

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СОВРЕМЕННОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Сторожук С. С., асс. кафедры градостроительства

Одесская государственная академия строительства и архитектуры

Тел. (048) 729-85-79, 094-954-48-64

**Аннотация.** В статье обозначена проблема мирового потребления объема энергии и рассмотрено использование энергоэффективных технологий в современном строительстве. Изучен пример современного применения строительных технологий, снижающих энерго-и водопотребление.

**Анотація.** У статті зазначена проблема світового обсягу споживання енергії та розглянуто використання енергоефективних технологій в сучасному будівництві. Вивчено приклад сучасного застосування будівельних технологій, які знижують енерго-та водоспоживання.

**Ключевые слова:** энергоэффективность, энергосберегающие технологии, современное строительство.

**Постановка проблемы.** На сегодняшний день разработка и внедрение энергосберегающих технологий является приоритетной областью деятельности крупных и средних субъектов экономики и науки во всем мире.

**Цель** работы состоит в выявлении проблем потребления огромного количества энергии во всем мире и применения эффективных мер по экономии энергоресурсов.

### **Задачи работы:**

- Изучить и проанализировать проблему мирового потребления объема энергии
- Обозначить меры, принимаемые для решения проблемы в области энергетики.
- Изучить применение энергосберегающих технологий в современном строительстве.

Разработка и внедрение энергосберегающих технологий является приоритетной областью деятельности крупных и средних субъектов экономики и науки во всем мире.

Со времен первого нефтяного кризиса 1970-х годов прошло более сорока лет. Несмотря на это, эффективность мер, принимаемых правительствами разных стран по экономии энергоресурсов, сегодня не может считаться достаточной при существующих проблемах в области энергетики, охраны окружающей среды, экологии и политики. Использование не

возобновляемых источников энергии, в первую очередь, нефти и других видов ископаемого топлива, а также борьба с последствиями парникового эффекта представляются темами, которые уже никак нельзя игнорировать или откладывать надолго. Необходимо скорейшее принятие во всем мире серьезных и продуманных мер по ограничению энергетических затрат и снижению негативного воздействия на атмосферу выбросов двуокиси углерода.

С 1880 года до нашего времени содержание парниковых газов в атмосфере выросло более чем на 20 %, одновременно увеличилась температура планеты, последствия чего каждый может наблюдать своими глазами. По данным Международного энергетического агентства (International Energy Agency), при сохранении нынешней тенденции температура планеты вырастет еще на 1–3,5 °С в ближайшее столетие ([www.iea.org](http://www.iea.org)). В этой, прямо скажем, безрадостной картине вклад строительной сферы в усиление парникового эффекта весьма ощутимый. Ведь примерно половина энергии, расходуемой в промышленно развитых странах, идет на кондиционирование и освещение зданий, а также производство строительных материалов, таких как сталь, алюминий, стекло, цемент, кирпич, пластмассы, давая при этом большие объемы CO<sub>2</sub> и других загрязняющих веществ.

В 1997 году Европейский Союз взял на себя обязательство в рамках Киотского протокола, вступившего в силу 16 февраля 2005 года, уменьшить в период с 2008 по 2012 годы выбросы парниковых газов на 8 % по сравнению с уровнем 1990 года, в том числе путем возведения более эффективных городов и зданий. Строительство энергетически эффективных объектов означает не только сокращение энергетической зависимости страны от импорта энергоносителей и снижение вредных выбросов в атмосферу, но и ощутимую экономию средств как для государства, так и для каждого отдельного потребителя [1].

На сегодняшний день Европарламент разрабатывает проект закона, которым страны ЕС заставят экономить энергию.

По словам члена Еврокомиссии по энергетике Гюнтера Эттингера, при нынешних усилиях в этой области Евросоюз подойдет к 2020 году с 9–10 %. Чтобы выполнить проект экономической «Стратегии 2020», необходимо принять на законодательном уровне такие меры, которые обяжут страны ЕС выполнять нормы экономии.

На рынке энергии экономия так же нужна, как и на любом другом, заметил Эттингер. В реализации проекта главную роль должен сыграть государственный сектор, который имеет в распоряжении огромное количество зданий общественного назначения. При их обновлении или ремонте следует заниматься не только окраской и другими традиционными работами, но и мерами, направленными на экономию энергии.

Сейчас статистика экономии показывает около 1,5 % в год. Чтобы достичь поставленных целей, заявил европейский комиссар, необходимо обеспечить 3 % экономии в год [2].

#### **Здание Министерства энергетики Малайзии «Бриллиант»**

Одним из мировых примеров энергетически эффективного современного строительства является здание Министерства энергетики Малайзии «Бриллиант» – наглядный пример применения строительных технологий, снижающих энерго-и водопотребление (рис. 1).

Яркий зеленый фасад головного офиса Министерства энергетики Малайзии резко выделяет здание на фоне окружающих построек правительственного квартала. Здание «Бриллиант» символизирует переход к новым практикам в малазийском строительстве [3]. Среднегодовая температура в Малайзии +27. Поэтому создание комфортных условий требует защиты от излишнего тепла, что трижды сложнее, чем отопление. Пример этого проекта показывает, что энергопотребление может быть снижено в четыре раза по

сравнению с типовыми офисными зданиями в Малайзии. Срок окупаемости такого решения составит всего три-четыре года.

### **История возникновения названия**

В 2005 году обсуждались варианты архитектурной концепции здания. Рассматривался в том числе и эскиз, представлявший собой перевернутую пирамиду. Такая форма здания позволяла обеспечить естественное затенение и снижение теплоступлений от солнечной радиации. Один из архитекторов заметил, что форма здания напоминает бриллиант.

Высокая энергетическая эффективность была обозначена как основная задача при создании проекта здания Министерства энергетики, расположенного в новом административном центре Малайзии – городе Путраджайя. Проект разрабатывался в 2005 году, когда зеленое строительство еще не имело столь широкого распространения в мире, как в настоящее время. Тем не менее, здание получило наивысший рейтинг «Платиновый» по национальной системе оценки экологической устойчивости GBI (Green Building Index) и стало объектом привлечения специалистов в области зеленого строительства со всего мира.

Примечательно, что дополнительные инвестиции в энергетически эффективные решения увеличили бюджет проекта всего на 6 %. После завершения строительства и публикации данных об объекте количество зеленых зданий, сертифицированных по национальному стандарту GBI, резко увеличилось. За последние четыре года сертификацию в Малайзии прошли здания общей площадью более 4,6 м<sup>2</sup>.



Рис. 1. Здание Министерства энергетики Малайзии «Бриллиант»

## Форма здания

Форма здания позволяет увеличить площадь прилегающей территории, доступной для озеленения, также разместить больше фотоэлектрических модулей на крыше.

Путраджайя находится в экваториальной части Малайзии (3° северной широты). Средняя годовая температура воздуха держится на уровне 27 °С. Абсолютный минимум фиксируется, как правило, в январе и составляет 17 °С. Поэтому основное внимание при проектировании уделялось снижению нагрузки на систему кондиционирования воздуха. Компьютерное моделирование теплоступлений от солнечной радиации показало, что уклон в 25° позволит получить затенение северного и южного фасадов.

Чтобы уровень естественного освещения поддерживался на приемлемом уровне, в здании был предусмотрен центральный атриум.

Форма бриллианта, как утверждают участники проекта, – это оптимальный вариант архитектурной концепции для данного климатического региона, в случае, если необходимо снизить энергопотребление инженерными системами.

Здание имеет семь надземных этажей и два подземных уровня парковки. На седьмом этаже расположены конференц-зал, зал для приема официальных делегаций и камерный театр.

Характеристики остекления выбирались исходя из необходимости одновременного снижения теплоступлений от солнечной радиации и обеспечения приемлемого уровня естественного освещения. Для поиска оптимальных характеристик проводилось компьютерное моделирование в специальных программных комплексах.

Несмотря на то, что фасад здания визуально выглядит полностью остекленным, нижняя часть (около 1 м) каждого этажа облицована металлической пластиной. Остекление этой части фасада не имело бы практического смысла ни с точки зрения энергоэффективности, ни с точки зрения естественного освещения.

Форма бриллианта (перевернутой пирамиды) позволила увеличить площадь прилегающей территории, доступной для озеленения, что в свою очередь смягчает эффект теплового острова (повышение температуры окружающей среды в местах концентрации зданий и сооружений) (рис. 2).



Рис. 2. Фрагменты здания, благоустройства территории и интерьера

### Энергетическая эффективность

Согласно проекту, значение годового удельного потребления энергии должно было составить  $85 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$ , что на 65 % меньше значения для типовых офисных зданий в Малайзии ( $249 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$ ). Моделирование проводилось в программном комплексе IES Virtual Environment Software (соответствует требованиям ASHRAE 140–2004 и ASHRAE 90.1–2007).

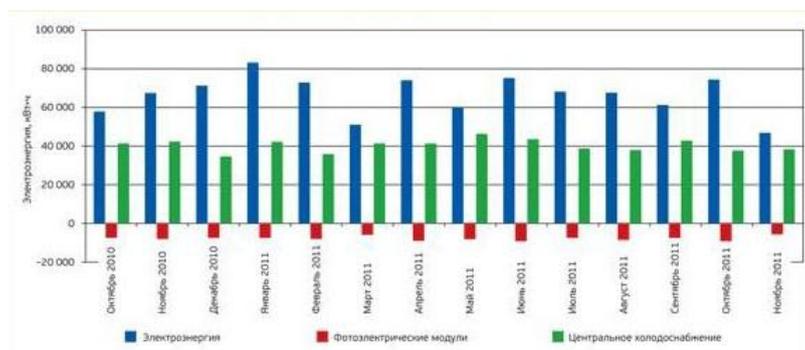


Рис. 3. Энергопотребление здания и генерация энергии фотоэлектрическими модулями

Фактические значения энергопотребления здания в период с октября 2010 года по ноябрь 2011 года представлены на рис. 3. Годовое удельное потребление энергии составило  $65 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$ .

### Система вентиляции и кондиционирования воздуха

Система состоит из двух элементов:

- системы поверхностного охлаждения (снимает явные тепlopоступления);
- системы вентиляции с охлаждением приточного воздуха (снимает скрытые тепlopоступления и обеспечивает требуемый уровень качества воздуха в помещении).

Холодоснабжение здания осуществляется от центральной (городской) холодильной станции. Для подготовки холодоносителя предусмотрены два теплообменника (основной и резервный) мощностью 1,2 МВт каждый.

Система поверхностного охлаждения (трубки с холодоносителем, встроенные в межэтажные перекрытия) функционирует с 22:00 до 6:00, когда действует льготная тарифная ставка. В этот период система снижает температуру бетонных перекрытий до 18–20 °С. Таким образом, здание фактически аккумулирует холод в ночное время, чтобы поглощать теплоту днем. Система вентиляции с охлаждением приточного воздуха включается только в дневное время.

### **Система освещения**

Здание «Бриллиант» запроектировано таким образом, что половина потребности в освещении покрывается за счет использования естественного освещения. Работа системы искусственного освещения регулируется автоматикой в соответствии с фактическими показателями освещенности помещений. Датчики освещенности установлены на фасаде здания, в атриуме и в офисных помещениях. Все рабочие места имеют настольные светильники. Удельная мощность освещения составляет 8 Вт/м<sup>2</sup> при освещенности помещений от 300 до 400 лк, что соответствует национальному стандарту MS 1525:2007 Code of Practice on Energy Efficiency and Use of Renewable Energy for Non-Residential Buildings («Рекомендации по повышению энергетической эффективности и использованию возобновляемых источников энергии в нежилых зданиях и сооружениях»).

### **Естественное освещение**

В здании созданы условия для бокового и верхнего естественного освещения. В первом случае свет проникает в помещение, отражаясь от подоконников и световых полок.

Такое решение позволяет минимизировать блики и обеспечить проникновение естественного освещения вглубь здания.

Для организации верхнего естественного освещения в здании предусмотрены:

- автоматически регулируемые шторы на куполе атриума;
- окна, выходящие в атриум (различаются по размеру от этажа к этажу);
- алюминиевые отражающие панели, установленные на вертикальных поверхностях в атриуме.

Система штор на куполе атриума состоит из 24 элементов, которые в зависимости от внешних условий освещенности могут быть установлены в шесть стандартных положений. Даже при полностью закрытых шторах 30 % дневного света проникает в здание к офисным помещениям, прилегающим к атриуму. Положение штор автоматически регулируется датчиками освещенности, установленными на куполе атриума (рис. 4).

Равномерное естественное освещение по высоте здания достигается благодаря окнам, выходящим в атриум, вертикальный размер которых увеличивается от верхних этажей к нижним, и алюминиевым отражающим конструкциям, установленным на четвертом и пятом этажах.

Вне зависимости от времени года и траектории движения солнца южный и северный фасады самозатеняются (рис. 5).

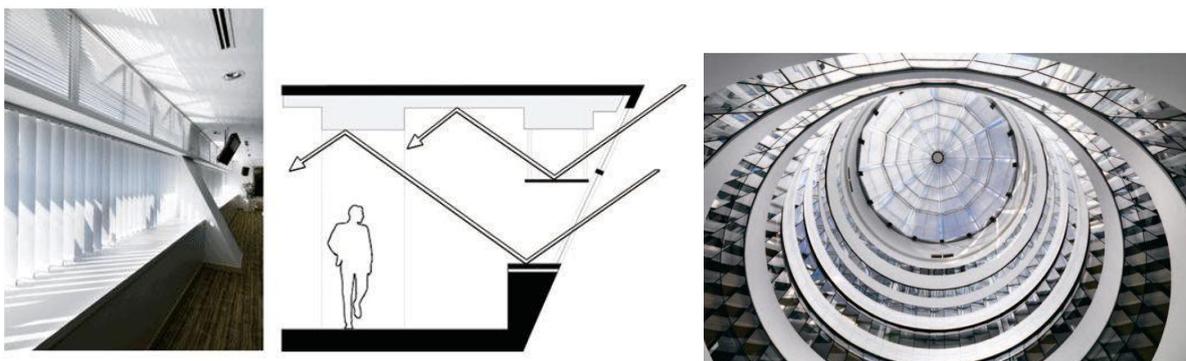


Рис. 4. Боковое и верхнее естественные освещения здания

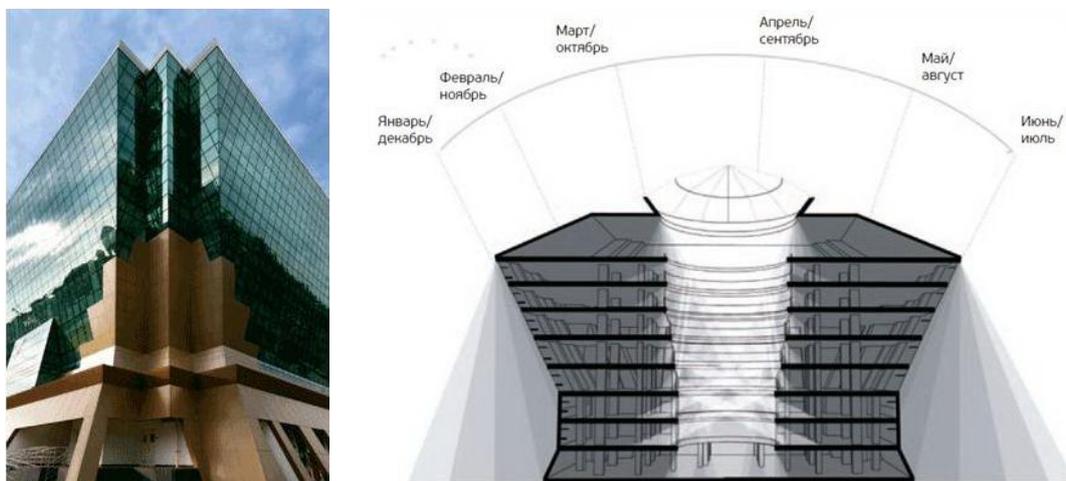


Рис. 5. Затенение фасада здания

### **Энергетическая эффективность системы освещения**

В офисах предусмотрена система освещения с размещением светильников на потолке. Используются люминесцентные лампы T5 (104 лм/Вт) с электронным балластом (ЭПРА).

В коридорах и холлах подсветка осуществляется компактными люминесцентными светильниками, встроенными в пол. На парковке также используются лампы T5. В туалетах установлены датчики присутствия – освещение и вытяжка включаются и отключаются автоматически. Расчетное годовое потребление энергии системой искусственного освещения составляет 340 МВт•ч, что на 35 % меньше базового значения, установленного в малазийских стандартах для офисного здания эквивалентной площади (522 МВт•ч). Отдельно стоит заметить, что, согласно расчетам, использование

энергоэффективных ламп снижает нагрузку на систему кондиционирования воздуха на 5,4 %.

Использование естественного освещения дало возможность уменьшить фактическое годовое энергопотребление системой искусственного освещения до 231 МВт•ч, что означает снижение относительно базового значения еще на 32 %.

«Бриллиант» уникален не только внешним видом: благодаря воплощению самых смелых идей экологически устойчивого строительства годовое удельное потребление энергии в четыре раза меньше значения энергопотребления для типового офисного здания в Малайзии. «Бриллиант» стал отличным примером применения на практике энергосберегающих технологий. При этом качество микроклимата в помещениях поддерживается на самом высоком уровне.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Карлетти К. (Cristina Karletti), Раффеллини Д. (Giorgio Raffellini), Шурпи Ф. (Fabio Sciurpi), Флорентийский Университет, отдел технологий архитектуры и дизайна им. П. Спадолини, лаборатория физики окружающей среды и качества строительства (г. Флоренция). Перепечатано с сокращениями из журнала «Cda». 2006. № 1. С. 45–52. Перевод с итальянского С. В. Булекова. –Режим доступа: [http://www.abok.ru/for\\_spec/articles.php?nid=3328](http://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=3328)

2. Еттингер Г., член Еврокомиссии по энергетике, проект экономической "Стратегии 2020", ТСН. – 2011. – 23 июня. – Режим доступа: "<http://tsn.ua/groshi/evropeyciv-primusyat-ekonomiti-energiyu.html>"

3. Чен Т. Л. – член ассоциации ASHRAE, ген. дир. малазийского офиса Primetech Engineers, Ахмад Издихар – ген. дир. Exergy Malaysia и совладелец Primetech Engineers Sdn Bhd. © ASHRAE. Перепечатано и переведено с разрешения журнала High Performing Buildings (осень, 2013) для Портал-энерго/ Энергосбережение в «дальнем» зарубежье. – Режим доступа: <http://portal-energo.ru/articles/details/id/824>

01.12.2014 г.