

Воссоздание тибетского традиционного освещения в современной библиотеке¹

С. ЧЖАО^{1*}, С. ЧЖАН², К. ЦУЙ³

¹ Компания *Brandston Partnership Inc.*, Нью-Йорк, США,

² Школа архитектуры Университета Цинхуа, Пекин, КНР,

³ Компания *China Architecture Design & Research Group*, Пекин, КНР.

* E-mail: zhaoxf07@gmail.com

Аннотация

В статье описан основанный на результатах проведённых исследований процесс проектирования освещения библиотеки уезда Юйшу, новой библиотеки, которая была построена после землетрясения 2010-го года. Целью проекта было воссоздание традиционного для Тибета освещения в этой современной библиотеке, не жертвуя при этом функциональностью освещения. Проведённые исследования включали в себя анализ литературных данных, посещение объекта и проведение измерений, опрос пользователей и моделирование естественного освещения.

Ключевые слова: проект освещения, традиционная тибетская архитектура, оценка освещения, моделирование естественного освещения.

1. Предыстория проекта

1.1. Реконструкция после землетрясения

В 2010 году в уезде Юйшу провинции Цинхай Тибетского автономного округа Китая произошло землетрясение магнитудой 6,9. В г. Гьегу, столице уезда Юйшу, были разрушены 85 % зданий. План восстановления разрушенных землетрясением зданий включал в себя библиотеку, театр, кинотеатр и культурный центр. Библиотека уезда Юйшу (далее – библиотека Юйшу) была спроектирована и построена как центральный элемент реконструкции города и уезда после землетрясения [1].

1.2. Уникальное традиционное архитектурное освещение

В Китае Юйшу относят к климатической зоне I по освещению, характе-

ризующейся равным 28000 лк средним значением естественной освещённости [2]. Находясь на высоте 3700 м, Юйшу имеет суровый горный субарктический климат с 2496 солнечными часами в год (солнечным называют период, на протяжении которого величина прямой солнечной облучённости превышает пороговое значение 120 Вт/м² [3]). Холодный климат, большие перепады температуры днём и ночью и сильное ультрафиолетовое излучение исторически привели к преобладанию замкнутых архитектурных форм с уменьшающимися потери тепла маленькими окнами и толстыми стенами и с атриумами, обеспечивающими попадание дневного света в общественные здания [4]. Эта традиционная архитектурная форма влечёт за собой особое освещение, которым ежедневно пользуются местные жители, причём 97 % из них являются тибетцами, повседневная жизнь которых основана на тибетской культуре. Новая библиотека Юйшу, предназначенная для местных жителей, должна обеспечивать их всеми преимуществами современной библиотеки, оставаясь в рамках традиционной тибетской архитектуры по своим геометрическим очертаниям, внутренней мебелировке и освещению. Это библиотека Юйшу и для Юйшу, и она не должна походить на библиотеки Пекина, Нью-Йорка или Лондона.

1.3. Проектная задача

Проблема очевидных различий между новым и традиционным архитектурным освещением постоянно сопутствует проектам реконструкции Юйшу после землетрясения. Новые общественные здания придерживались традиционных пространственных форм и стилей оформления, тогда как их освещение организовывали в соответствии с действующими в Китае нормативными документами: стан-

дарту на естественное освещение зданий *GB/T 50033–2013* и стандарту на освещение зданий *GB50034–2013* [5, 6]. Просто придерживаясь этих стандартов, разработчики ряда проектов обеспечили в некоторых новых зданиях избыточное естественное или искусственное освещение. Это привело к увеличению уровней освещённости и уменьшению яркостного контраста, что вступает в противоречие с традиционным для Тибета освещением.

В случае искусственного освещения, согласно стандарту *GB50034–2013* [6], в читальных залах библиотек освещённость должна составлять 300 лк. Согласно рекомендациям, приведённым в Справочной книге по светотехнике Северо-американского светотехнического общества [7], уровень освещённости в библиотеке при чтении/учёбе должен составлять 300–500 лк. А согласно стандарту *GB/T 50033–2013* [5], в читальных залах библиотек коэффициент естественной освещённости (КЕО) должен составлять не менее чем 2 %. В разделе 2.2.1 английского руководства [8] говорится, что «При меньшем чем 2 % среднем значении КЕО комната выглядит мрачной, и в ней, скорее всего, будет часто использоваться искусственное освещение». Стандарт *GB/T 50033–2013* [5] гармонизирован с [8].

Возникает вопрос: если удастся количественно описать традиционное освещение, то можно ли будет таким образом спроектировать современное освещение, чтобы оно приблизилось к традиционному? И именно этот вопрос мы задали в начале этого основанного на результатах проведённых исследований проектирования.

2. Связь между новой библиотекой и традиционным молельным домом

2.1. Библиотека Юйшу

Библиотека Юйшу имеет 4 этажа общей площадью 4300 м². Архитекторы учли особенности традиционной тибетской архитектуры и использовали её архитектурные элементы, в том числе маленькие окна и атриум, послужившие базой для дальнейшего проектирования, целью которого являлось воссоздание традиционного освещения. Размеры окон увеличива-

¹ Перевод с англ. Е.И. Розовского

Читальные зоны библиотеки Юйшу

Читальная зона	Количество мест, шт.	Источник естественного света	Может ли естественное освещение обеспечить нормируемую освещённость 300 лк?
Атриум, центр	24	Клерестория атриума	Нет
Атриум, периметр	72	Клерестория атриума	Нет
Стенная ниша	76	Боковые окна	Да

ются от основания до верха здания, а атриум представляет собой ключевое пространство библиотеки с клересторией² в качестве основного источника естественного освещения (рис. 1). В библиотеке предусмотрены три читальные зоны (табл. 1).

2.2. Выбор варианта традиционного тибетского освещения

Традиционная тибетская архитектура – это широкое понятие, включающее в себя общественные культовые здания и частные жилые дома, из которых лучше всего изучены тибетские буддийские монастырские здания. Монастыри объединяли в себе религиозное самосознание, эстетические представления, местные особенности и прогрессивные для своего времени строительные технологии [4]. Из всех зданий тибетских монастырей, моленные дома являются наиболее значимыми местами религиозной активности, в которых монахи молятся³ ежедневно, а прихожане – во время религиозных праздников. Зрительные задачи, реализуемые в молельном доме, аналогичны задачам, которые стоят перед посетителями библиотек. По своему предназначению и геометрии пространства центральная молитвенная зона аналогична атриуму библиотеки Юйшу.

Традиционное тибетское освещение является результатом реакции архитекторов на местный климат и культурные традиции. Для систем освещения традиционных тибетских зданий

Рис. 1. Физическая модель библиотеки Юйшу (слева) и система окон (справа)



характерны маленькие окна в толстых стенах, обеспечивающая поступление дневного света клерестория, высокий яркостной контраст, низкая средняя освещённость и наличие тёмных зон. В типичных молельных домах явно прослеживаются пути поступления дневного света. В большинстве молельных домов дневной свет поступает в молельную зону через поднятую над крышей клересторию.

Рассматриваемый главный молельный дом находится в монастыре Дамкар (*Damkar Monastery*), построенном примерно в 1190 г. (династия Сун) и использовавшимся для проведения местных религиозных праздников и для повседневных молитв. Главный молельный дом и библиотека Юйшу предназначены для выполнения одних

и тех же зрительных задач и имеют одинаковые пути поступления дневного света. Оценка освещения главного молельного дома монастыря Дамкар осуществлялась посредством выезда на место, проведения измерений, опроса и моделирования.

3. Методика: мост между исследованиями и практикой проектирования

Целью проекта было воссоздание традиционного освещения в новой библиотеке на основе результатов оценки освещения традиционного молельного дома. Метод был разработан применительно к общему случаю, когда оценку соблюдения местных традиций и правильности использования архитектурных элементов производят как пользователи, так и проектировщики новых зданий. Методика состоит из следующих этапов:

а) количественное описание традиционного естественного освещения посредством моделирования и полевых измерений;

² Клересторией в архитектуре называют поднятую выше окружающих крыш центральную часть здания с окнами, через которые в здание поступал свет. – Прим. пер.

³ В оригинале используется термин «*chanting*», означающий ритуальные песнопения или чтение нараспев. В переводе для простоты используется термин «молитва» и его производные. – Прим. пер.

Рис. 2. Методологическая схема основанного на результатах исследований проектирования

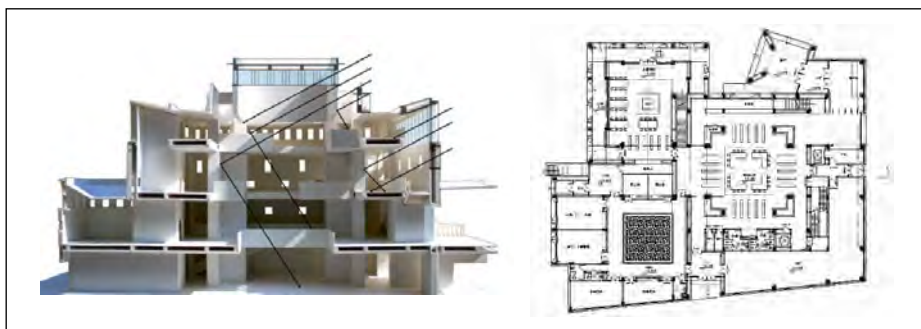
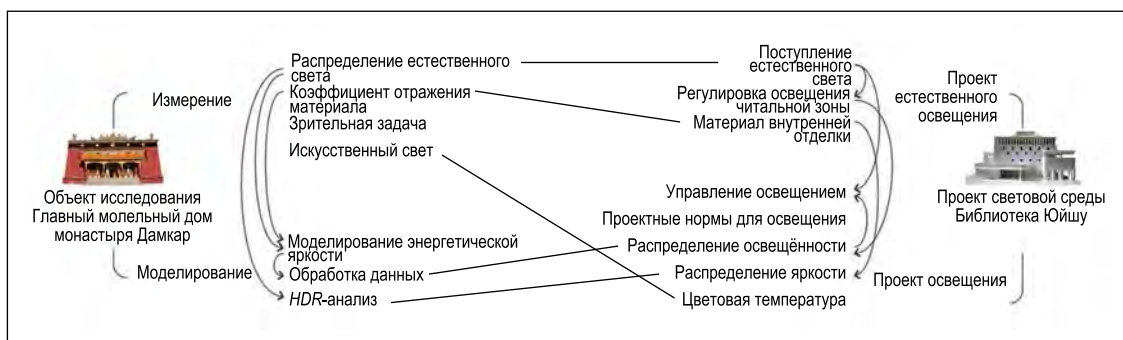


Рис. 3. Поперечное сечение библиотеки Юйшу: схема поступления естественного света (слева) и план 1-го этажа (справа)

б) перенос традиционного естественного освещения в новое здание и обеспечение выполнения требований к уровню освещённости в современной библиотеке;

в) оценка проекта освещения библиотеке посредством моделирования как естественного, так и искусственного освещения, корректировка расположения мебели, материалов интерьера и графика работы светильников для достижения желаемого результата и уменьшения энергопотребления.

Методика служит основой для проведения исследований и проектирования и предназначена для переноса результатов исследований в практику проектирования. Методика объе-

динения исследований и проектирования освещения проиллюстрирована на рис. 2.

4. Исследование освещения главного молельного дома

4.1. Объекты исследования

Библиотека Юйшу имеет четырёхэтажный атриум, который не способен обеспечить удовлетворяющее современным требованиям освещение читальной зоны первого этажа. Во время работы библиотеки естественное освещение должно быть дополнено искусственным. Объектом исследования является атриум (рис. 3).

Таблица 2

Сравнение зданий главного молельного дома и библиотеки Юйшу

Здание	Главный молельный дом	Библиотека Юйшу
Местоположение	33°0' с.ш., 97°8' в.д.	33°0' с.ш., 97°0' в.д.
Год возведения	1190, 1981 (восстановлен)	2012
Количество этажей	4	4
Площадь атриума первого этажа, м ²	633	784
Количество мест на первом этаже	24	24
Посетители	Монахи и местные жители	Монахи и местные жители

Модели главного молельного дома и библиотеки Юйшу были сформированы в программе *Rhinoceros* на основе результатов обмеров зданий (табл. 2).

4.2. Полевые измерения и опрос пользователей

Полевые измерения, производившиеся в главном молельном доме, охватывали КЕО и коэффициенты отражения и пропускания материалов, а также тщательное изучение поведения пользователей. КЕО измеряли для последующей калибровки результатов моделирования, необходимой в связи с упрощением модели, в которой не учитывались элементы декора и конструкции. Коэффициенты отражения измерялись при помощи спектрофотометра, а полученные результаты использовались в модели.

Среднее значение КЕО в главном молельном доме оказалось равным 0,22 %, тогда как нормируемое минимальное значение КЕО для читальных залов библиотек равно 2 % [5]. Однако монахи используют для молитв центр атриума, где благодаря наличию прямого солнечного света обеспечиваются наилучшие условия естественного освещения. Время вознесения молитв наступает тогда, когда солнечный свет попадает в центр атриума. В полдень солнечного дня освещённость в читальной зоне может достигать 200 лк. Когда после полудня в атриуме становится темно, наступает время уборки и ремонтных работ. На рис. 4, где отражены различия между временем молитв и временем уборки, продемонстрирована ограниченность КЕО как показателя наличия естественного освещения.

Наблюдения и опросы пользователей (15 монахов, использующих атриум каждый день) позволили из первых рук получить информацию о том, как пользователи реагируют на

Рис. 4. Главный молеальный дом 8 декабря 2012 г. в 12:00 (вверху) и в 16:00 (внизу)

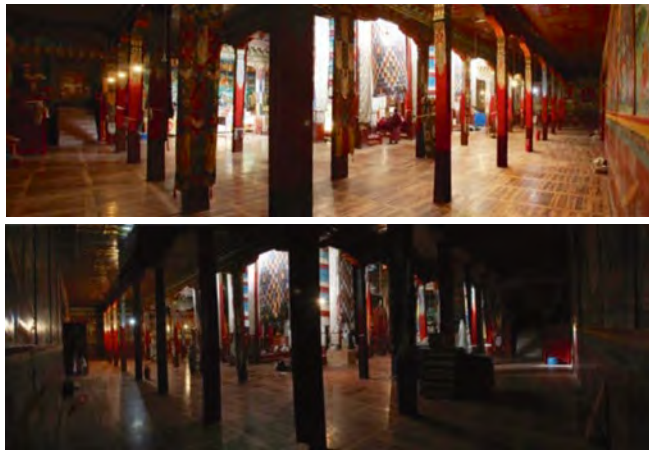


Рис. 5. Молитвенник (вверху) и типичное положение при молитве в главном молеальном доме (внизу)

освещение. Все опрошенные сказали, что естественного освещения молящимся хватало. Во время молитвы монахи сидят на сиденьях высотой 400 мм. Все зачитываемые тексты написаны тибетским шрифтом *Uchen* примерно 11-го размера на бумаге с коэффициентом отражения 0,91 (рис. 5).

4.3. Автономность естественного освещения и распределение освещённости

Для моделирования годового изменения естественного освещения главного молеального дома использовался подключаемый блок *DIVA-for-Rhino* программы *Rhinoceros*. Оценка годичной автономности естественного освещения (DA – *daylight autonomy*⁴) была основана на метеорологических данных, содержащихся в файле *EnergyPlus weather file of Yushu, Qinghai* [9]. Эта оценка производилась с учётом местных климатических условий, что очень важно для данного проекта: местный климат характеризуется большим количеством солнечного света на протяжении почти всего года, следствием чего и являются уникальные архитектурные решения и соответствующее им освещение. Если в качестве критерия оценки DA использовать значение освещённости E_{DA} , равное 50 лк, то она оказалась высокой (50 %) только в центре атриума, где монахи сидят и молятся. Пространство около стен освещено хуже,

и для него DA оказалась равной всего 10 %, – правда, это пространство используется только для перемещения. Приведённые на рис. 6 результаты расчётов автономности естественного освещения говорят о том, что большие тканые драпировки, используемые для украшения главного молеального дома, играют важную роль в отражении прямого солнечного света, поступающего из выходящих на юг окон клерестории, обеспечивая в результате равномерное и яркое освещение центральной читальной зоны.

Для количественного описания естественного освещения были выбраны молитвенные периоды с 9:00 до 12:00, типичные для 20–22 марта, 20–22 июня, 20–22 сентября и 20–22 декабря. Значения накопленной освещённости (*accumulated illuminance*), реализующиеся в рассматриваемых точках на протяжении выбранных периодов, были взяты из файлов данных, сформированных в результате моделирования годичной автономности естественного освещения. Соответствующие молеальным периодам выбранных дней значения накопленной освещённости использовались для по-

лучения распределения естественной освещённости. Применительно к горизонтальным поверхностям, среднее значение накопленной освещённости определялось для 9 контрольных точек в случае читальной зоны (R) и для 30 контрольных точек в случае проходов (C). Отношение накопленных освещённостей, соответствующих этим зонам ($R: C$), лежало в пределах от 8,5:1 до 10:1.

Применительно к вертикальным поверхностям, среднее значение накопленной освещённости определялось для 4-х контрольных точек в случае верхней зоны (T), для 30-ти контрольных точек в случае зоны клерестории (C) и для 4-х контрольных точек в случае нижней зоны (B). Так как в зону клерестории попадал прямой солнечный свет, то для неё отношение накопленных освещённостей было непостоянным. Отношение накопленных освещённостей, соответствующих верхней и нижней зонам ($T: B$), лежало в пределах от 8:1 до 6:1.

Эти характерные для главного молеального дома отношения были взяты за основу при выборе соотноше-

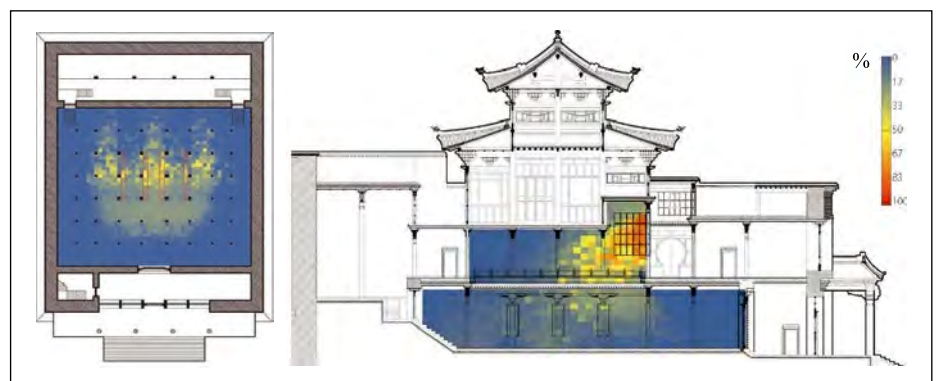


Рис. 6. Распределение DA для времени занятости по горизонтальной ($E_{DA} = 50$ лк) (слева) и вертикальной ($E_{DA} = 100$ лк) (справа) поверхностям

⁴ *Daylight Autonomy (DA)* – это выраженное в процентах суммарная годовая продолжительность дневного времени, на протяжении которого освещённость в рассматриваемой точке превышает заданное значение E_{DA} . – Прим. пер.

Сопоставление естественного и искусственного освещения главного молельного дома и библиотеки Юйшу

	Естественное освещение		Искусственное освещение	
	Имеет место в главном модельном доме	Проект библиотеки Юйшу	Имеет место в главном модельном доме	Проект библиотеки Юйшу
Геометрия пространства и пути поступления естественного света	Высокий атриум с клересторией, маленькие боковые окна	Высокий атриум с клересторией, маленькие боковые окна	Сведений нет	Сведений нет
Читальная зона и естественное освещение	Посадочная зона в центре атриума (участок с наилучшей автономностью естественного освещения)	Переделать посадочную зону на основе результатов моделирования автономности естественного освещения	Ночью монахи используют свечи или СД лампы с аккумуляторами	Дополнительная электрическая подсветка на местах для сидения
Освещённость на рабочей плоскости	Измеренное значение во время молитвы – 200 лк (освещённость, средняя для 24-х мест)	Стандартные 300 лк	Свечи горят около статуй, для чтения не предназначены	Дополнительное электрическое освещение, обеспечивающее нормированный уровень освещённости
Период чтения	9:00–17:00	9:00–12:00 летом, 9:30–12:30 зимой	Сведений нет	Сведений нет
Детали в поле зрения (отношение яркостей)	40:2:1 (клерестория: потолок: пол)	Другой материал стен для подбора коэффициента отражения	Сведений нет	Увеличенная освещённость от клерестории

ний освещённостей для библиотеки Юйшу.

4. HDR-анализ и распределение яркости

Анализ фотографий с расширенным динамическим диапазоном (*HDR*) был использован применительно к распределению яркости в главном молельном доме. На *HDR*-фотографиях клерестории главного молельного дома потолок и тканые драпировки имели наибольшую яркость, тогда как стены проходов имели наименьшую яркость. На *HDR*-фотографиях атриума главного молельного дома наибольшую яркость имела статуя Будды. Высокая яркость наблюдалась и на лицах монахов, сидящих около этой статуи. Яркости основных поверхностей продемонстрированы на рис. 7. Эти распределения яркости были взяты за основу при проектировании освещения библиотеки Юйшу.

5. Процесс проектирования освещения

Для передачи местного колорита архитекторы используют геометрию пространства и отделку мебели. Проектировщики освещения для достижения этой же цели полагаются на сочетание естественного и искусственного

освещения. При проектировании освещения библиотеки Юйшу за основу было взято традиционное для Тибета освещение главного молельного дома (табл. 3).

После количественного описания распределений освещённости и яркости в главном молельном доме начался процесс проектирования, включавший в себя разработку и междисциплинарное согласование концепции и выбор и установку светильников. Создание осветительной установки завершилось осуществлявшейся на месте наладкой оборудования, позволившей реализовать выбранное распределение характеристик и, в то же время, удовлетворить нормативные требования. По завершении проектирования, в основу которого были положены распределения освещённости и яркости в главном молельном доме, мы воспользовались программой *Dialux* для сравнения уровней освещённости и яркости с планировавшимися и для выбора осветительных приборов. Результаты моделирования искусственного освещения показали, что отношение освещённостей в читальной зоне и в проходах библиотеки Юйшу оказалось равным 6:1. В дневное время при наличии поступающего из атриума естественного света это отношение возрастёт до значения, близкого к наблюдавшемуся в случае главно-

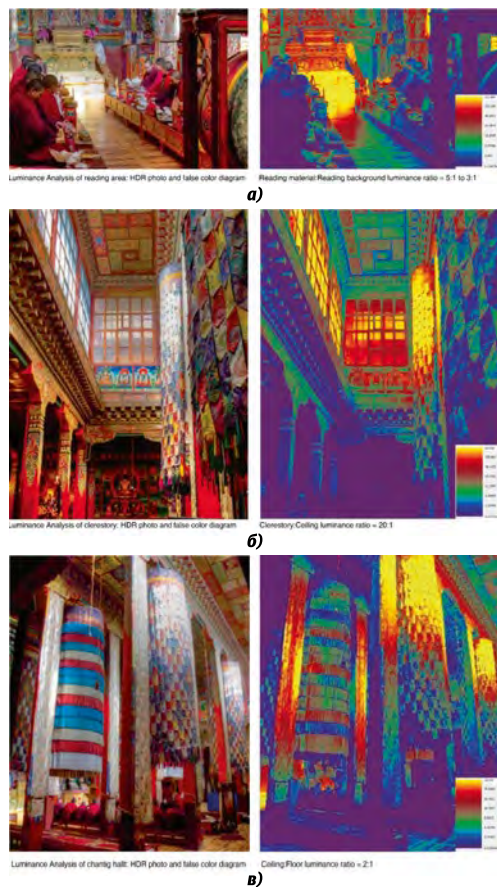
го молельного дома (от 8,5:1 до 10:1). И освещённости в читальной зоне, и освещённости в проходах удовлетворяли нормативным требованиям (300 и 100 лк соответственно). Что касается вертикальных поверхностей, то отношение освещённостей в окрестности потолка и пола составило 4:1, что близко к значению, наблюдавшемуся в случае главного молельного дома (от 4:1 до 6:1). Расчётное распределение яркости в библиотеке Юйшу оказалось похожим на наблюдавшееся на *HDR*-фотографиях распределение яркости в главном молельном доме.

Библиотека Юйшу была открыта для местных жителей и монахов в декабре 2013 г. Естественное освещение библиотеки Юйшу показано на рис. 8.

6. Заключение и обсуждение

Традиционное освещение было воспроизведено в новом здании посредством создания такого же распределения освещения и сотрудничества с архитекторами с целью формирования путей поступления дневного света, правильного выбора коэффициентов отражения основных поверхностей и изменения местоположения читальных зон. Однако в настоящее время глаза пользователей используются и для выполнения новых зрительных задач, которые в период возведения

Рис. 7. HDR-анализ распределения яркости в главном молельном доме: а – читальная зона, HDR-фотография (слева) и изображение в псевдоцветах (справа); отношение яркостей материала для чтения и фона – от 5:1 до 3:1; б – клерестория, HDR-фотография (слева) и изображение в псевдоцветах (справа); отношение яркостей окон и потолка 20:1; в – молельный дом, HDR-фотография (слева) и изображение в псевдоцветах (справа); отношение яркостей потолка и пола 2:1



традиционных зданий зачастую не существовали, например, чтение отображаемой на экранах компьютеров информации. Учитывая наличие этих новых зрительных задач, следует дополнительно рассмотреть вопрос приемлемости этой методики проектирования нового освещения на базе традиционного.

На ранней стадии проектирования проектировщик освещения, архитектор и клиент обсуждали возможности в части исключения блёскости и использования естественного освещения. Однако, во-первых, следует учесть то обстоятельство, что финансирование этого проекта было ограниченным в связи с ограниченностью объёмов финансирования всех работ по восстановлению Юйшу после катастрофического землетрясения. Из-за ограниченного финансирования возможность использования управляемых датчиками естественной освещённости солнцезащитных устройств с электроприводами и светорегулируемых светильников даже не рассматривалась. Во-вторых, местные жители любят солнечный свет. В результате опросов монахов из монастыря Дамкар мы установили, что в отведённое на молитвы время в читальную зону

через клересторию попадал прямой солнечный свет. Большинство пользователей считали, что прямой солнечный свет обеспечивал связь между искусственной средой внутри здания и естественной средой вне здания. В-третьих, в этой библиотеке имеются 172 посадочных места, расположенные в атриуме и вдоль фасада, в которых наличествует естественное освещение. Учитывая количество посетителей, если в одной из зон будет наблюдаться чрезмерная блёскость, то всегда найдутся свободные места в других зонах.

Количественное исследование традиционного освещения обеспечивает надёжную базу для проектирования, основанного на выраженных количественно сопоставимых показателях, таких как освещённость и яркость. Для обеспечения наилучшего освещения новой библиотеки была разработана и проверена многогранная методика проектирования. Само по себе, естественное освещение не способно удовлетворить современные требования к читальным зонам этой библиотеки. Использование искусственного освещения может обеспечить гораздо большие возможности в части выбора времени и места для чте-

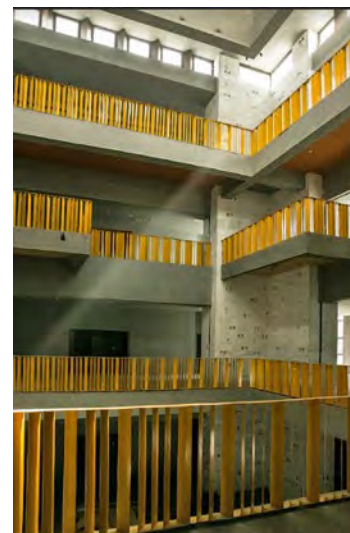


Рис. 8. Фотографии библиотеки Юйшу (автор – Жуй Цзэн (Rui Zeng))

ния. HDR-анализ соответствует тому, что видят люди, но только в какой-то один момент времени, так что следует тщательно выбирать типичные для всего года условия, которые отражали бы реальную ситуацию. Однако использование искусственного освещения усугубит опасность того, что при этом будет принесено в жертву традиционное освещение. Небрежная организация естественного освещения и зависимость от искусственного освещения могут привести к утрате традиционной среды внутри здания. Это также послужило побудительной причиной для разработки и реализации описанной методики. Все осветительные приборы в передней зоне здания содержат СД источники света или люминесцентные лампы с общим индексом цветопередачи, большим чем 80. В атриуме и читальных зонах реализовано тёпло-белое освещение с коррелированной цветовой температурой 3000 К. Периметр клерестории освещался светом с коррелированной цветовой температурой 4000 К, омывающим вертикальные поверхности под клересторией, что создавало контраст между читальной зоной и клересторией и имитировало холодно-белый оттенок попадающего в здание света неба.

В 2012 г., когда в рамках данного проекта производилось моделирование естественного освещения, в китайских стандартах единственным параметром для расчёта естественного освещения являлся КЕО, причём какие-либо дополнительные параметры отсутствовали тогда и в стандар-

тах и рекомендациях других стран. Однако в настоящее время (2018 г.) в большинстве стандартов КЕО не используется. Северо-американское светотехническое общество одобрило метод расчёта, изложенный в стандарте «Пространственная автономность естественного освещения и годовая доза солнечного света» [10]. В некоторых распространённых системах сертификации экологичности зданий, таких как *LEED (Leadership in Energy and Environmental Design)*⁵ – Лидерство в энергоэкономичном и экологичном проектировании [11], содержатся рекомендации в части естественного освещения. Согласно [11], для удовлетворения требований *LEED* к естественному освещению (*Daylight Credit*) необходимо обеспечить пространственную автономность естественного освещения (300 лк, 50 %), равную 55 % (2 точки) или 75 % (3 точки), при годовой дозе солнечного излучения (1000 лк, 250 ч), меньшей чем 10 % во всех регулярно занятых участках пола.

Авторы благодарят архитекторов студии *Cui Kai Studio*, входящей в *China Architecture Design & Research Group*, предоставивших архитектурные данные и консультации, которые очень помогли в работе, а также Цзюньмэй Чжаси (*Junmei Zhaxi*) из Центра сохранения и исследования тибетского культурного наследия *THUPDI* за помощь в получении чертежей главного молельного дома монастыря Дамкар и установлении контактов местными жителями. Мы также хотели бы выразить нашу признательность монахам и монахиням монастыря Дамкар, которые в процессе этого исследования делились с нами своим опытом пользователей и мудростью.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Yushu Post-earthquake Recovery and Reconstruction Master Plan // Yushu Post-earthquake Recovery and Reconstruction Group, 2010.
2. He, Y., Lin, Y. Analysis of China's Daylighting Climate with P G D Diagram // Journal of Civil, Architectural & Environmental Engineering.– 2010.

⁵ Одна из самых популярных программ по сертификации «зелёных» зданий, которая используется во всём мире. – Прим. авт.

3. Measurement of Sunshine Duration, Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation // World Meteorological Organization, 2008.

4. Zongwei, X. Introduction to Tibetan Traditional Architecture. – Beijing: China Architecture and Building Press, 2004.

5. GB/T 50033–2013. Standard for Daylighting Design of Buildings.

6. GB50034–2013. Standard for Lighting Design of Buildings.

7. The Lighting Handbook, 10th Edition, IESNA, 2011.

8. LG10: Daylighting and window design. CIBSE Lighting Guide, 1999.

9. National Renewable Energy Laboratory (NREL) (2005), https://energyplus.net/weather-location/asia_wmo_region_2/CHN/CHN_Qinghai.Yushu.560290_CSWD_Energy_Plus_Weather_Data.

10. LM-83–12 IES Spatial Daylight Autonomy (SDA) and Annual Sunlight Exposure (ASE). IES, 2012.

11. LEED V4, 2013.

12⁶. Inanici, M., Galvin, J. Evaluation of high dynamic range photography as a luminance mapping technique. Lawrence Berkeley National Laboratory, 2004.

⁶ В тексте статьи ссылки на эту работу нет. – Прим. пер.



Сюфан Чжао (Xiufang Zhao).

Старший проектировщик освещения компании *Brandston Partnership Inc.*, Нью-Йорк, США



Синь Чжан (Xin Zhang),

Ph.D. Доцент факультета архитектуры и строительства Школы архитектуры Университета Цинхуа, Пекин, КНР. Член Международной

ассоциации светодизайнеров



Кай Цуй (Kai Cui).

Академик Китайской строительной академии. Главный архитектор компании *China Architecture Design & Research Group*, Пекин, КНР

ВМФ получил ослепляющую и вызывающую галлюцинации у врага аппаратуру

В ВМФ России начались поставки станций визуально-оптических помех 5П-42 «Филин», ослепляющих противника, сообщили «РИА Новости» со ссылкой на холдинг «Росэлектроника» (входит в «Ростех»). Пока два комплекта аппаратуры установлены на фрегатах «Адмирал флота Советского Союза Горшков» и «Адмирал флота Касатонов», позже планируется установка ещё на двух фрегатах проекта 22350, которые строятся на судостроительном заводе «Северная верфь».



Станция предназначена для глушения визуально-оптических и оптико-электронных каналов наблюдения и прицеливания стрелкового оружия в ночное и сумеречное время суток, а также для подавления оружия ближнего боя, которое применяют против надводных кораблей и катеров ВМФ. Работа «Филина» основывается на модуляции яркости светового излучения. Холдинг отметил, что колебания яркости излучения низкой частоты за счёт возбуждения зрительных нервов вызывают «временные обратимые расстройства органов зрения».

По информации «Росэлектроники» испытатели-добровольцы отмечали невозможность вести прицельную стрельбу из стрелкового оружия на дальности до 2 км из-за того, «что цель не видно». 20 % из них замечали галлюциногенный эффект воздействия, который описали как «пятно света плавает перед глазами», 45 % жаловались на головокружение, тошноту, признаки дезориентации в пространстве. Холдинг отметил, что система позволяет на дальности до 5 км подавлять и приборы ночного видения, лазерные дальнометры ИК диапазона, а также системы наведения противотанковых управляемых ракет.

znak.com
02.02.2019