

УДК 721.1

Рачкова О.Г. – старший преподаватель

E-mail: olga.ra4kova@yandex.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, Казань, ул. Зеленая, д. 1

Использования формообразующей оболочки покрытия для проектирования гелиоэнергоактивного здания

Аннотация

Исследования проводились в рамках проектирования энергоэффективного здания учебного корпуса кампуса университета информационных технологий в г. Иннополис РТ.

С этой целью, с использованием программы Autodesk Project Vasari было построено оптимальное 3D-изображение энергоэффективной оболочки корпуса, проанализированы климатические особенности территории, с построением солнечной аналеммы и определением ее количественных и качественных характеристик.

Обозначены основные этапы проектирования энергоактивной оболочки корпуса, с интеграцией в ее структуру необходимого количества фотоэлектрических модулей.

Подсчитана экономическая эффективность от внедрения альтернативной системы электроснабжения здания, которая будет использоваться на потребности кондиционирования корпуса, определены сроки окупаемости оборудования системы.

Ключевые слова: энергосберегающие технологии, структурные оболочки, фотоэлектрические панели, моделирование, эскизные презентации.

В последние годы в отечественной и зарубежной практике активно прорабатываются вопросы, связанные с проектированием экологически чистых объектов, приближенным к «зеленым стандартам».

Применение средств альтернативной энергетики в структуре зданий является одним из важнейших аспектов современной, экологической архитектуры, способствующей снижению вредных выбросов и борьбе с сырьевым кризисом, открывающим новые возможности автономного энергоснабжения зданий.

Эти вопросы отражены и в Федеральной программе «Энергосбережения и повышения энергоэффективности...» на период с 2010 до 2020 года.

Энергосберегающие технологии и средства альтернативной энергетики все больше воплощаются в архитектурных образах проектируемых объектов. Однако энергоактивные здания целесообразно проектировать в районах, где имеется достаточная мощность солнечного излучения и сияния в течение суток, интенсивность теплового солнечного потока и температуры окружающей среды [1, 2].

На территории России, несмотря на холодный климат, возможно проектирование и строительство гелиоэнергоактивных зданий, используя солнечную энергию для преобразования ее в электрическую.

По исследованиям Объединенного института высоких температур Российской Академии Наук на большей части территории России средняя дневная сумма солнечного излучения составляет 4,0-5,0 кВтч/м² (в сравнении – на юге Германии этот показатель равен – 5,0 кВтч/м², в Испании – 6,0 кВтч/м²). Это является положительным фактором для проектирования энергоактивных зданий.

Энергоактивные здания генерируют и сохраняют энергию, используя различные направления, применяя хорошую теплоизоляцию, инновационный дизайн, возобновляемые источники энергии, т.е. солнечную энергию.

Особенно перспективным является направление проектирования гелиоэнергоактивных зданий, за счет интеграции в ограждающие конструкции объекта (поверхности стен, оболочек покрытий и др.), средств преобразующих солнечную энергию в электрическую. Размещение фотоэлементов генерирующих энергию солнца возможно на любых поверхностях здания. Для определения максимального количества улавливаемой солнечной энергии необходимо построение трехмерного изображения объекта и его

поверхностей, облучаемых солнцем в различные периоды года и дня. Для этой цели используются программы, дающие большой спектр визуальных презентаций солнечного облучения поверхностей проектируемого здания (программа Autodesk Project Vasari).

В данном случае исследования проводились для получения фотоэлектрической структурной оболочки покрытия кампуса университета инновационных технологий в г. Иннополис РТ, в рамках дипломного проекта (дипломник Г. Давлетшин). Была создана трехмерная модель структурной оболочки покрытия объекта и задано местоположение – г. Иннополис: $55^{\circ}75'$ с.ш. и $48^{\circ}75'$ в.д. Программа Autodesk Project Vasari позволила получить достаточно точную картину солнечного освещения в заданный период эксплуатации фотоэлектрических элементов с 1 февраля по 1 октября, с учетом времени приема с 10.00 до 16.00 часов дня. В результате было получено изображение солнечной аналеммы для г. Иннополис (рис. 1).

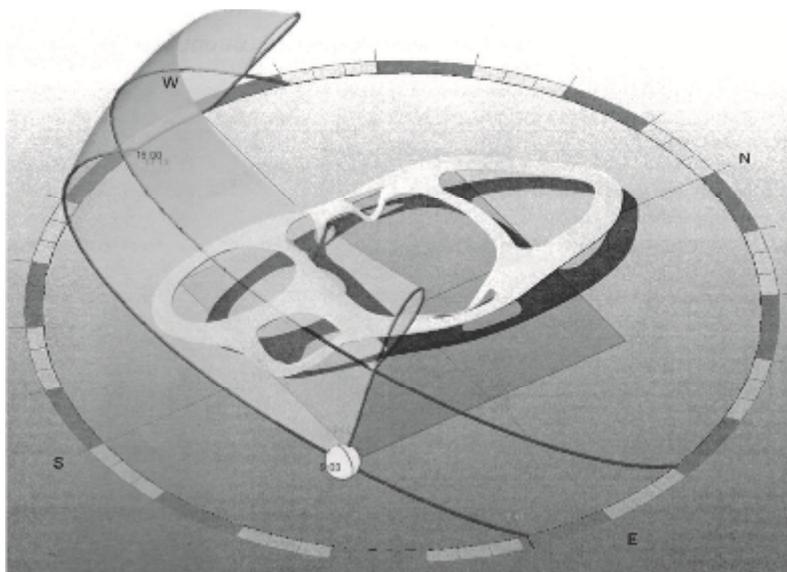


Рис. 1. Солнечная аналема для г. Иннополис в период с 1 февраля по 1 октября

Программа, после определенных команд, выдает количественную оценку солнечной радиации на поверхности оболочки объекта в заданных границах, подлежащих анализу (рис. 2).

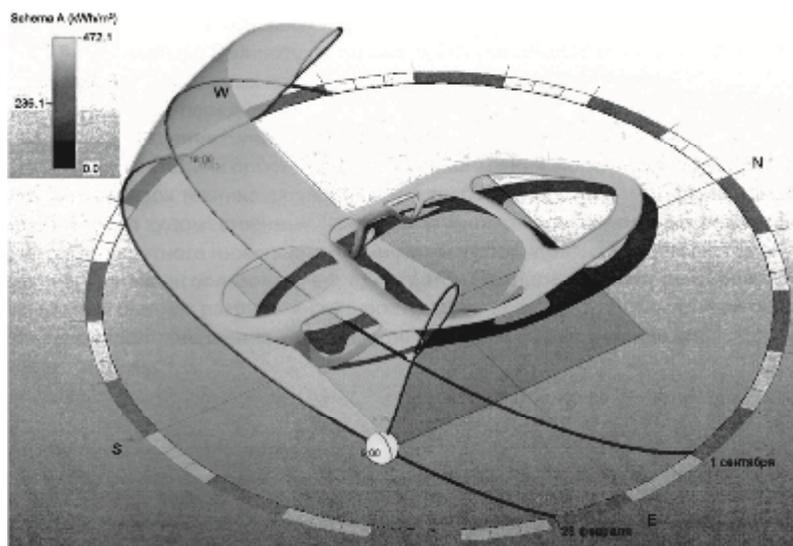


Рис. 2. Анализ интенсивности солнечной радиации. Расчет Autodesk Project Vasari

На изображении (рис. 2) наглядно прослеживаются отдельные неблагоприятные участки для установки фотоэлектрических панелей на поверхности оболочки.

Оценивая результаты визуализации исследуемой поверхности, можно сделать вывод, что форма оболочки выбрана правильно и дает возможность размещения на ней необходимого количества фотоэлектрических элементов.

Можно сформулировать основные этапы проведения исследований и проектирования фотоэнергоактивной оболочки здания:

- на стадии эскизирования выявляется объемно-пространственная композиция оболочки в соответствии с объемно-планировочным решением объекта;
- анализируются природно-климатические и метеорологические условия места расположения объекта;
- определяются участки на поверхности оболочки для размещения фотоэлектрических устройств на основе использования программы Autodesk.ProjectVasari, посредством визуализации солнечной радиации на ее поверхности (рис. 3).

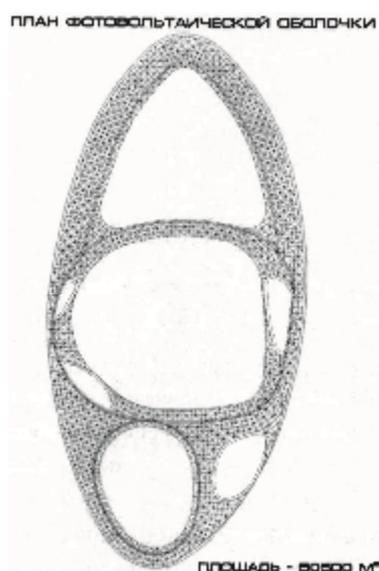


Рис. 3. Поверхность оболочки с расположением фотоэлектрических элементов

На последующих стадиях проектирования форма оболочки здания может корректироваться с учетом функциональных, архитектурно-художественных, конструктивных, технико-экономических факторов конкретного инженерно-технического оборудования энергосистемы.

В условиях экономического кризиса, инвестиции и внедрение прогрессивных средств альтернативной энергетики в проектирование крупных учебных заведений должно быть рентабельным и окупаться достаточно короткие сроки. Для определения срока окупаемости проектируемой альтернативной энергосистемы был выполнен расчет.

Исходные данные:

- для интеграции на поверхность оболочки был выбран монокристаллический модуль ФЭ TSM-200 с номинальной мощностью 0,4 кВт (площадь модуля 9,0 м²);
- площадь принимаемой поверхности оболочки для монтажа модулей составляет 50500 м², на которой может разместиться до 5612 шт.

Количество получаемой электроэнергии от модулей, рассчитывается исходя из наихудших условий и нестабильности солнечной радиации в период с февраля по октябрь месяц и составит 2,35 пикочаса, т.е. промежуток в течение которого интенсивность солнечной радиации равна 1000 Вт/м².

Количество электроэнергии, вырабатываемое одним модулем равно:

$$W_m = \frac{k \cdot P \cdot E}{1000} = \frac{0,5 \cdot 0,4 \cdot 2,35}{1000} = 0,47 \text{ кВт} \cdot \text{ч}, \quad (1)$$

где k – коэффициент потерь мощности в модуле в летний период – 0,5;

P – мощность модуля – 0,4 Вт;

E – среднемесячное значение инсоляции – 2,35 кВт·ч/м².

Суммарное количество получаемой энергии вырабатываемое энергосистемой составит:

$$W = W_m \cdot N = 0,47 \cdot 5612 = 2637 \text{ кВт} \cdot \text{ч}. \quad (2)$$

Количество полученной электроэнергии предполагается потратить на систему кондиционирования здания площадью 268 200 м². Потребляемая электроэнергия в год составляет 105 кВт·ч/м², на все здание необходимо будет потратить в течение года:

$$268200 \cdot 105 = 28161000 \text{ кВт} \cdot \text{ч}. \quad (3)$$

Эксплуатироваться фотоэлектрическая система будет с февраля по октябрь, т.е в течение 240 дней в году, исходя из этого находим количество потребляемой энергии в день:

$$\frac{28161000}{240} = 117337 \text{ кВт} \cdot \text{ч в день}, \quad (4)$$

и соответственно в час:

$$\frac{117337}{24} = 4889,06 \text{ кВт} \cdot \text{ч}. \quad (5)$$

На погашение потребляемой электроэнергии, запроектированная система, по расчету, будет вырабатывать 2637,64 кВт·ч, что составляет более 50 % необходимой электроэнергии на нужды кондиционирования учебного корпуса в указанный период.

Особенно система кондиционирования учебного корпуса будет эксплуатироваться в летние месяцы, в течение 150 дней, для чего потребуется:

$$117337 \cdot 150 = 17600616 \text{ кВт} \cdot \text{ч}. \quad (6)$$

Стоимость тарифа электроэнергии – 2,88 руб/кВт·ч, сумма затрат в денежном выражении:

$$17600616 \cdot 2,88 = 50689152,00 \text{ руб}. \quad (7)$$

Экономия должна составить 25344576 рублей, так как 50 % электроэнергии будет вырабатывать гелиоэнергоактивная система, вмонтированная в оболочку здания.

Затраты на оборудование (фотоэлектрические модули, АКБ, инверторы):

$$5612 \cdot 30000 = 168360000,00 \text{ руб.}, \quad (8)$$

где 5612 – количество фотоэлектрических панелей, 30000 руб. – их стоимость.

Условный срок окупаемости составит:

$$168360000,00 : 25344576 = 7,4 \text{ года}. \quad (9)$$

Использование средств альтернативной энергетики в структуре зданий – важнейший аспект современной экологической архитектуры, открывающий новые возможности архитектурного формообразования и автономного энергоснабжения проектируемых объектов.

Список библиографических ссылок

1. Матросов Ю.А. Энергосбережение в зданиях. Проблема и пути ее решения. – М.: НИИСФ, 2008. – 496 с.
2. Голицин М.В., Голицина А.М., Пронина Н.М. Альтернативные энергосистемы. – М.: Наука, 2004. – 159 с.
3. Сапрыкина Н.А. Основы динамического формообразования в архитектуре. – М.: Архитектура-С, 2005. – 312 с.
4. Шубенков М.В. Структурные закономерности архитектурного формообразования. – М.: Архитектура-С, 2006. – 321 с.
5. Селиванов Н.П., Мелуа Н.П., Зоколей С.В. Энергоактивные здания. – М.: Стройиздат, 1988. – 378 с.
6. Заварзина М.В. Строительная климатология. – Л.: Гидрометеиздат, 1976. – 312 с.
7. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3. Многолетние данные. Части 1-6. Выпуск 12. Татарская АССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1988. – 326 с.

Rachkova O.G. – senior lecturer

E-mail: olga.ra4kova@yandex.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

The use of shape-generating shell cover for designing of Helio energy active building

Resume

One of the trend of designing energy-efficient buildings is the integration of renewable energy resources in the structure of the object fences.

As a part of an experimental design of energy-efficient building of educational building of the University of innovative technologies in Innopolis, the structural shell cover was designed, for integration into its structure of photovoltaic modules that convert solar energy into electricity.

The studies identified the main stages of the design with the construction of 3D-models of the shape-generating shell cover, the analysis of the quantitative and qualitative characteristic of the climatic features of Innopolis, which became possible with the use of modern software Autodesk Project Vasari.

Calculations have confirmed the efficiency of the use of shell cover, to be placed on it photovoltaic modules to produce additional electricity that can offset some of the energy consumption for air-conditioning of the educational building.

Count the cost-effectiveness of the implementation of the system and its payback within seven years.

Keywords: energy-saving technologies, structural shell, photovoltaic panels, modeling, sketch presentation.

Reference list

1. Sailors Y.A. Energy saving in buildings. The problem and its solutions. – M.: NIISF, 2008. – 496 p.
2. Golitsyn M.V., Golitsyna A.M., Pronina N.M. Alternative energy systems. – M.: Nauka, 2004. – 159 p.
3. Saprykina N.A. Fundamentals of dynamic shape-generating in architecture. – M.: Architecture-C, 2005. – 312 p.
4. Shubenkov M.V. Structural patterns of architectural shape-generating. – M.: Architecture-C, 2006. – 321 p.
5. Selivanov N.P., Melua N.P., Zokoley S.V. Energy active buildings. – M.: Stroyizdat, 1988. – 378 p.
6. Zavarzina M.V. Building climatology. – L.: Gidrometeoizdat, 1976. – 312 p.
7. Research and applied USSR climate handbook. Series 3. Long-term data. Parts 1-6. Issue 12. Tatar ASSR. – L.: Gidrometioizdat, 1988. – 326 p.