

В.П. ГЕНЕРАЛОВ**Е.М. ГЕНЕРАЛОВА**

УСТОЙЧИВАЯ АРХИТЕКТУРА. ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ МАССОВОГО ДОСТУПНОГО ЖИЛЬЯ НА ПРИМЕРЕ ГОНКОНГА

SUSTAINABLE ARCHITECTURE. ENERGY EFFICIENCY AND ECOLOGICAL COMPATIBILITY OF LARGE-SCALE AFFORDABLE HOUSING WITH HONG KONG AS AN EXAMPLE

Рассматриваются вопросы, связанные с необходимостью устойчивого развития городской среды, анализируются проблемы, возникающие в процессе формирования современных стандартов энергоэффективности и экологичности массового доступного жилья в России. Освещается богатый опыт Гонконга в сфере использования «зеленых» технологий при строительстве и эксплуатации высотных комплексов государственного жилья, благоустройства территории, развития общественной инфраструктуры, а также критерии сертификации с учетом уровня экологической эффективности. Раскрываются особенности использования различных видов возобновляемых источников энергии, активного озеленения территории, меры по защите от шума и инновационные подходы к проектированию в условиях высокоплотной застройки, когда включение жилых объектов в городскую среду происходит на основе сбора и комплексной обработки большого объема информации, охватывающей архитектурно-конструктивные, инженерные, технологические, экономические и другие аспекты.

Ключевые слова: экологичность, энергоэффективность, возобновляемые источники энергии, высотные жилые комплексы, государственное жилье в Гонконге, «зеленый» инструмент сертификации зданий.

На сегодняшний день не вызывает сомнений необходимость устойчивого развития городской среды, в которой комфорт проживания неотделим от сведения к минимуму потребления энергии и водных ресурсов, загрязнения воздуха и воды, выделения тепла, углекислого газа и метана. Немало говорится об энергосбережении и использовании возобновляемых источников энергии. Многие страны добились в этой сфере немалых результатов, чего нельзя сказать о России, хотя на уровне государствен-

The article discusses issues related to the need for sustainable development of the city environment, analyzes the problems arising in the process of formation of modern standards of energy efficiency and sustainability of affordable mass housing in Russia. The article highlights the rich experience of Hong Kong in the use of green technologies during construction and operation of high-rise complexes, public housing, site improvement, development of public infrastructure, as well as criteria certification based on the level of environmental efficiency. Specifics of using different types of renewable energy, the active planting areas, protection measures against noise and innovative design approaches in terms of high-density development when the inclusion of residential units in the urban environment is based on the collection and comprehensive processing of large amount of information, covering architectural design, engineering, technological, economic and other aspects.

Keywords: sustainability, energy efficiency, renewable energy, high-rise residential complexes, public housing in Hong Kong, a "green" tool certification buildings.

ных программ это всячески декларируется. Особо остро стоит вопрос по формированию современных стандартов энергоэффективности и экологичности в сфере массового и доступного жилья. Технологии и системы, позволяющие экономить или вырабатывать энергию, достаточно дорогостоящие и требуют время на окупаемость. Поэтому одних призывов для их использования в социальном и экономическом жилье недостаточно, необходимы законодательные акты, нормативные документы и стимулирующие

программы, а также внимательное изучение накопленного опыта.

Достойным примером может послужить Гонконг, где осознали, что внедрение современных «зеленых» технологий и систем – это не только экономия сегодняшнего дня, но и вклад в будущее. Под контролем департамента Жилищного Управления в Гонконге находится более чем 1100 многоквартирных домов, в которых расположены около 740 тыс. квартир, поэтому деятельность по улучшению энергетической эффективности в комплексах государственного жилья имеет большое значение для экологии Гонконга (рис.1). На многоквартирные дома государственного жилого фонда приходится 45 % от общего потребления энергии всеми жилыми зданиями в Гонконге. Начиная с 2000 г. был взят курс на снижение энергопотребления в государственном жилье на 42 % за счет использования энергосберегающих установок: светодиодное освещение, лифты с регенеративным приводом, фотоэлектрические панели, системы по сбору дождевой воды и др. [1-3, 8-10] (рис. 1).

Внедряются программы по оптимизации режимов энергопотребления. В первую очередь, в рамках данных программ идет поиск способов экономии энергии, необходимой для работы лифтов и освещения в общественных зонах. Действия направлены на уменьшение количества лифтов, снижение их мощности с 1000 до 900 кг, на применение более экономичных лифтов с двигателями на постоянных магнитах. Также изучается эффективность лифтов с регенеративным приводом, вырабатывающим энергию, которая на 20-30 % энергоэффективнее обычных.

Так как на освещение приходится значительная часть потребления энергии, в настоящее время тестируются различные светодиодные системы, которые стоят дороже, но служат гораздо дольше, чем компактные люминесцентные лампы. Светодиодные светильники совместно с датчиками движения устанавливаются на типовых этажах в лифтовых холлах, коридорах, на лестницах, а также во всех общественных зонах и показывают 30 %-ю энергоэффективность по сравнению с обычным освещением.

Еще один способ экономии энергии – это использование гравитации для подачи воды в квартиры. Применяется зонированная система водоснабжения, в которой вода сначала насосами подается в промежуточные и расположенные на крыше баки-накопители, а затем самотеком распределяется по квартирам. В зданиях высотой 40 этажей вода из

накопительного бака, расположенного на крыше, на верхние 4 этажа подается насосами для создания напора. На этажи с 36-го по 24-й вода поступает уже самотеком, а на этажи с 23-го по 14-й и далее с 13-го по 1-й – также самотеком, но по отдельному медному трубопроводу с регуляторами давления. К преимуществам этой системы относятся: непрерывность водоснабжения даже при сбоях в энергоснабжении; оптимальные режимы работы насосного оборудования; стабильность расхода при раздаче воды самотеком; постоянная готовность к немедленному использованию достаточного количества воды для пожаротушения благодаря энергонезависимости схемы [4, 11-15].

Параллельно с энергосберегающими мероприятиями Жилищное Управление продолжает изучение эффективности возобновляемых источников энергии. Они включают в себя установку и мониторинг производительности солнечных панелей. Проводятся сравнительные испытания четырех типов панелей: монокристаллические (Mono-crystalline); мультикристаллические (Multi-crystalline); тонкие пленки Amorphous (Thin-film Amorphous); тонкие пленки CIGS (Thin-film CIGS). Активно проводятся научные исследования, которые должны помочь в разработке стратегии в отношении применения подобных систем в государственном жилье, способствующих более широкому использованию фотоэлектрических технологий в Гонконге. Жилой комплекс Kai Tak Estate является пилотным проектом по использованию монокристаллических фотоэлектрических систем, которые были установлены на крышах шести жилых блоков (общей мощностью 57,6 кВт). Другой экспериментальный проект – это жилой комплекс Lam Tin Estate, состоящий из четырех жилых блоков, включающих 3036 квартир площадью 17,97-38,05 м² с числом жителей 8568 человек. Комплексная реконструкция старого Lam Tin Estate началась в 1992 г. и была завершена в 2009 г. Преследовались следующие цели: повышение энергоэффективности за счет проведения микроклиматических исследований; снижение энергопотребления с помощью возобновляемых источников энергии; снижение эффекта городского теплового острова путем увеличения площади озеленения и т.п. На крышах трех блоков были установлены монокристаллические кремниевые фотоэлектрические панели площадью 248 м². Капитальные вложения составили 3 млн. \$, общая мощность системы 33 кВт. Она может генерировать 43 тыс. кВт/ч в год, что составляет приблизительно



Рис. 1. Государственное жилье в Гонконге. Высотные жилые комплексы

3 % от общего спроса и эквивалентно энергопотреблению 11 типичных гонконгских семей. Экономия в год составляет 43 тыс. \$, а срок окупаемости – 70 лет (при сроке службы 25 лет). Исследования показывают, что на сегодняшний день такие системы вырабатывают лишь небольшую часть энергии от общего потребления, служат в основном исследовательским целям и эффективны только в комплексе с энергосберегающими технологиями.

Также используется энергетический потенциал ветра, на территории комплексов устанавливаются ветровые турбины с вертикальной осью вращения и ветро-солнечные гибридные установки со светодиодными лампами. Ветровые турбины с вертикальной осью вращения были применены впервые в жилом комплексе Sau Mau Ping South Estate. Диаметр ротора 1,05 м; высота ротора 2 м; скорость ветра, необходимая для запуска турбины, 3-10 м/с. Общая высота конструкции с опорой 9 м. При использовании гибридных ветро-солнечных светильников, шесть таких конструкций со светодиодными лампами обслуживают площадь 850 м².

В рамках политики экологизации Гонконгское Жилищное Управление приняло на себя обязательство включать не менее 20 % зелени в комплексы государственного жилья, а в крупные – до 30 %. Для достижения этой цели используется пять подходов: больше озеленения на земле и на склонах; преобразование крыш малоэтажных зданий в «зеленые» крыши; включение зелени в мощение; выделение пространства для организации общественных садов; применение вертикального озеленения [5].

Активно внедряются системы для сбора дождевой воды (RWHS - rainwater harvesting system). Сбор дождевой воды – это древний метод, но сегодня он представляет собой современное решение в области городского развития, обеспечивает устойчивый источник воды, уменьшает зависимость от муниципального водоснабжения и уменьшает нагрузку на ливневую канализацию. В Гонконге дождевая вода собирается с крыш зданий, зеленых крыш, кровель крытых переходов и склонов. Собранная вода сначала хранится в резервуарах и проходит ультрафиолетовое обеззараживание перед использованием, в основном для орошения. Перед началом детального проектирования системы сбора дождевой воды тщательно изучается топография конкретного участка (уклон, тип почвы, грунтовые воды и т.п.) для определения места размещения накопительного резервуара. Размер емкости корректируется на основе

результатов моделирования для оптимизации хранения воды, при этом учитываются условия участка и доступная площадь водосбора.

Большой интерес представляют меры по защите от шума в высокоплотной застройке, связанные с использованием инновационных подходов к проектированию: при применении модульного дизайна учитываются индивидуальные особенности участка при планировке квартир; используются акустические балконы и акустические окна. Гонконг – это небольшой, но очень плотно населенный город, где пространство в большом дефиците. Департаменту по охране окружающей среды удалось, активно работая на протяжении многих лет, значительно улучшить шумовой комфорт для многих жителей Гонконга. Создаются новые и модернизируются старые шумовые барьеры на магистралях, используются «тихие» дорожные покрытия, внедряются инновационные мероприятия по защите жилых квартир от шума. Один из способов по борьбе с шумом на уровне квартиры – это регулируемое акустическое окно, которое состоит из двух слоев (наружной и внутренней конструкций). Наружная конструкция – это традиционное открывающееся окно, а внутренняя – представляет собой скользящую раму, которую можно перемещать при открытом наружном окне в любое положение, чтобы снизить уровень шума при сохранении вентиляции. Если внутреннее раздвижное окно устанавливается в стороне от внешнего открытого окна, то в комнату проникает больше воздуха, но при этом – и больше шума. Если раздвижное окно устанавливается напротив открытой створки, это снижает уровень шума, позволяя воздуху циркулировать в квартире [6, 16-19].

Гонконгское Жилищное Управление с 2006 г. использует BIM (Building Information Modeling или Building Information Model) – информационное моделирование зданий, представляющее собой особый подход «к возведению, оснащению, обеспечению эксплуатации и ремонту здания (к управлению жизненным циклом объекта), который предполагает сбор и комплексную обработку в процессе проектирования всей архитектурно-конструкторской, технологической, экономической и иной информации о здании со всеми её взаимосвязями и зависимостями, когда здание и все, что имеет к нему отношение, рассматриваются как единый объект» [7, 20-23]. С помощью этой системы происходит создание трехмерной цифровой модели здания и отслеживание информации о нем на протяжении всего жизненно-

го цикла, также можно проводить экологические исследования устойчивости (освещение, вентиляция, энергопотребление, выброс углерода и т.п.). В Гонконге были разработаны внутренние BIM стандарты: руководство пользователя, библиотека компонентов, руководство по проектированию и т.п.

Для того чтобы обеспечить признание проектов, отвечающих современным требованиям энергоэффективности и экологичности, а также с целью пропаганды и широкого внедрения инновационных принципов устойчивого развития архитектуры на всех этапах (в процессе проектирования, строительства, эксплуатации, управления и технического обслуживания зданий), в 2006 г. Советом по экологическому строительству Гонконга (the Hong Kong Green Building Council - HKGBC) совместно с Советом профессионалов по «зеленой» архитектуре (Professional Green Building Council - PGBC) была учреждена Премия по экологическому строительству (Green Building Award - GBA). В 2010 г. количество рассматриваемых проектов было значительно расширено, чтобы лучше охватить Азиатско-Тихоокеанский регион. В 2012 г. добавилась номинация «На пути к зданиям с нулевым углеродным следом» («Towards Zero Carbon»).

«Зеленый» инструмент сертификации зданий представляет собой набор критериев, по которым здания должны быть спроектированы, построены и будет эксплуатироваться для повышения общей устойчивости городской среды. Он также устанавливает критерии для государственных регулирующих органов и специалистов по строительству, по которым можно определить уровень экологической эффективности. Существуют различные виды «зеленых» систем сертификации зданий по всему миру, которые обычно сделаны специально для местной антропогенной среды, климата, норм и стандартов. Совет по экологическому строительству Гонконга, помимо признания существующих в мире систем сертификации, разрабатывает и внедряет собственные системы: BEAM Plus (New Buildings & Existing Buildings) для новостроек и существующих зданий и BEAM Plus Interior.

Система сертификации BEAM Plus включает в себя анализ шести аспектов проекта: учет особенностей участка, материалы, использование воды, использование энергии, инновации, качество окружающей среды. Новостройки проходят два уровня оценки – предварительную и окончательную, существующие здания – только один уровень оценки. По

результатам всестороннего анализа формируется рейтинг объектов по пяти уровням: платиновый, золотой, серебряный, бронзовый и неклассифицированный. BEAM Plus Interior – это новый инструмент оценки с более широким охватом критериев, ориентированных на анализ интерьерных решений, качества отделочных работ, используемых материалов, в процессе нового строительства, ремонта или реконструкции. Рейтинг объектов формируется по четырем уровням – платиновый, золотой, серебряный, бронзовый.

В 2012 г. новостройки оценивались в трех подкатегориях: построенные, в стадии строительства и в стадии проектирования. Существующие здания подразделялись: на осуществленные проекты по ревитализации, реконструкции и ремонту зданий; объекты, находящиеся в стадии проектирования; осуществленные интерьеры; инженерное обеспечение. Отдельно оценивались исследовательские проекты.

Среди объектов, получающих высокие оценки по системе сертификации BEAM Plus, немало комплексов государственного жилья, а также общественных объектов, формирующих инфраструктуру жилых районов с доступным жильем. В качестве примера можно привести среднюю школу (Sing Yin Secondary School в районе Kwun Tong North) для детей из бедных семей. Это уникальное здание, построенное в 2011 г., получило платиновый сертификат «Green Building Award 2012» от Совета по экологическому строительству Гонконга. В 2013 г. Всемирный Совет по экологическому строительству (World Green Building Council) совместно с Всемирной Коалицией «зеленых» школ (The Global Coalition for Green Schools) присудили ему звание «Самая экологичная школа на планете 2013».

Здание школы оснащено автоматической метеостанцией, которая отслеживает в режиме реального времени данные о температурно-влажностном режиме в помещениях школы и позволяет контролировать работу кондиционеров, экономя ежегодно около 40 тыс. кВт энергии. На крыше установлены солнечные батареи и ветряные турбины, конвертирующие энергию солнца и ветра в электричество для использования в школе. Кроме электроэнергии, солнечная энергия является также источником тепла для горячего водоснабжения. Окна классных помещений, ориентированные на запад, оснащены полупрозрачными солнечными батареями, которые, преобразуя солнечный свет в электричество, одновременно выступают в качестве затеняющих кон-

струкций. Для освещения кабинетов используются оптоволоконные системы (собирающие солнечный свет и направляющие его посредством оптоволоконного кабеля на нижние этажи), светодиодные светильники и датчики движения. Здание школы 7-этажное, оно оснащено лифтами, но и они энергосберегающие, способные генерировать электричество во время движения. В здании также нашлось место для бамбукового сада, превращающего углекислый газ в кислород, органической фермы и кораллового аквариума. Сад на крыше помогает удалять диоксид углерода из окружающей среды при одновременном снижении температуры воздуха.

Вывод. Технологии, внедренные в здание, эффективны в защите окружающей среды и в то же время приносят ощутимую экономическую выгоду за счет снижения энергопотребления. Данная экспериментальная школа демонстрирует успешный пример гармоничного сочетания современных архитектурных приемов, альтернативных источников энергии и энергосберегающих устройств, увязанных с основной функцией объекта. Это результат согласованных усилий по развитию устойчивых зданий с нескольких сторон: сектора образования, строительной отрасли и правительства.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Генералов В.П., Генералова Е.М. Высотные жилые дома-комплексы как элемент создания высококомфортной жилой среды // Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура. 2013. №2 (10). С. 12-16.
2. Генералов В.П., Генералова Е.М. Проблемы классификации высотных зданий // Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура. 2011. №2. С. 12-14.
3. Генералова Е.М., Генералов В.П. Современные тенденции в архитектуре. Высотные жилые комплексы как форма массового доступного жилья (на примере Гонконга) // Известия Самарского центра Российской академии наук. 2014. Т. 16, №2 (2). С. 458-463.
4. <http://old.stroi.mos.ru/nauka/d26dr5741m0rr4159.html> [Электронный ресурс] (дата обращения: 10.03.2015).
5. <http://www.hkengineer.org.hk/program/home/articlelist.php?cat=cover&volid=123> [Электронный ресурс] (дата обращения: 25.03.2015).
6. <http://www.epd.gov.hk/epd/misc/ehk12/en/ch7a.html> [Электронный ресурс] (дата обращения: 10.03.2015).
7. <http://ru.wikipedia.org/wiki/BIM> [Электронный ресурс] (дата обращения: 10.03.2015).
8. Генералов В.П., Генералова Е.М. Высотные жилые здания и комплексы. Сингапур. Опыт проектирования и строительства высотного жилья. Самара: ООО «Книга», 2013. 400 с., ил.
9. Генералов В.П., Генералова Е.М. Проблемы формирования массового доступного жилья в России // Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура. 2014. №4 (17). С. 12-14.
10. Generalova E., Generalov V. Designing High-Rise Housing: The Singapore Experience // CTBUH Journal. Chicago, Illinois Institute of Technology. 2014. Issue IV. P. 40-45.
11. Генералов В.П., Генералова Е.М. Высотные комплексы с системой размещения обслуживающих зон по вертикали // Научное обозрение. 2015. №3. С. 163-167.
12. Генералов В.П., Генералова Е.М. Предпосылки формирования высотных комплексов социального жилья в Гонконге // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре: материалы 71-й юбилейной Всероссийской научно-технической конференции по итогам НИР / СГАСУ. Самара, 2014. С. 379-380.
13. Генералова Е.М., Генералов В.П. Поиск новых форм массового доступного жилья // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре: материалы 71-й юбилейной Всероссийской научно-технической конференции / СГАСУ. Самара, 2014. С. 381-382.
14. Генералов В.П., Генералова Е.М. Перспективы развития типологии высотных зданий. Будущее городов // Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура. 2015. №1 (18). С. 13-18.
15. Кузнецова А.А. Метод доформирования существующей системы дошкольных образовательных учреждений (на примере г. Самары) // Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура. 2012. №4 (8). С. 32-38.
16. Кузнецова А.А. Влияние современных законодательно-правовых документов на функциональную и объемно-пространственную структуру зданий детских дошкольных образовательных учреждений // Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура. 2014. №1 (14). С. 40-43.
17. Кузнецова А.А., Генералова Е.М. Основы формирования базовой классификации дошкольных образовательных учреждений в архитектурном проектировании // Известия Самарского центра Российской академии наук. 2014. Т. 16, №2. С. 226-230.
18. Кузнецова А.А. Варианты размещения дошкольных образовательных учреждений в городской структуре с учетом градостроительных резервов, различных по методу освоения // Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура. 2015. № 1 (18). С. 23-29.
19. Вавилова Т.Я. Ретроспективный обзор документов ООН по проблемам устойчивого развития среды жизнедеятельности // Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура. 2011. №1. С. 24-28.
20. Жигулина А.Ю. Зарубежный и отечественный опыт проектирования энергоэффективных жилых домов // Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура. 2011. № 1. С. 29-30.
21. Жданова И.В. К вопросу о потребительских свойствах жилой ячейки // Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура. 2011. № 4. С. 6-10.

22. *Лекарева Н.А.* «Зеленые» стандарты и развитие «зеленого» строительства // Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура. 2011. № 1. С. 6-9.

23. *Бальзанникова Е.М.* Градостроительное формирование Самары и развитие промышленного города в конце XIX – начале XX в. // Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура. 2011. № 1. С. 44-48.

© Генералов В.П., Генералова Е.М., 2015

Об авторах:

ГЕНЕРАЛОВ Виктор Павлович

кандидат архитектуры, профессор, заведующий кафедрой архитектуры жилых и общественных зданий Самарский государственный архитектурно-строительный университет
443001, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 194, тел. (846) 339-14-42
E-mail: vp_generalov@mail.ru

GENERALOV Victor

PhD in Architecture, Associate Professor, Head of the Architecture of Residential and Public Buildings Department Samara State University of Architecture and Civil Engineering 443001, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya St, 194, tel. (846) 339-14-42
E-mail: vp_generalov@mail.ru

ГЕНЕРАЛОВА Елена Михайловна

кандидат архитектуры, доцент кафедры архитектуры жилых и общественных зданий Самарский государственный архитектурно-строительный университет
443001, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 194, тел. (846) 339-14-42
E-mail: generalova-a@yandex.ru

GENERALOVA Elena

PhD in Architecture, Associate Professor of the Architecture of Residential and Public Buildings Department Samara State University of Architecture and Civil Engineering 443001, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya St, 194, tel. (846) 339-14-42
E-mail: generalova-a@yandex.ru

Для цитирования: Генералов В.П., Генералова Е.М. Устойчивая архитектура. Энергоэффективность и экологичность массового доступного жилья на примере Гонконга // Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура. 2015. № 4(21). С. 23-29.

For citation: Generalov V.P., Generalova E.M. Sustainable architecture. Energy efficiency and ecological compatibility of large-scale affordable housing with Hong Kong as an example // Vestnik SGASU. Town Planning and Architecture. 2015. № 4(21). Pp. 23-29.

С ПОЛНЫМИ ТЕКСТАМИ СТАТЕЙ, ОПУБЛИКОВАННЫХ В ЖУРНАЛЕ
«**ВЕСТНИК СГАСУ. ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА**»,
МОЖНО ОЗНАКОМИТЬСЯ НА САЙТЕ ЖУРНАЛА
(www:journal.samgasu.ru) В РАЗДЕЛЕ **ВЕСТНИК**

УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ!
ОТКРЫТА ПОДПИСКА НА ПЕРВОЕ ПОЛУГОДИЕ 2016 г. НА ЖУРНАЛ
«**ВЕСТНИК СГАСУ. ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА**».
НАПОМИНАЕМ, ЧТО ОФОРМИТЬ ПОДПИСКУ МОЖНО ПО КАТАЛОГУ АГЕНТСТВА «РОСПЕЧАТЬ»
(ПОДПИСНОЙ ИНДЕКС 70570).