

Спортивное освещение горнолыжных трасс на территории фристайл-центра комплекса «Роза Хутор»

С. А. АЛЕКСАНДРОВ¹
ООО «Спектор Лаб», Москва

Аннотация

Описываются особенности светотехнического проектирования и пуско-наладочных работ по установкам спортивного освещения горнолыжных склонов на примере фристайл-центра горнолыжного комплекса «Роза Хутор» в Красной Поляне.

Ключевые слова: спортивное освещение, горнолыжный склон, фристайл, могул, лыжная акробатика, хаф-пайп.

В 2013 г. светотехническим бюро «Спектор Лаб» (ООО) был реализован проект спортивного освещения горнолыжных трасс на территории фристайл-центра горнолыжного комплекса «Роза Хутор» в Красной Поляне. Центр включает в себя трассы хаф-пайпа, могула и лыжной акробатики, предназначенные для проведения соревнований международного уровня, в том числе с ТВ-трансляцией в формате *HDTV*. Все три трассы имеют общую финишную зону с трибунами для болельщиков. В настоящей статье описан процесс проектирования, монтажа и ввода в эксплуатацию осветительных установок спортивного освещения.

Характеристика лыжных трасс

Как известно, фристайл (англ. *freestyle skiing*) – вид лыжного спорта, входящий в программу зимних Олимпийских игр, и дисциплинами фристайла, в частности, являются могул, лыжная акробатика и хаф-пайп.

Трасса могула – прямая с одинаковым уклоном, на которой в шахматном порядке расположены снежные бугры (могулы). Во время спуска спортсмены должны выполнить два прыжка с расположенных на трассе трамплинов. При этом оцениваются

три компонента: техника прохождения трассы, скорость и прыжки.

На трассе лыжной акробатики спортсмен, набрав скорость в зоне разгона, должен выполнить максимально сложный акробатический прыжок с одного из трёх трамплинов разной высоты. В отличие от двух предыдущих трасс, судейский домик находится не на финише, а сбоку напротив трамплинов.

Трасса хаф-пайпа, предназначенная как для лыжников, так и сноубордистов, имеет форму полутрубы. Спортсмены перемещаются от стены к стене и выполняют прыжки и трюки, «вылетая» из хаф-пайпа.

Проектирование освещения

Что касается освещения подобных трасс, то оно зависит от уровня объекта. Трассы, предназначенные для тренировок и соревнований регионального уровня, а также коммерческого катания, как правило, освещаются в минимальном режиме, чтобы обеспечить использование трасс в тёмное время суток. Однако для соревнований международного уровня, которые приковывают к экранам тысячи зрителей, в том числе в регионе их проведения, важна возможность трансляции в прямом эфире по вечерам, в самое «кассовое» время, а значит нужна возможность телевизионной съёмки под искусственным светом.

Работы по проектированию начались с выбора схемы освещения. Горнолыжные трассы, о которых идёт речь в этой статье, были конечно не первыми сооружениями подобного уровня в России, но, во всяком случае, первыми со столь высокими требованиями к освещению, необходимыми для обеспечения *HDTV*-трансляции. И если по более распространённым в России видам спорта светотехниками уже был наработан достаточно большой опыт и даже выпускались методические пособия по их освеще-

нию, то здесь пришлось иметь дело с совершенно новыми, непривычными дисциплинами. Недостаток отечественного опыта пришлось компенсировать изучением опыта зарубежного. В первую очередь анализировался опыт по аналогичным трассам в канадском Ванкувере.

Неоценимую помощь оказывали сами спортивные специалисты, помогая понять как движется спортсмен, куда направлен его взгляд во время выступления, какова его траектория вылета во время прыжка. Это позволило правильно задать расчётные поверхности, как наклонные вдоль трассы, так и вертикальные, в зоне трамплинов.

Аналогично, уже с участием представителей телевизионной компании, определялось расположение камер. Для создания эффектной и захватывающей телевизионной картинки применяется множество разных устройств. Так, помимо стационарных и переносных, используются моторизованные камеры, следующие за спортсменом вдоль трассы, камеры, установленные в снегу под трамплинами, либо подвешенные сверху над трассой. Поскольку учесть в расчёте подвижные камеры практически невозможно, а освещённость для камер эффектов и камер общего плана не так критична, то расчёт производился только для стационарных и наиболее характерных мест расположения переносных камер.

В итоге была выбрана классическая «верхне-боковая» схема освещения, характерная для многих других спортивных сооружений. Особенность заключается только в нацеливании световых приборов (СП). Сама плоскость трассы, линии нацеливания камер и линии зрения наблюдателей наклонены к горизонту, поэтому углы нацеливания откладываются не от вертикали, а от перпендикуляра к поверхности трассы в месте установки СП.

Далее необходимо было определиться с требованиями к освещению. В нашей стране действуют нормы [1] (нормирование освещения для съёмки проводилось дополнительно перед Олимпиадой 1980-го года [2]), в странах ЕС действует стандарт [3], а также существуют международные рекомендации МКО по освещению спортивных сооружений для телевизионных трансляций (публикации

¹ E-mail: alexandrov@spector-lab.com

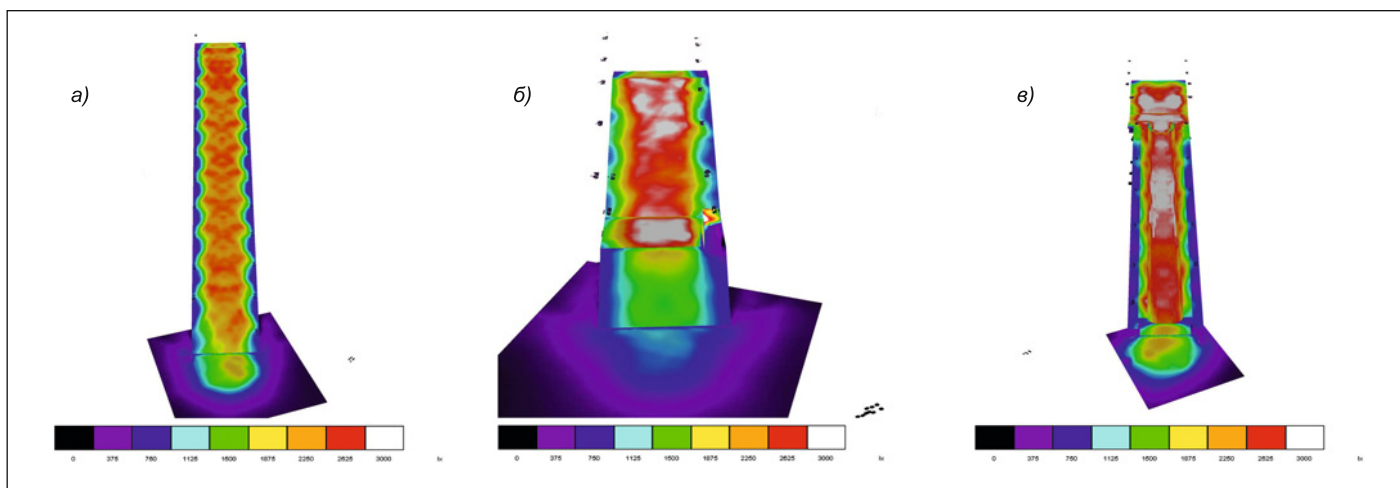


Рис. 1. Расчётное распределение горизонтальной освещённости на поверхности трасс могула (а), лыжной акробатики (б) и хаф-пайна (в)

[4–6]). Что касается задания на освещение конкретного объекта, то его обычно формирует заказчик совместно с представителями спортивной федерации и организацией, которая будет выполнять съёмки и трансляцию соревнований.

Для данного объекта в качестве нормируемых параметров для режима *HDTV* были приняты: средняя вертикальная освещённость $E_{в.ср}$ по направлению к камере – 2000 лк, коэффициенты неравномерности $E_{в.мин}/E_{в.макс} = 0,4$, $E_{в.мин}/E_{в.ср} = 0,6$, $E_{г.мин}/E_{г.макс} = 0,6$ и $E_{г.мин}/E_{г.ср} = 0,7$. Также предусматривался режим аварийной телетрансляции в случае кратковременного прерывания основного питания, для него предусматривались: $E_{в.ср}$ по направлению к камере – 1000 лк, $E_{в.мин}/E_{в.макс} = 0,3$, $E_{в.мин}/E_{в.ср} = 0,5$, $E_{г.мин}/E_{г.макс} = 0,5$ и $E_{г.мин}/E_{г.ср} = 0,7$. Чтобы обеспечить безопасный спуск спортсмена в момент перезажигания ламп основного освещения, был предусмотрен режим аварийного спуска без использования разрядных ламп, с $E_{г.ср} = 100$ лк и $E_{г.мин}/E_{г.ср} = 0,4$. (Под $E_{г}$ здесь понимается горизонтальная освещённость на поверхности склона.)

В качестве СП для рабочего освещения были выбраны прожекторы *Thorn Mundial C* и *Mundial R* с МГЛ *OSRAM HQI-TS1000W/D/S* и *HQI-TS2000W/D/S*, а для режима аварийного спуска – прожекторы *Thorn PRT 15* с галогенными лампами *OSRAM Haloline 1500W*. Часть прожекторов *Mundial* была укомплектована блоками мгновенного перезажигания лампы для обеспечения режима аварийной телетрансляции. Выбранные МГЛ обеспечивают высо-

кий уровень цветопередачи ($R_a > 90$) и коррелированную цветовую температуру 5900 K, достаточно соответствующую дневному естественному свету. (Чтобы в сумерках не чувствовалось разницы в цветовосприятии между естественным и искусственным освещением.)

Особенности светотехнического расчёта

Следующим шагом было выполнение светотехнического расчёта. При этом горнолыжные трассы имеют две важные особенности – наличие наклонных расчётных плоскостей и диффузно отражающего снежного покрова с высоким коэффициентом отражения, от 60 до 95%. Поэтому отражённая составляющая вполне достойна учёта в расчётах. В данном проекте коэффициент отражения снега был принят равным 60%.

Перечисленные особенности серьёзно ограничивают выбор расчётной программы. Так, например, программа «*Calculux Area*» [7], разработанная компанией *Philips Lighting* специально для спортивного освещения, не учитывает в расчёте отражённый свет, а программа «*ReluxPro*» [8] не рассчитывает $E_{г}$ по направлению к камере на наклонной плоскости. Единственная из известных программ, которая имеет полный функционал для рассматриваемой задачи, – «*DIALux*» [9].

Непосредственно перед проектированием необходимо было выбрать высоту и шаг опор для установки прожекторов. Чем выше опора, тем менее эффективно будет использоваться световой поток прожекторов, кроме того стоимость самой опоры увеличивается с ростом её высоты в геометрической прогрессии, и в среднем дешевле использовать большее количество

Рис. 2. Освещённая трасса могула



Таблица

Режим	Количество прожекторов, шт. (суммарная мощность, кВт)		
	Могоул	Акробатика	Хаф-пайп
Технологический режим	14 (29,1)	8 (16,6)	12 (24,9)
ColourTV-трансляция	111 (226,2)	72 (149,5)	146 (303,0)
Аварийная ТВ-трансляция	120 (278,1)	99 (205,4)	188 (390,1)
HDTV-трансляция	251 (512,6)	175 (365,3)	340 (705,5)
Аварийный спуск (без использования разрядных ламп ВД)	42 (63,0)	33 (49,5)	62 (93,0)
Общая мощность осветительной установки, кВт	575,6	414,8	798,5

низких опор, чем меньшее количество высоких. Однако снизу высоты опоры ограничивают требования по допустимому слепящему действию. В итоге высота опор в проекте варьировалась от 15 до 25 м в зависимости от ширины трассы. Отдельно подбиралась высота двух опор за трибунами, которые должны были освещать финишную зону. Из-за больших размеров этой зоны высота опор составила 50 м. Для освещения финишных

зон предусматривались также дополнительные прожекторы на временных конструкциях непосредственно в зоне финиша.

Полученные расчётные распределения E_z приведены на рис. 1, а расчётные количества прожекторов и мощности в разных режимах включения – в таблице.

Выполнением светотехнического расчёта и получением списков прожекторов с углами нацеливания ра-

бота светотехника не заканчивается. Наоборот, наступает самый интересный этап – теперь предстоит воплотить в жизнь рассчитанную осветительную установку, и это тоже не совсем простая задача.

Монтаж осветительной установки

Подготовка к монтажу начинается с того, что нужно связать каждый из прожекторов с конкретной ячейкой в прожекторной батарее, притом так, чтобы они не экранировались другими прожекторами или элементами конструкции. В результате получается сводная таблица размещения и нацеливания прожекторов, в которой напротив каждого прожектора указан его тип, группа включения, номер ячейки в батарее и углы нацеливания прожектора. Важно, чтобы углы поворота в горизонтальной плоскости были преобразованы из абсолютных в относительные, которые будут отсчитываться от конструкции батареи, что облегчит работу монтажникам и повысит точность нацеливания. Углы наклона в вертикальной плоскости при этом будут отсчитываться от абсолютной вертикали, которую легко определять современными измерительными средствами.

После установки и подключения прожекторов выполняется их нацеливание. Для руководства этим процессом были привлечены специалисты из «Спектор Лаб», а сотрудники монтажной организации занимались непосредственно выставлением углов наклона и поворота прожекторов на опорах. В отличие от плоских спортивных площадок, на горнолыжных склонах не удаётся разметить точки нацеливания непосредственно на поверхности трассы, т.к. координаты этих точек крайне сложно рассчитывать и не менее сложно отмечать на склоне. Исключением может являться разве что плоская горизонтальная зона финиша. По этой причине нацеливание производится по углам наклона/поворота и требуются измерительные приборы, позволяющие отсчитывать углы с точностью до градуса.

Кроме того, при отсчитывании не абсолютных, а относительных от («батареи») углов, нужно учитывать, что положение батареи в пространстве в большинстве случаев не совпа-



Рис. 3. Освещённая трасса лыжной акробатики



Рис. 4. Освещённая трасса хаф-пайпа

дает с проектным, т.к. при установке столь габаритной конструкции сложно получать необходимую точность. Что касается данного объекта, то рельеф с 30°-уклоном не позволял использовать строительные краны, и батареи, собранные на земле, пришлось ставить на опоры с помощью вертолёта. В итоге неопределённость углов поворота батарей относительно трассы достигала десятков градусов.

Таким образом, чтобы внести соответствующие поправки в таблицы нацеливания, необходимо было измерить углы поворота батарей относительно трассы. К решению этой задачи были привлечены работавшие на объекте инженеры-геодезисты, обладавшие необходимыми знаниями и аппаратурой.

(Нужно отметить, что дополнительной трудностью в процессе нацеливания прожекторов на горнолыжном склоне является его значительная протяжённость и перепад высот, который может достигать нескольких сотен метров. В зимнее время это расстояние приходится преодолевать по рыхлому снегу. Поэтому и для монтажных организаций, и для инженерно-технического персонала совсем не лишним будет соответствующий транспорт, например снегоходы.)

Наладка и корректировка осветительной установки

Наконец, после нацеливания всех прожекторов наступает долгожданный момент включения настроенной осветительной установки. Конечно,

при всей аккуратности проведённых работ световая картина будет несколько отличаться от проектной. Наиболее вероятны следующие причины – тёмные пятна, которых «не было в расчётах» (как правило возникают из-за вышедших из строя ламп), и яркие пятна (результат ошибок в нацеливании одиночных прожекторов). Источник ошибки можно найти, покачивая прожекторы один за другим или попеременно устанавливая перед ними непрозрачный экран.

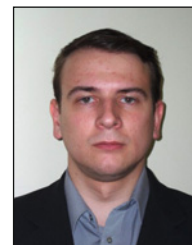
Кроме того, после пробного включения установки выявилась одна интересная особенность – даже те строгие требования по коэффициентам равномерности освещения для проведения HDTV-трансляций, которые были приняты в данном проекте, оказались недостаточными для горнолыжной трассы. Как уже говорилось выше, снег представляет собой диффузно отражающую поверхность с высоким коэффициентом отражения, а камеры и зрители видят эту поверхность под очень острым углом. Всё это приводит к тому, что даже небольшая неравномерность распределения E_z на такой трассе сильно заметна, особенно если она имеет циклический характер, связанный с шагом опор. В этом случае на трассе получается своего рода «зебра», которую в данном проекте, к счастью, удалось устранить на месте путём перенацеливания части прожекторов.

Завершили процесс ввода в эксплуатацию осветительной установки контрольные замеры E_z , которые показали хорошее совпадение результатов

измерений с проектными данными (рис. 2–4).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Нормы электрического освещения спортивных сооружений. ВСН-1–73. Спорткомитет СССР, Вильнюс, 1975.
2. Митин А.И., Царьков В.М., Шахнаруняц Г.Р., Кловев С.А. Критерии освещения стадионов при передачах цветного телевидения и методы их обеспечения при проектировании путём расчёта на ЭВМ // Светотехника. – 1979. – № 9. – С. 2–5.
3. EN12193:1999 «Sports lighting».
4. CIE169:2005 «Practical Design Guidelines for the Lighting of Sport Events for Colour Television and Filming».
5. CIE83–1989 «Guide for the lighting of sports events for colour television and film systems».
6. CIE067–1986 «Guide for the Photometric Specification and Measurement of Sports Lighting Installations».
7. URL: www.lighting.philips.ru (дата обращения: 11.05.2015).
8. URL: www.relux.biz (дата обращения: 11.05.2015).
9. URL: www.dial.de (дата обращения: 11.05.2015).



Александр Сергей Александрович,
магистр. Окончил в 2003 г. МЭИ.
Технический директор ООО «Спектр Лаб»

СВЕТ В НАШЕЙ ЖИЗНИ

Журнал «Светотехника» представляет факультативный материал к все-российскому уроку, посвящённому Международному году света и световых технологий. Он разработан по поручению Минэнерго России при поддержке Программы развития ООН и ГЭФ. Содержит кратко и просто изложенные неочевидные, но важные сведения о свете, освещении и энергосбережении.

Авторы: **Антон Шаракшанэ**, кандидат физ.-мат. наук, научный редактор журнала «Светотехника»; **Александр Юнович**, доктор физ.-мат. наук, профессор физического факультета МГУ

им. М.В. Ломоносова; **Татьяна Рожкова**, зав. испытательной лабораторией ГУП РМ «НИИИС имени А.Н. Лодыгина»; **Константин Даниленко**, доктор мед. наук, зам. директора по научной и лечебной работе ФГБНУ «НИИ физиологии и фундаментальной медицины»; **Александр Митрейкин**, кандидат экон. наук, директор Департамента энергосбережения и повышения энергетической эффективности Минэнерго России; **Анатолий Шевченко**, менеджер проекта ПРООН/ГЭФ/Минэнерго России «Преобразование рынка для продвижения энергоэффективного освещения»;

Георгий Боос, кандидат техн. наук, президент холдинга *BL Group*; **Ольга Бокова**, архитектор, член Союза дизайнеров России, доцент кафедры дизайна ЮУрГУ; **Александр Гольдин**, консультант по светотехнике Израильской дорожной компании; **Александр Фомин**, кандидат техн. наук; **Михаил Сартаков**, колорист.

Материал оформлен в виде презентации в формате pdf для показа на проекторе и может быть скачан по адресу: <http://www.sveto-tekhnika.ru/art/20150813>.