

Проект реконструкции осветительных приборов станции метро «Красносельская» Московского метрополитена

К.И. НЕЧАЕВА

ООО «МСК БЛ ГРУПП», Москва

E-mail: ksunechaeva@yandex.ru

Аннотация

Современное состояние станции первой очереди Московского метрополитена «Красносельская», которая была введена в эксплуатацию в 1935 г., не позволяет ей называться объектом культурного наследия, ввиду того, что модернизации освещения, проводившиеся метрополитеном с появлением люминесцентных ламп, более энергоэффективных по сравнению с лампами накаливания, использовавшимися в оригинальных осветительных приборах, заявленных в разработанном архитекторами и оформителями в проекте освещения станции, существенно изменили внешний облик станции, сделав из оригинально оформленной, с точки зрения освещения, станции с цельной, хорошо читающейся архитектурной тектоникой¹, простую, плоскую, ничем не примечательную мало загруженную станцию метро.

В статье описан способ реконструкции освещения станции «Красносельская» с использованием оригинальных осветительных приборов, удовлетворяющий современные нормы и требования, предъявляемые к объектам культурного наследия. Для понимания того, какой станцию задумывали архитекторы, какие изменения происходили с её освещением с течением времени и как это влияло на внешний облик станции и безопасность перевозок пассажиров, проведён исторический анализ развития световой среды станции в течение всего времени её эксплуатации.

Ключевые слова: освещение метро, реконструкция освещения, осветительный прибор, освещённость, по-

¹ Тектоника – это конструктивно-пространственная структура, строение сооружения (в данном случае – платформенного зала), реальная взаимосвязь несущих и несомых элементов конструкций.

казатель дискомфорта, осветительная установка, плафон.

Модернизация освещения станционных пространств первых станций Московского метрополитена, представляющих объекты культурного наследия, является весьма специфической задачей. Основная проблема в данном случае состоит в том, что для сохранения статуса объекта культур-

ного наследия внешний облик станции должен соответствовать первоначальному (рис. 1), что сегодня можно встретить далеко не всегда: часто модернизации, ставившие целью повышение энергоэффективности осветительных установок (ОУ), значительно изменяли внешний вид станций, и, к сожалению, не в лучшую сторону (рис. 2). При этом модернизации освещения привели к тому, что действующие ОУ, зачастую, не отвечают современным нормам освещения [1], что совершенно недопустимо, ведь сегодня метро – это пространство, по которому ежедневно перемещаются тысячи людей, и обеспечение их безопасности – первостепенная задача при реконструкции освещения.

Подобная ситуация сложилась и с одной из первых станций Московского метрополитена «Красносельская», модернизация освещения кото-

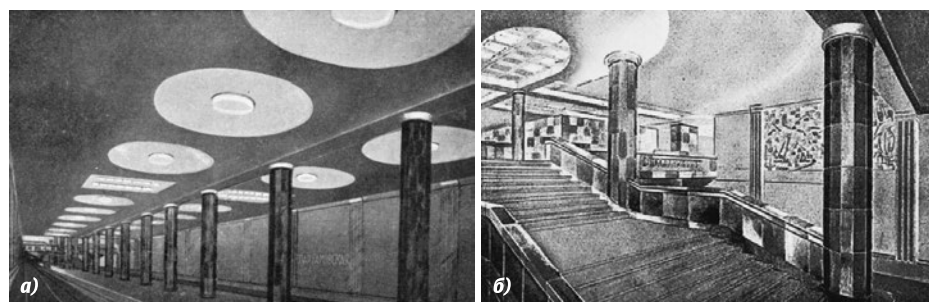


Рис. 1. Эскиз проекта станции «Красносельская»: а) платформа, б) лестничная зона перехода

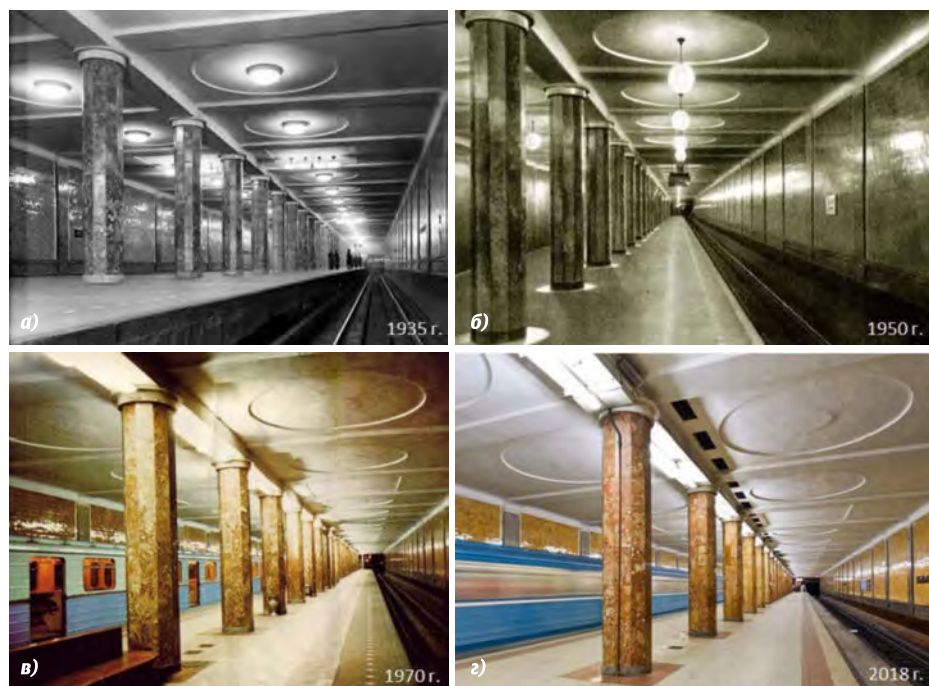


Рис. 2. Внешний облик платформы станции «Красносельская»: а – 1935 г., б – 1950 г., в – 1970 г., з – 2018 г.

рой привела к тому, что современное состояние станции не позволяет ей называться объектом культурного наследия. Для того, чтобы вернуть станции этот статус, необходима полная реконструкция освещения, которую невозможно произвести без ответа на следующие вопросы: какой представляли себе станцию архитекторы и оформители при проектировании, какие осветительные приборы (ОП) и источники света использовались, на какие значения освещённости ориентировались проектировщики и, наконец, как менялась световая среда станции в течение всего времени её эксплуатации? Дать ответы на эти и многие другие вопросы помогли архивные документы 1935 г. [2].

Станция «Красносельская» была открыта 15 мая 1935 г. вместе с ещё двенадцатью станциями первой очереди Московского метрополитена. По проектам архитекторов мастерской № 2 Наркомтяжпрома Б.С. Виленского, В.А. Ершова, В.Ф. Скаржинского и художника Я. Ромаса станция должна была выглядеть, как показано на рис. 1 [2]. Архитекторы стремились визуально выделить круглые и квадратные кессоны, расположенные на потолке станционного зала, задавая тектонику длинному и простому, с точки зрения архитектурного оформления, помещению. Отдельный акцент был сделан на лестничном марше зоны перехода, потолок над которым был украшен кольцеобразной навесной конструкцией, будто парящей в воздухе за счёт оригинального светотехнического решения. Фотографии 1935 г. (рис. 2а) показывают, что архитекторам не до конца удалось воплотить в жизнь свои идеи в оформлении станции, и её внешний вид хотя и был близок к первоначальному проекту, но всё же соответствовал ему не полностью (рис. 1). Ещё больше отличий от проектных эскизов во внешнем виде станции наблюдается сегодня (рис. 2г). На фотографиях 2018 г. сложно узнать старую станцию, несмотря на то, что все конструктивные элементы станции (кессоны, отделанные известняком колонны, настенная плитка, кольцеобразный потолок зоны перехода) сохранились в практически идеальном состоянии (рис. 2, 3). Очевидно, что все значительные изменения во внешнем облике станции связаны с модернизацией ОУ.



Рис. 3. Внешний облик лестничного марша зоны перехода станции «Красносельская»: а – 1935 г., б – 2018 г.



Рис. 4. Сохранившиеся на сегодняшний день первые ОП станции «Красносельская»: а – пластины молочного стекла, используемые для светового оформления лестничного марша; б – светильники зоны перехода

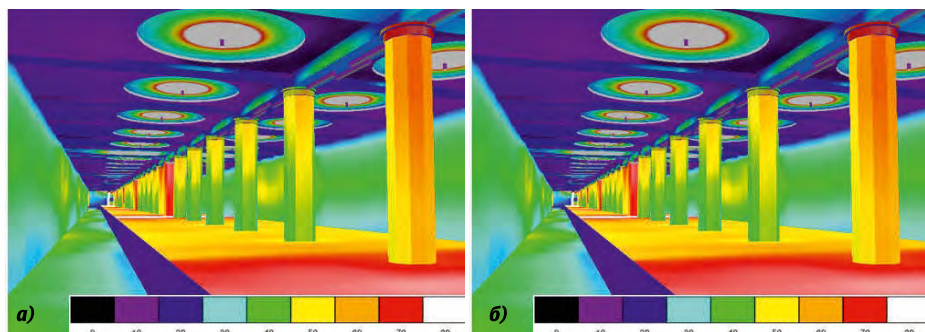


Рис. 5. Результаты светотехнического расчёта для ОУ 1935-го года: а – платформенный зал, б – зона перехода

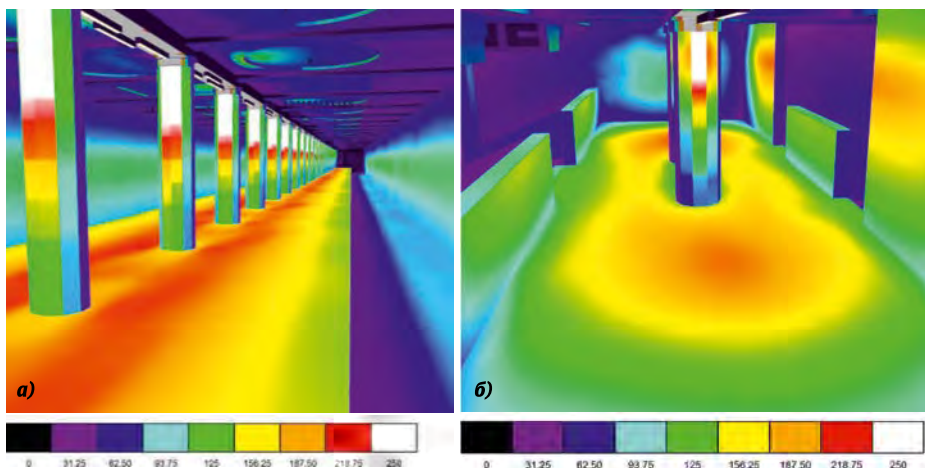
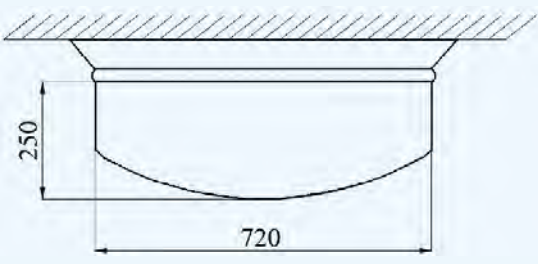
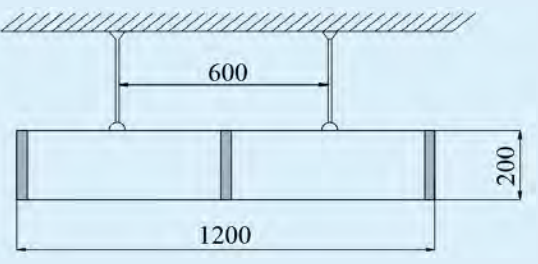
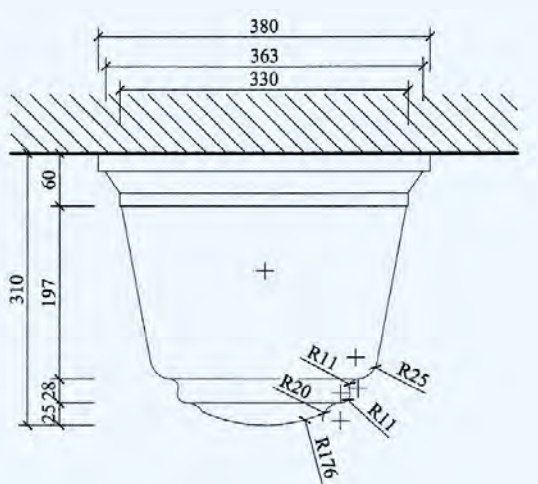


Рис. 6. Результаты светотехнического расчёта ОУ 2018-го года: а – платформенный зал, б – зона перехода

Основные характеристики исторических светильников 1935 г.

№	Наименование светильника	Эскиз светильника	Кол-во и мощность ЛН (шт. x Вт)	КПД, %
1	Плафон D=720 мм		6 x 100 6 x 150	55
2	Цилиндр подвесной		6 x 60	67
3	Светильник для освещения зоны перехода		1 x 150	65

Известно, что в типовых ОП первых станций метрополитена в качестве источника света широко применялись лампы накаливания (ЛН) мощностью от 60 до 150 Вт [2]. Для освещения платформенного зала станции «Красносельская» использовались два типа ОП, основные характеристики которых представлены в табл. 1. В 50-е годы прошлого столетия было принято решение заменить круглые плафоны на подвесные шары, а затем в 70-е годы, с целью повышения энергоэффективности заменить ОП с ЛН на ОП с люминесцентными лампами (ЛЛ). В результате платформенный зал изменился до неузнаваемости: между колоннами были установлены в ряд светильники с ЛЛ, которые значительно увеличили освещённость на полу платфор-

менного зала, но при этом совершенно исказили его облик.

В первоначальном проекте (рис. 3) в зоне перехода по контуру кольцеобразного навеса были установлены ЛН за пластинами из молочного стекла, таким же образом были оформлены и капители колонн зоны перехода (рис. 4а). Это конструктивное решение позволило создать эффект света, появляющегося из ниоткуда, и ощущение, что потолок и колонны парят в воздухе, однако после модернизации освещения в 70-х годах ввиду экономии электроэнергии от такого решения отказались.

Сегодня из всех описанных ранее первых ОП сохранились только два освещающих переход светильника, которые выполняют функцию аварийного освещения современной стан-

ции (рис. 4б), а также несколько пластин молочного стекла, установленных в верхней части одной из колонн (рис. 4а). Все остальные ОП были утрачены.

На основе приведённых данных, станция «Красносельская» была смоделирована в программе *Dialux 4.13* [3], а затем был проведён светотехнический расчёт с ОУ 1935-го года, результаты которого представлены на рис. 5. Для расчёта значений освещённости использовалась КСС аутентичного ОП с ЛН мощностью 60Вт [4]. Расчёт показал, что значения горизонтальной освещённости на поверхности пола в платформенном зале и в зоне перехода вполне соответствуют действующим на тот период нормативам [2], приведённым в табл. 2.

Нормируемые и расчётные значения освещённости в разных зонах станции «Красносельская»

Зона	Платформенные залы			Переходы между станциями			Гребёнки эскалаторов и лестничные марши		
	ОУ 1935 г.	ОУ 2018 г.	Предлагаемая ОУ	ОУ 1935 г.	ОУ 2018 г.	Предлагаемая ОУ	ОУ 1935 г.	ОУ 2018 г.	Предлагаемая ОУ
Плоскость нормирования	Поверхность пола			Поверхность пола			Уровень ступени		
Нормируемое значение горизонтальной освещённости, лк	50	200		60	100		-	100	
Расчётное значение горизонтальной освещённости, лк	60	190	200	60	125	100	37	90	120

Таблица 3

Нормируемые и расчётные значения UGR в четырёх точках с наиболее дискомфортными условиями зрения для пассажиров и машиниста

Положение в пространстве	Нормируемое значение UGR	Расчётное значение UGR		
		ОУ 1935 г.	ОУ 2018 г.	Новая ОУ
Поле зрения пассажира, стоящего на полу платформенного зала	20 (допускается превышение на 20 %, т.е. не более чем 24)	26	22	23
Поле зрения пассажира, стоящего на лестнице платформенного зала		26	23	22
Поле зрения пассажира, стоящего в зоне перехода		22	22	22
Поле зрения машиниста, въезжающего на станцию		26	24	22

Кроме представленных в табл. 2 значений, в четырёх ключевых точках с максимально дискомфортными условиями наблюдения был определён объединённый показатель дискомфорта UGR (табл. 3), значения которого говорят о том, что использовавшиеся в 1935 г. ОП доставляли некоторый зрительный дискомфорт пассажирам и машинисту [2]. Необходимо также отметить, что суммарная мощность ОУ 1935 г. составляла почти 46 кВт.

Такой же расчёт был проведён и для действующей сегодня на станции «Красносельская» ОУ, в которой используются светильники с ЛЛ мощностью 58 Вт с коррелированной цветовой температурой 2700 и 4000 К, длиной 1500 мм и световым потоком 5000 лм, которые установлены по 3 шт. в ряд между колоннами. Для расчёта значений освещённости использовалась КСС, приведённая на сайте компании [5].

Результаты расчёта и измерений показывают, что нормы освещённости выполняются только в центре плат-

формы под светильниками, а по мере удаления от центра освещённость падает вплоть до 120 лк (рис. 6), что не соответствует действующим отраслевым нормам освещения метро (табл. 2) [6]. Расчёт освещённости и измерения в зоне перехода показали, что в этой части станции нормы освещённости соблюдены. При этом значения показателя дискомфорта,

приведённые в табл. 3, не превышают нормируемые более чем на 20 % и, следовательно, удовлетворяют нормам. Суммарная мощность ОП действующей ОУ составляет 11330 Вт, что свидетельствует о том, что эффективность новой ОУ почти в 4 раза выше первоначальной.

Приведённый анализ показывает, что при реконструкции ОУ станции

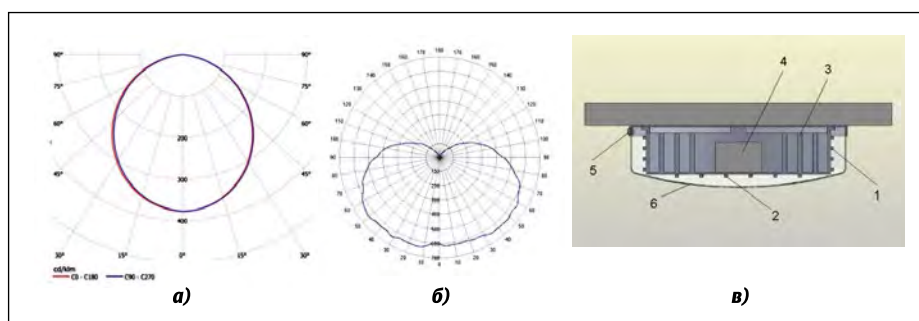


Рис. 7. Перераспределение светового потока плафона станционного зала: а – КСС исторического светильника; б – КСС предлагаемого светильника; в – схема плафона (сечение вертикально-проецирующей плоскостью), где 1 – СД Cree XP-L, 2 – СД Cree JK3030 3-V, 3 – радиатор для отвода тепла, 4 – устройство управления для СД, 5 – гидрофобный фильтр, 6 – молочный рассеиватель

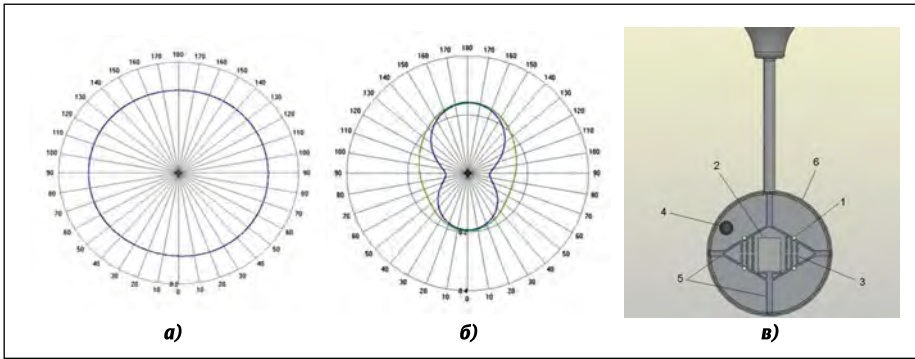


Рис. 8. Перераспределение светового потока цилиндрического светильника стационарного зала: а – КСС исторического светильника; б – КСС предлагаемого светильника; в – схема светильника (сечение вертикально-проецирующей плоскостью), где 1 – СД Cree JK3030 3-V, 2 – устройство управления для СД, 3 – радиатор для отвода тепла, 4 – гидрофобный фильтр, 5 – держатели, 6 – молочный рассеиватель

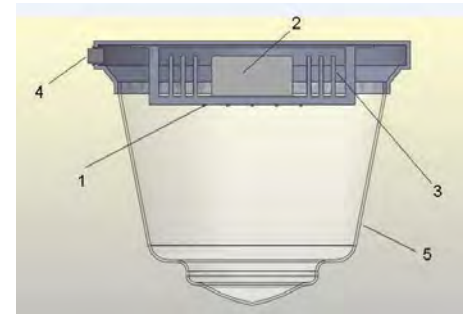


Рис. 9. Схема светильника для освещения зоны перехода (сечение вертикально-проецирующей плоскостью), где 1 – СД Cree JK3030 3-V, 2 – устройство управления для СД, 3 – радиатор для отвода тепла, 4 – гидрофобный фильтр, 5 – молочный рассеиватель

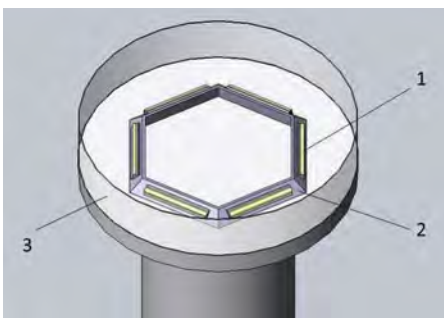


Рис. 10. Элементы светового оформления капителей колонн: 1 – СД лампы компании «Люценди», 2 – кронштейны, 3 – молочный рассеиватель

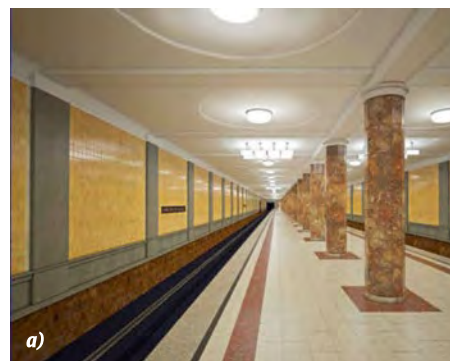


Рис. 11. Визуализация станции «Красносельская» с предлагаемой ОУ: а – платформенный зал; б – лестничный марш зоны перехода

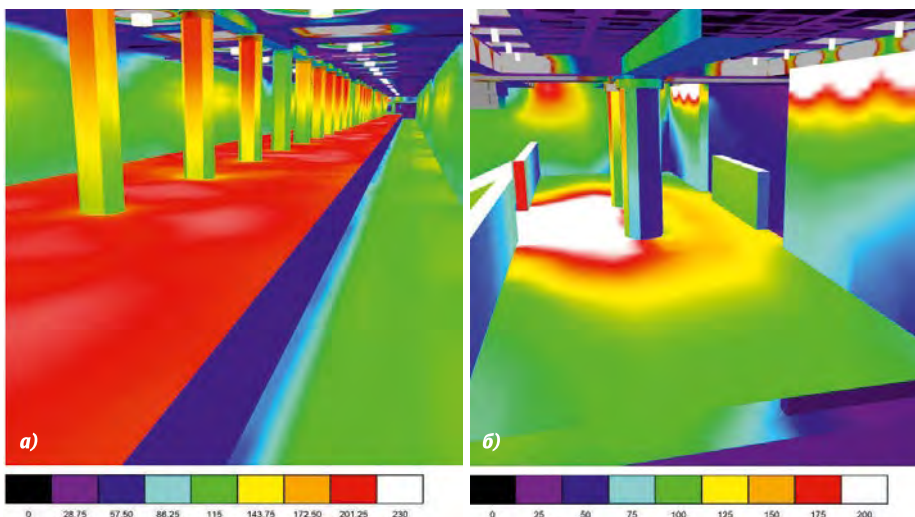
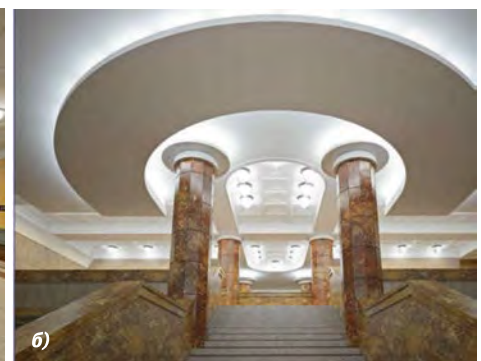


Рис. 12. Результаты светотехнического расчёта новой ОУ: а – платформенный зал; б – лестничный марш зоны перехода

«Красносельская» придётся решать ряд непростых задач, среди которых:

- обеспечение безопасных уровней освещённости на всех участках станции;
- устранение дискомфортного действия ОП согласно современным отраслевым нормам;

- выявление основных архитектурных элементов платформенного зала станции (круглых и квадратных кессонов);
- возвращение утраченного светового оформления лестничного марша зоны перехода;
- обеспечение визуального соответствия новых ОП утраченным светиль-

никам, заложенным в проекте 30-х годов.

Поскольку по сравнению с ОУ 1935-го года освещённость платформенного зала требуется повысить почти в 4 раза, то очевидно, что простое увеличение светового потока источника света приведёт к высокой яркости ОП и к ещё более высокому показателю дискомфорта, а следовательно, решение вышеперечисленных задач потребует существенных конструктивных изменений ОП.

Анализ работы круглых плафонов, расположенных вдоль платформы (рис. 2а), показал, что для уменьшения их слепящего действия требуется перераспределить поток от источника света так, чтобы меньшая его часть попадала вниз, а большая уходила в верхнюю полусферу, освещая при этом отражённым светом пол платформы. Для этой цели в плафон устанавливается цилиндрический светодиодный (СД) модуль, значительная часть светового потока которого (90 %) исходит от СД Cree XP-L, расположенных на образующей поверхности цилиндра, при этом остав-



Рис. 13. Диаграмма сравнения суммарной потребляемой мощности трёх ОУ станции «Красносельская»

шиеся 10 % излучают СД *Cree JK3030 3-V*, установленные на основание цилиндрического модуля (рис. 7в). Поверхность и полость цилиндра в этом случае выполняют функции радиатора для конвективного отвода избыточного тепла, генерируемого СД; суммарная площадь поверхности радиатора составляет 4355 см². При этом в полости цилиндра остаётся место для установки устройства управления. Такое решение позволяет перераспределить поток в необходимом для решения задачи соотношении, как это показано на рис. 7.

В случае с подвесными цилиндрическими светильниками, для выделения квадратных кессонов и уменьшения *UGR* также необходимо было увеличить световой поток в верхнюю полусферу и уменьшить световой поток в нижнюю полусферу, что легко достигается за счёт использования линеек с СД *Cree JK3030 3-V* с различным уровнем токовой нагрузки. Для осуществления этой цели в корпус светильника вставляется алюминиевая конструкция в виде ромба, стороны и полость которого, аналогично поверхностям цилиндрического модуля, описанного ранее, представляют собой радиатор для отвода тепла с площадью поверхности 1220 см². При этом во внутренней полости конструкции монтируется источник стабилизированного питания СД (рис. 8).

Предполагается, что зона перехода будет освещена ОП, внешне похожими на современные аварийные светильники (рис. 4б), только вместо ЛН мощностью 150 Вт в качестве источ-

ника света будет использоваться СД модуль с СД *Cree JK3030 3-V* (рис. 9). Аналогично описанным выше светильникам, устройство управления и радиатор для отвода тепла площадью 812 см² будут размещены в верхней части светильника (рис. 9).

Для восстановления утраченного светового оформления лестничного марша зоны перехода предполагается использовать приём, заложенный в первоначальный проект инженерами ВЭИ в 1935 г. При этом, в проектируемой ОУ в верхней части колонны за молочный рассеиватель вместо ЛН будут установлены 6 СД лампы компании «Люценди» длиной 281 мм [7], образуя шестиугольник (рис. 10).

Приведённые выше ОП были смоделированы в программе *Solidworks* [8], а *ies*-файлы и КСС (рис. 8б и 9б) были получены с помощью плагина *Photopia* [9]. По результатам светотехнического расчёта, проведённого с учётом характеристик предлагаемых приборов, а также основываясь на визуализации полученных результатов, можно сделать вывод о том, что внешний облик станции при такой реконструкции освещения становится аутентичным замыслом архитекторов (рис. 11). При этом новая ОУ не только позволяет выявить основные архитектурные элементы станции, но и в полной мере удовлетворяет современным нормам по освещённости и *UGR* (табл. 3, рис. 12). Кроме того, суммарная мощность предлагаемой ОУ составит 10,7 кВт, что почти на 0,6 кВт ниже, чем мощность действующей ОУ (рис. 13).

В заключение необходимо отметить, что в 60–70-е годы 20-го века с началом использования ЛЛ в погоне за эффективностью было модернизировано освещение многих станций метро, и, к сожалению, станция первой очереди «Красносельская» не является единственной, чьё «современное» освещение в корне изменило её облик. Появление мощных белых СД радикально меняет ситуацию при реконструкции ОУ метрополитена. Их относительно малый размер и высокая эффективность позволяют решать широкий спектр задач, которые стоят перед реставраторами объектов культурного наследия, а объединение их усилий с усилиями светотехников позволяет рассчитывать, что в скором времени нам удастся увидеть первые станции метро такими, какими их задумывали архитекторы и оформители.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Санитарные правила эксплуатации метрополитенов. СП 2.5.1337–03 (в редакции Изменений и дополнений № 1 от 30.04.2010 г., № 50).
2. Горбачёв Н.В., Ратнер Е.С. Освещение московского метро//Светотехника. – 1935. – № 1. – С. 2–11.
3. <https://www.dial.de/de/dialux/>
4. Гурторов М.М. Основы светотехники и источники света: Учеб. пособие для вузов.– 2-е изд., доп. и перераб. – М.: Энергоатомиздат, 1983.
5. <https://www.osram.com>
6. СП 32–105–2004 Метрополитены. Свод правил по проектированию и строительству.
7. <http://lucendi.ru/lynus>
8. <https://www.solidworks.com/>
9. <http://www.ltioptics.com/en/photopia-general-2017.html>



Нечаева Ксения Игоревна, бакалавр техники и технологии по направлению «Электроника и нанoeлектроника» и программе «Теоретическая и прикладная светотехника».

Учится в магистратуре НИУ «МЭИ» (специальность «Светотехника и источники света»). Специалист по светотехнике компании ООО МСК БЛ ГРУПП