

Влияние свето-климатических факторов на архитектурное проектирование зданий в условиях тропических стран (на примере Вьетнама)

Т.Х.Т. Фам, А.К. Соловьев

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ), Москва

Аннотация: В статье исследуется проблематика строительства и проектирования зданий и сооружений в тропических районах Вьетнама, сформулированы принципы их строительства. Показано, что принципы комфортности коррелируются с соответствующими композиционными приемами и реализуются методами системного урбоэкологического подхода в архитектурном формообразовании среды, с использованием методов светотехнических расчетов, учитывающих параметры светового климата и методом моделирования условий инсоляции на макетах застройки.

Ключевые слова: строительство, проектирование, тропические районы, солнечная радиация, инсоляция, солнцезащитные устройства, световой климат, конструкции, архитектура, дизайн.

Одним из важнейших средств архитектуры с помощью которого человек распознает пространство, является солнечный свет. Свет - это средство архитектурно-композиционного формообразования, которое предоставляет зодчему широкие возможности для создания выразительных образных решений [1]. При отсутствии света невозможно оценить качество архитектуры. В непрерывном процессе глобальной урбанизации архитектура становится причиной нарушения баланса между окружающей средой и человеком и углубления экологического кризиса. В результате действия антропогенных факторов (снижение прозрачности атмосферы в связи с ростом городов и промышленности) на заселенных территориях происходят изменения инсоляционных ресурсов. Никакой другой климатический фактор не оказывает такого всестороннего воздействия на все основные категории архитектуры (комфортность, долговечность, выразительность и экономичность включительно) как солнечный свет [2-5]. Урбоэкологический подход в архитектурном формообразовании на первый план выдвигает

проблему уровня комфортности среды, зависящей от состояния светового климата.

В последние десятилетия в мировой архитектурной практике (в частности, в странах Юго-Восточной Азии) преобладает тенденция к использованию больших поверхностей светопрозрачных материалов в ограждающих конструкциях, что является воплощением принципов архитектуры хай-тека. Необоснованно большая площадь остекленных фасадов в регионах с жарким климатом создает дискомфортные условия в помещениях при отсутствии современных светозащитных средств. Размеры и размещение световых проемов выбираются без учета необходимой освещенности помещений, и объясняется чисто формальными композиционными приемами. Поэтому в современной архитектуре задача овладения методами рациональной (комфортной) организации световой среды остается по-прежнему актуальной [6-7].

На урбанизированных территориях стран Юго-Восточной Азии наблюдается экспансия разнообразных объектов архитектуры зодчих, что вносит диссонанс и разрушает исторически сложившийся контекст. Эти сооружения строго противопоставлены жилым, культурным и общественным зданиям, приспособленным к жарким природно-климатическим условиям.

Основными исследованиями в области теории градостроительства в условиях жаркого климата в области солнечной радиации являются работы Д.В. Бахарева, В.К. Беликова, В.А. Белинского, С.И. Ветошкина, Н.Ф. Галанина, Н.М. Гусева, Л.Л. Дашкевича, Н.И. Щепеткова, Ф.Ф. Ерисмана, К. Беликова, Н.М. Данциг, Р. Дмитриева, А.П. Забалуев. Среди зарубежных авторов выделяются работы К.Л. Коулсона, А. и В. Олгей, П. Петербриджа и др.

Целью исследования является влияние свето-климатических факторов на архитектурное проектирование высотных зданий в условиях тропических стран.

Комфортная среда для человека создается, прежде всего, под влиянием основного эколого-климатического фактора - Солнца. Одним из общих требований к проектированию домов в районах с жарким климатом является их защита от естественного освещения, которое зависит от условий внешнего освещения (светового климата), интенсивность которого при жарком климате (по сравнению с умеренным климатом) повышает уровень инсоляции помещений примерно в 4,5 раза и составляет около 280 лк. Солнечное облучение выражается "эквивалентной температурой" $t_{\text{экв}}$, полученной от полной солнечной радиации [8].

Основными приемами солнцезащиты в архитектуре XX века являются стены-экраны, стены-ширмы или перфорированные («дышащие») стены из бетона, керамики, алюминия, типа "солнцезезов", карнизы, козырьки, жалюзи, соблюдение соотношения световой площади оконных проемов к площади пола комнаты в пределах 1: 1,5 - 1: 2,0; солнцезезы, козырьки, галереи, лоджии, айваны, вентилируемые крыши, "малькаф".

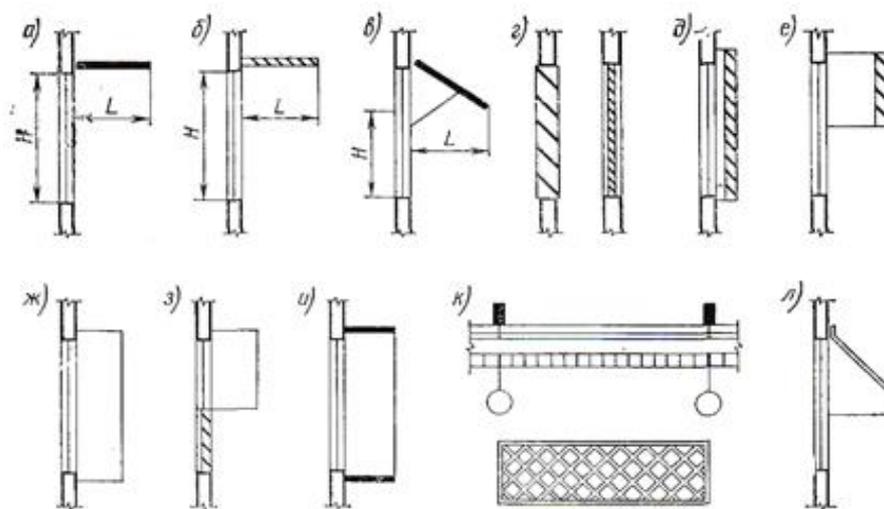


Рис. 1 – Основные виды солнцезащитных устройств зданий

Тайланду, Вьетнаму, Мьянме, Индонезии, Брунею, Филиппинам, Сингапуру и Малайзии присущи одинаковая типология общественных зданий, композиционная структура которых адекватно реагирует на дискомфортные световые условия.

Так во Вьетнаме выделяется 4 типа малоэтажных зданий:

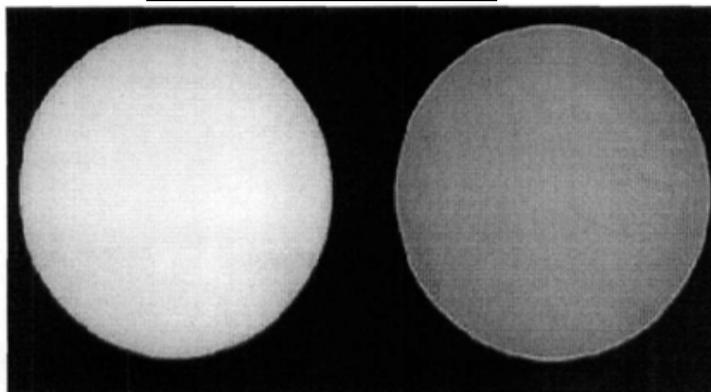
- дома с прямоугольным замкнутым камнем;
- дома с внешней галереей «руаах»;
- дома с «лиуаном» - открытым и обрамленным аркой с одной стороны объема;
- дома с центральным холлом-коридором и размещенными с обеих сторон жилыми помещениями.

Солнечная радиация в ультрафиолетовом (УФ), видимом и инфракрасном (ИК) диапазоне, оказывает влияние на световую среду. Комфортные ощущения и эстетическое положительное влияние световой среды возможно при условии исключения следующих негативных качеств:

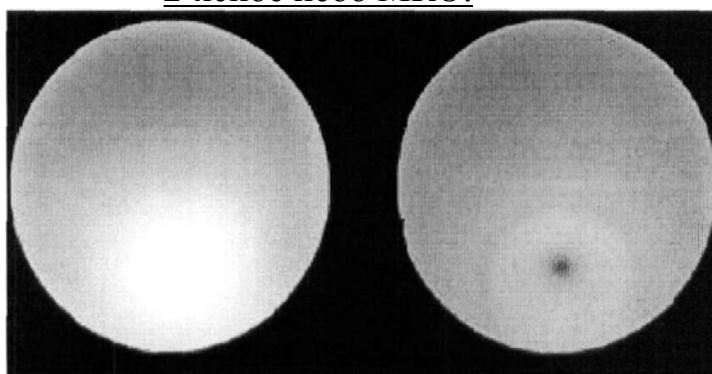
- физиологически и психологически недостаточные уровни освещения, УФ и ИК излучения;
- чрезмерные уровни яркости поля адаптации, УФ и ИК слишком большое облучение.

Яркость пятен, находящихся в поле зрения, превышающая яркость адаптации, может вызвать неприятные (дискомфортные) зрительные ощущения, определяемые МКО как чувство напряжения и неловкости. Максимальное значение $MД = 60$; $s = 60$. Чем меньше оба эти показателя, тем комфортнее условия освещения. Комфортная интенсивность освещения резко возрастает с повышением цветовой температуры светового источника.

1- облачное небо МКО.



2-ясное небо МКО.



3 - полуясное небо МКО.

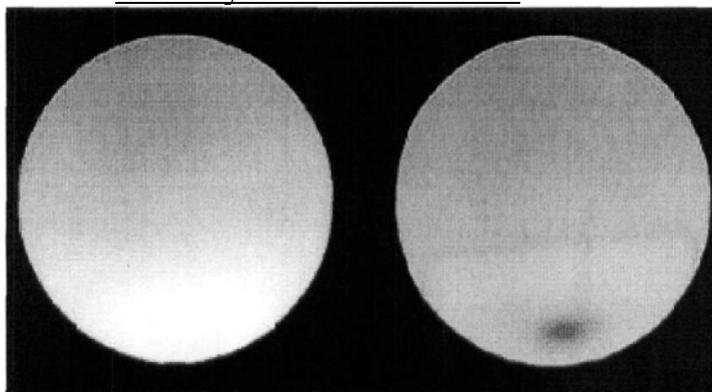


Рис. 2. – Состояние неба МКО

Критериями для установления норм инсоляции служат два фактора: психоэстетическое и биологическое воздействие инсоляции. Первый фактор определяет психологические реакции человека на время инсоляции и направление солнечных лучей по отношению к человеку и его осведомленность о наличии инсоляции как в помещении, так и за его пределами. Непрерывная трехчасовая инсоляция зданий и территорий (по

Оболенскому М.В.) приводит к тепловому и световому дискомфорту в различных районах.

Оптимальной для удовлетворения психологических потребностей человека считается продолжительность инсоляции жилых помещений 2 – 4 часа в день. 47% жителей южных городов положительно оценивают отсутствие солнечного света в помещении, а 71% жителей летом вынуждены защищать помещение от солнца. Во всех странах нормируется продолжительность инсоляции без ее энергетической значимости. В большинстве стран психоэмоциональный эффект инсоляции считается основным. Биологический фактор определяет физиологический эффект теплового и светового дискомфорта. П. Барбери приходит к выводу о необходимости учитывать инсоляцию, начиная с подъема солнца $h_v = 10^\circ$ и с того момента, когда солнечный луч начинает освещать фасад на уровне 2-х метров от пола [9].

Одним из основных параметров светового комфорта в помещениях является яркость светового проема и солнцезащитных устройств. Гигиенически допустимый блеск светового проема составляет 1500 нт, а в жарких районах он достигает 10000 нт и выше. Согласно геометрическому методу нормирования естественного освещения, оптимальная площадь окна для обеспечения естественного освещения в жарко-влажных районах должна быть равна 10 - 12,5% площади пола жилого помещения, для жарко-сухих районов - 5%, а для горных - 7-10%.

Выявленные параметры зоны комфорта во внутренних помещениях как совокупность состояний «температура - влажность», обеспечивают приятное для человека термо -гигрометричное состояние, без необходимости применения корректирующих средств: "комфортно" (относительная влажность воздуха - от min 32% до max 70%, температура воздуха помещения - от min 16,5 °С к max 24,1 °С) "еще комфортно" (относительная

влажность воздуха составляет min 19% - max 84%, а температура воздуха помещения - min 14 °С - max 26,8 °С).

Для жарко-сухого района (согласно В.М. Фирсанову) западные и восточные стены днем подвергаются максимальному солнечному облучению (623 ккал / м · ч), а северная и южная - минимальному (163 и 125 ккал / м · ч), что в 4 и 5 раз меньше, чем восточные. В тех же самых условиях плоская крыша дома в полдень воспринимает наибольшее количество солнечной радиации (948, 5 ккал / м · ч), или почти в 2 - 3 раза больше солнечной радиации по сравнению с вертикальными стенами. Тепловое радиационное воздействие на поверхность крыши приближается к сумме радиационных тепловых нагрузок, которые воспринимаются в целом всеми четырьмя фасадами дома. Зеленые насаждения участка снижают температуру воздуха на 1,5 - 2,5 °С, интенсивность солнечной радиации до 40 - 50%.

Оптимальными (с точки зрения создания условий комфортности световой среды) морфологическими характеристиками архитектурных форм являются куб (наибольший объем с наименьшей площадью наружных поверхностей ограждения) и полусфера. Облучение таких поверхностей гораздо слабее и температура нагрева меньше. Эти формы зданий являются традиционными для жарких районов (стадионы, мавзолеи). "Объемный эффект" (тепловая инерция) - формообразующее средство снижения суммарных тепловых нагрузок. Увеличение объема здания в 4 раза приводит к уменьшению суммарной площади наружных поверхностей, отнесенных к единице объема (1: 4 против 1: 6).

В районах Вьетнама существовали две концепции, по которым проектировались архитектурные объекты, связанные с жизненными потребностями и особенностями климата:

1) концепция замкнутых объемно-пространственных структур (в жарко-сухих районах),

2) концепция раскрытых объемно-пространственных структур (в жарко-влажных районах).

Для жарко-сухого климата выявлены пропорции оптимальной формы плана дома (1: 1,26 и 1: 1,3), где критерий "гибкости формы" составляет 1: 1,6. Для жарко-влажного климата летний оптимум составляет 1: 1,7, зимний - 1: 2,69. Критерием формы может служить соотношение сторон плана 1: 1,7, а критерием "гибкости" 1: 3. Влияние внешних термических сил отражается на характере архитектурной композиции объема здания, который может иметь варианты в пределах установленного критерия "гибкости формы".

Функцию защиты человека от неблагоприятных жарко-сухих климатических условий, выполняет реагирование архитектурной формы. Это проявляется в следующих приемах формообразования [10]:

- ориентация первых городов и внутренних световых дворов по отношению к сторонам горизонта, размещение и ориентация зданий (ось "восток - запад"), раскрытие жилых помещений на север. Северные и южные фасады открыты к солнцу, западные и восточные - надежно защищены от солнечной радиации;

- типология жилья - пещерные (природные и искусственно высеченные), литосферные, шатровые и палаточные, сборно-разборные укрытия, дома-башни с массивными стенами, уступами, террасами плоских крыш; овальные, в форме круга или прямоугольные сооружения из самана без окон;

- композиция градостроительных структур - улицы-ущелья, узкие крытые пешеходные и торговые улицы, застройка высокой плотности, блокировка домов в единые массивные объемы, хаотический порядок жилья "касба", что позволяет сократить до минимума площадь внешних поверхностей;

- композиция отдельных архитектурных объемов культовых, общественных и жилых зданий - замкнутая, компактная, ячейка с внутренним двором, небольшие световые проемы в стенах; плоские, купольные и сводчатые крыши; два вида помещений (с легкими ограждениями и использованием в вечерние и ночные часы и с массивными заборами и использованием днем);

- интерьер - высокие (до 4 метров) и глубокие помещения на всю ширину здания с пропорциями сечения 4: 5 и 1: 1,5 (ширина: высота) с коротким фронтом по фасаду, анфиладное размещение помещений;

- материалы - массивные, тяжелые (камень, глиняный кирпич-сырец)

- применение различных приспособлений и приборов для защиты от солнечных лучей и знойных ветров, для улавливания приятных потоков воздуха и его охлаждения, применение простых солнцезащитных экранов, которые трансформируются;

- светло-цветовая гамма архитектурной среды (экстерьер - белый, интерьер - многоцветный).

Таким образом, огромное всестороннее воздействие на все основные категории архитектуры (комфортность, долговечность, выразительность и экономичность включительно) оказывает солнечный свет. Данным исследованием установлено влияние солнечной радиации в ультрафиолетовом (УФ), видимом и инфракрасном (ИК) диапазоне, на моделирование и проектирование городской среды во Вьетнаме. Солнечная радиация определяет в современной терминологии световую среду. Качество архитектуры с точки зрения светового комфорта, необходимо оценивать с помощью таких методов, как моделирование условий инсоляции на макетах застройки (лабораторное устройство "инсолятор") и крупномасштабное моделирования (гелиоклиматрон). Основные показатели комфортности среды помещений и территорий оценивают с помощью комплексная система

критериев оценки эффективности солнцезащиты (коэффициент экранирования, коэффициент пропускания света, коэффициент транспарантности, коэффициент пространственной зрительной связи, коэффициент прозрачности, коэффициент контрастности освещения, коэффициент неравномерности освещения, коэффициент пропускания солнечной радиации). Теплозащитная эффективность СЗС оценивается "коэффициентом солнца" (Франция) или "коэффициентом затмения" (США).

Литература

1. Фирсанов В.М. Архитектура тропический стран. М.: Издательство Российского университета дружбы народов, 2002. 234 с.
2. Nematchoua M.K., Tchinda R., Orosa J.A. Thermal comfort and energy consumption in modern versus traditional buildings in Cameroon: A questionnaire-based statistical study. *Appl. Energy* 2014. 114, pp. 687–699.
3. Dili A.S., Naseer M.A., Varghese T.Z. Thermal comfort study of Kerala traditional residential buildings based on questionnaire survey among occupants of traditional and modern buildings. *Energy Build.* 2010. 42, pp. 2139–2150.
4. Ramli N.H. Re-adaptation of Malay House Thermal Comfort Design Elements into Modern Building Elements – Case Study of Selangor Traditional Malay House & Low Energy Building in Malaysia. *Iran. J. Energy Environ.* 2012. 3, pp. 19–23.
5. Sarkar A. Study of Climate Responsive Passive Design Features in Traditional Hill Architecture of Khyah Village in Hamirpur, Himachal Pradesh, India for Indoor Thermal Comfort. *J. Inst. Eng. Ser. A* 2013. 94, pp. 59–72.
6. Шеина С.Г., Крикунов Ф.А., Соболевский А.И. Исследования возведения объектов строительства в сложных инженерно-геологических



условиях (на примере г. Ростова-на-Дону) // Инженерный вестник Дона, 2018, №1 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2018/4626/.

7. Шилов А.В., Петров К.С., Бобин А.А. Метод сокращения сроков строительства производственного предприятия путем использования новых сборно-монолитных конструкций // Инженерный вестник Дона, 2017, №4 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4559/.

8. Иншаси Ахмед Рациональные типы многофункциональных жилых комплексов (МФЖК) для различных ландшафтно- климатических районов Объединенных арабских Эмиратов (ОАЭ) // Вестник РУДН. Серия: Инженерные исследования. 2016. №4. URL: cyberleninka.ru/article/n/ratsionalnye-tipy-mnogofunktsionalnyh-zhilyh-kompleksov-mfzhk-dlya-razlichnyh-landshaftno-klimaticheskikh-rayonov-obedinennyh.

9. Нагиб А.А.Х. Архитектурное формообразование традиционного и современного жилища Йемена: национальные особенности и перспективы развития. Дисс. ... канд. арх. М., 1993. 196 с.

10. Талебиан Нима, Аташи Мехди, Набизадех Сима. Новые типы городского жилища. Мешхед, 2006. 43 с.

References

1. Firsanov V.M. Arhitektura tropicheskij strap [Architecture tropical countries]. М.: Izdatel'stvo Rossijskogo upiver-siteta družhby narodov, 2002. 234 p.
2. Nematchoua M.K., Tchinda R., Orosa J.A. Appl. Energy 2014. 114, pp. 687–699.
3. Dili A.S., Naseer M.A., Varghese T.Z. Energy Build. 2010. 42, pp. 2139–2150.
4. Ramli N.H. Iran. J. Energy Environ. 2012. 3, pp. 19–23.
5. Sarkar A. J. Inst. Eng. Ser. A 2013. 94, pp. 59–72.



6. Sheina S.G., Krikunov F.A., Sobolevskij A.I. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2018, №1 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2018/4626/.

7. Shilov A.V., Petrov K.S., Bobin A.A. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2017, №4 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4559/.

8. Inshasi Ahmed. Vestnik RUDN. Seriya: Inzhenernye issledovaniya. 2016. №4. URL: cyberleninka.ru/article/n/ratsionalnye-tipy-mnogofunktsionalnyh-zhilyh-kompleksov-mfzhk-dlya-razlichnyh-landshaftno-klimaticheskikh-rayonov-obedinennyh.

9. Nagib A.A.H. Arhitekturnoe formoobrazovanie tradicionnogo i sovremennogo zhilishcha Jemena: nacional'nye osobennosti i perspektivy razvitiya [Architectural shaping of traditional and modern housing in Yemen: national characteristics and development prospects]. Diss. ... kapd. arh. M., 1993. 196 p.

10. Talebian Nima, Atashi Mekhdi, Nabizadekh Sima. Novye tipy gorodskogo zhilishcha [New types of urban dwellings]. Meshkhed, 2006. 43 p.