уже отмечалось, уровень освещения (рис. 3), создаваемый этими бра и с ЛН, и с КЛЛ, не соответствует современным нормативным требованиям. При этом анализ показывает, что простое увеличение светового потока, например, на 2000 лм (рис. 6), не избавляет от всех указанных недостатков из-за несовершенства используемой схемы освещения этой станции². Поэтому для освещения вестибюля и меж-

² Качество освещения от этого скорее ухудшится, т.к. незначительно большее освещение пола сопровождается резким повышением зрительного дискомфорта (при «нера-

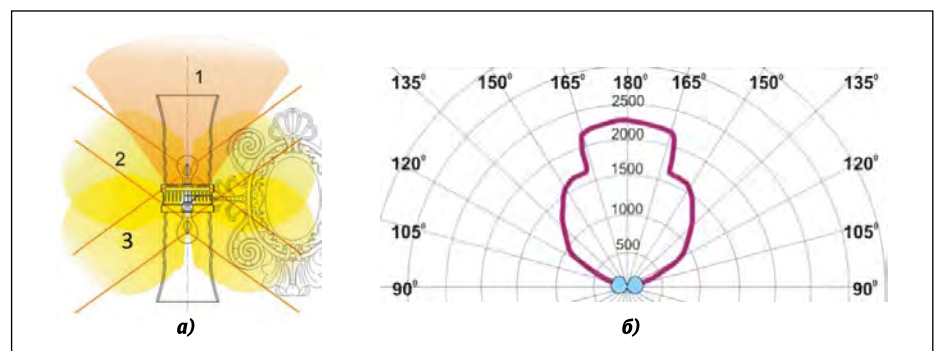


Рис. 7. Принцип технического решения ОП (бра):

а – схема зонального деления светового потока ОП: его доля в зоне 1 – за счёт СД модуля, а доли в зонах 2 и 3 – СД ламп «Philips LED Filament» (с цоколем E27); б) КСС ОП с этими источниками света

¹ При условии преодоления их основного недостатка – наличия в спектре энергетически значимого (чрезмерно) и вредного для зрительного аппарата синего компонента [3–6].

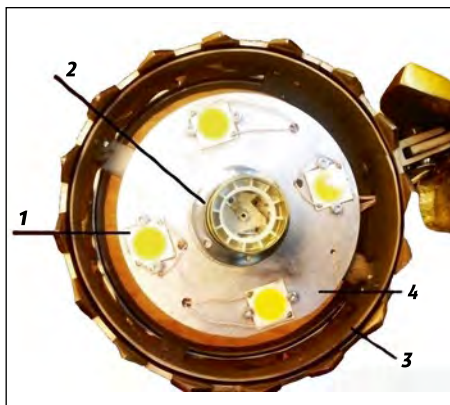


Рис. 8. Внешний вид СД модуля, установленного на радиаторе: 1 – СД матрица; 2 – патрон E27; 3 – декоративное кольцо с крепёжной арматурой; 4 – радиатор

эскалаторного аванзала была предложена схема, по которой световой поток каждого ОП (бра, люстры) разделяется на 3 зональных (рис. 7). В зоне 1 световой поток в 7000 лм генерируется СД модулем с 4 СД матрицами, расположенным в основании рассеивателя внутри декоративного кольца ОП так, чтобы исключалось попадание излучения в поле зрения пассажиров (рис. 8). Этот поток направляется на потолок и от него отражается (рис. 9). Световые потоки в зонах 2 и 3, по 800 лм каждый, формируются СД лампой

ботающем» потолке) при, соответственно, большем расходе электроэнергии.

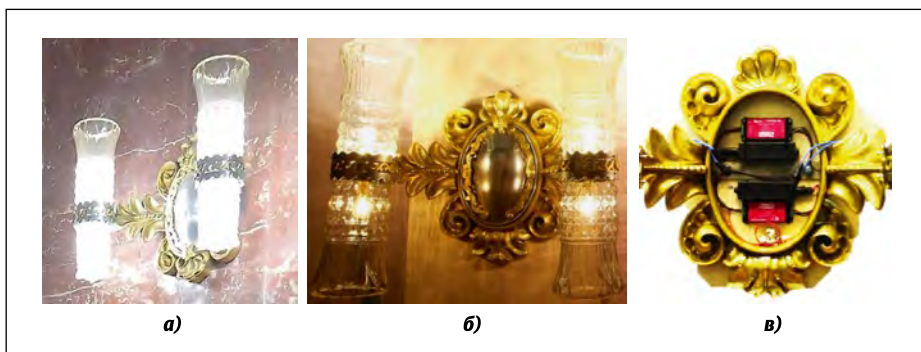
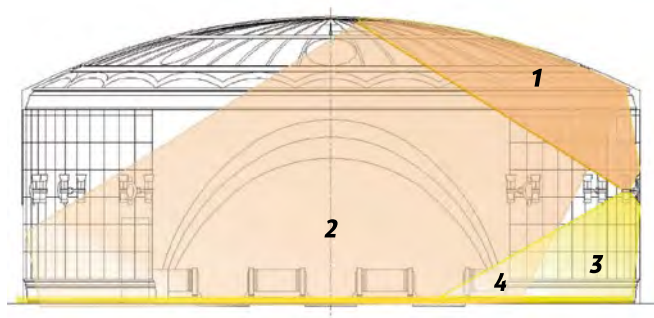


Рис. 10. Внешний вид ОП (бра) в рабочем состоянии: а – до реконструкции; б – после реконструкции; в – размещение блока питания и управления (для СД модуля и обеспечения аварийного освещения)



Рис. 11. Внешний вид освещаемого потолка межэскалаторного аванзала: а – до реконструкции; б – после реконструкции (инсталляция)

Рис. 9. Схема освещения межэскалаторного аванзала – зоны распространения: основной части светового потока ОП, создаваемой СД модулем, (1) и её отражения (2); части светового потока ОП, создаваемой СД лампой (3); суммы частей 2 и 3 (4)



серии «Philips LED Filament» с 6 СД нитями, расположенными под углом, который обеспечивает необходимую «игру света» на огранке рассеивателя и создаёт «иллюзию» [10] основного ИС, освещающего всё пространство зала в режиме рабочего освещения без ослепления пассажиров из-за низкой яркости светящего тела. Остальные части светового потока ОП создают требуемый уровень освещения стены и пола под ним (рис. 9).

Очевидно, предлагаемое техническое решение дороже решения с тривиальной заменой ламп, поэтому такое удорожание должно компенсироваться сокращением эксплуатационных расходов, что достижимо, в основном, из-за большего срока службы СД ламп.

При этом блок питания и управления в ОП, расположен на несущем кронштейне под декоративным кожухом, что способствует сохранению

исторического внешнего вида ОП (рис. 10) при обеспечении функциональности, соответствующей современным требованиям.

В режиме аварийного освещения работают только нижние части ОП с указанными СД лампами, что обеспечивает суммарную освещённость на полу порядка 60 лк; при этом питание ИС производится от резервной цепи постоянного тока с номинальным напряжением 100 В, для чего блок питания и управления имеет отдельный полюсный вход.

В целом, предложенная конструкция ОП полностью исключает дискомфорт [11] (средний обобщённый показатель дискомфорта $UGR = 10$) и одновременно обеспечивает необходимый уровень освещённости и равномерность распределения освещённости как на представляющем художественную ценность потолке (рис. 11), так и на полу (рис. 12), при снижении суммарной потребляемой мощности на 50 %.

Расчёты освещённости и UGR при реализации предлагаемой схемы освещения проводились также по программе «DIALux evo 7.0» при использовании в качестве исходных данных измеренные КСС ОП (бра) с указанными СД модулем и СД лампами, мощностью 7,5 Вт (рис. 12).

Аналогично решается задача освещения вестибюля, с той лишь разницей, что для обеспечения равномерного освещения потолка СД матрицы (в СД модуле) снабжены дополнительным цилиндрическим рассеивателем, «развёртывающим» световой пучок вдоль линии лепнины. С этой же целью также используется первый торшер эскалатора (выполненный по техническому решению, описанному в [12, 13]), ИС которого обеспечивает дополнительное освещение крайней зоны лепнины потолка.

Из распределения освещённости на полу и потолке вестибюля (рис. 13)

Рис. 12. Распределение освещённости (лк) на полу межэскалаторного аванзала после реконструкции в рабочем (а) и аварийном (б) режимах освещения

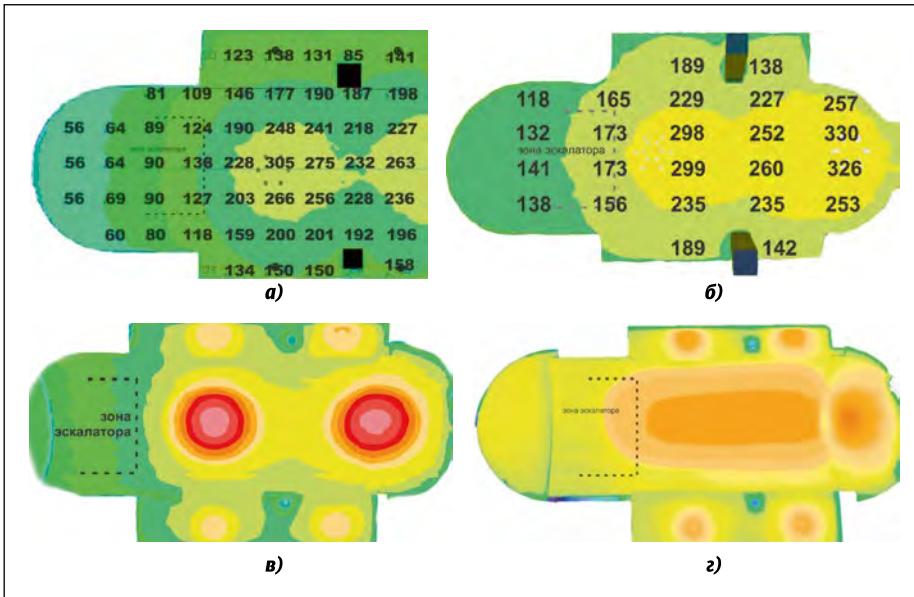
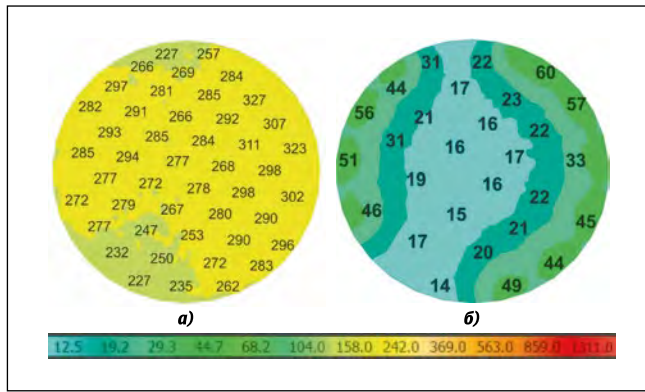


Рис. 13. Распределение освещённости (лк) на полу и потолке вестибюля: а – на полу до реконструкции; б – на полу после реконструкции; в – на потолке до реконструкции; г – на потолке после реконструкции

видно, что после реализации проекта потолок «заработал». На полу тоже все зоны достаточно равномерно освещены (в полном согласии с требованиями [1]), при необходимом уровне освещения и расчётном $UGR \leq 20$).

Заключение

В работе сформулированы принципы реконструкции ОП для метрополитена с прозрачными рассеивателями (плафонами), обеспечивающими, при замене малоэффективных ИС (ЛН и ЛЛ) на СД ИС:

- сохранение «исторического» облика ОП;
- выполнение требований [1] по уровню освещения станционных зон при отсутствии зрительного дискомфорта, снижении потребляемой мощности и соблюдении требований, предъявляемых к объектам культурного наследия.

К большому сожалению, при проведении реставрационных работ на станции «Красные Ворота» в 2017 г. представленные выше результаты работы авторов Метрополитен полностью проигнорировал, и потому на отреставрированной станции продолжают гореть ОП со «старыми» ЛЛ и КЛЛ (с их пульсирующим световым потоком и низким качеством цветопередачи), не отвечающие современным требованиям [1, 14].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Санитарно-эпидемиологические правила СП 2.5.1337-03 «Санитарные правила эксплуатации метрополитенов».
2. Горбачёв Н.В., Ратнер Е.С. Освещение московского метро: предварительное сообщение // Светотехника. – 1935. – № 1. – С. 2–13.
3. Капцов В.А., Дейнего В.Н. Транспортная светотехника: риски здоровью персона-

ла и пассажиров // Анализ риска здоровью. – 2016. – № 3. – С. 4–12.

4. Капцов В.А., Дейнего В.Н. Синий свет светодиодов – новая гигиеническая проблема // Анализ риска здоровью. – 2016. – № 1(13). – С. 15–25.

5. Капцов В.А., Дейнего В.Н. Нарушение меланоперинового эффекта сужения зрачка – фактор риска заболевания глаз // Анализ риска здоровью. – 2017. – № 1. – С. 132–148.

6. Бижак Г., Кобав М.Б. Спектры излучения светодиодов и спектр действия для подавления секреции мелатонина // Светотехника. – 2012. – № 3. – С. 11–16.

7. Демидов В. Как мы видим то, что видим [издание 3-е, перераб. и доп.]. – Берлин: Ни Т. Раритетные издания, 2010. – 280 с.

8. Блатнер П. Световая среда для человека: наука, промышленность и закон // Светотехника. – 2016. – № 1. – С. 45–49.

9. ГОСТ Р 52706–2007 «Лампы накаливания вольфрамовые для бытового и аналогичного общего освещения. Эксплуатационные требования».

10. Новаковский Л.Г., Аллаш Е.Х., Мирас Ж.-П. «Световой прибор для формирования светового пучка» // ПМ № 159921 РФ. 2016. Бюл. № 5.

11. ГОСТ 33392–2015 «Здания и сооружения. Метод определения показателя дискомфорта при искусственном освещении помещений».

12. Новаковский Л.Г., Казовский Н.И., Каневский А.В., Песелис Ю.А. Осветитель эскалаторной балюстрады метрополитена / Решение от 03.2017 г. № 2017107716 о выдаче патента на ПМ.

13. Новаковский Л.Г., Феофанов С.А. Правильное освещение эскалатора метрополитена – набор радикальных решений // Светотехника. – 2017. – № 6. – С. 20–26.

14. ГОСТ Р 54350–2015 «Приборы осветительные. Светотехнические требования и методы испытаний».



Новковский Леонид Григорьевич, кандидат техн. наук. Окончил в 1969 г. МАМИ. Директор ООО «Фарос-Алеф»



Феофанов Сергей Александрович, кандидат техн. наук. Окончил в 2005 г. МАДИ. Старший научный сотрудник ООО «Фарос-Алеф»