

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ОРИЕНТАЦИИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ЗДАНИЙ С СОБЛЮДЕНИЕМ НОРМ ОСВЕЩЕННОСТИ И ИНСОЛЯЦИИ

Мартынов В.Л.

Кременчугский национальный университет имени Михаила Остроградского
г. Кременчуг, Украина

АННОТАЦИЯ: Разработан компьютеризированный способ оптимизации ориентации гранных энергоэффективных зданий (с учетом особенностей геометрической формы здания, площади и расположения окон) по критерию минимизации теплового баланса ограждающих конструкций здания с окружающей средой в течение отопительного периода с соблюдением норм освещенности и инсоляции. Данный способ определения ориентации можно использовать при проектировании как энергоэффективных, так и обычных зданий.

АННОТАЦІЯ: Розроблено комп'ютеризований спосіб оптимізації орієнтації гранних енергоефективних будівель (з урахуванням особливостей геометричної форми будівлі, площі і розташування вікон) за критерієм мінімізації теплового балансу огорожувальних конструкцій будівлі з оточуючим середовищем протягом опалювального періоду з дотриманням норм освітленості та інсоляції. Даний спосіб визначення орієнтації можна використовувати при проектуванні як енергоефективних, так і звичайних будівель.

ABSTRACT: Computerized method of optimizing the orientation of the face of energy efficient buildings (taking into account the geometric features of the shape of the building, size and location of windows) by minimizing the heat balance of the building envelope with the environment during the heating period, in compliance with rules -light and sun exposure is developed. This method of determining the orientation can be used in the design of energy-efficient as well as conventional buildings.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: Оптимизация ориентации зданий, энергоэффективные здания, гранная форма здания, геометрическое моделирование, тепловой баланс.

ВВЕДЕНИЕ

При проектировании энергоэффективных зданий возникает задача оптимизации теплоэнергетического воздействия внешнего климата на тепловой баланс здания, повышения энергоэффективности зданий. Это возможно за счет оптимизации геометрических параметров зданий: азимутальной ориентации, пропорций, расположения и площади световых проемов; оптимального распределения утеплителя по ограждающим конструкциям и прочее. Удачный выбор параметров ориентации для

зданий при различной геометрической форме дает возможность увеличить воздействие тепла от солнечной радиации на оболочку здания в течение отопительного периода и уменьшить – в летний период и сократить расходы на отопление в течение отопительного периода и на охлаждение в течение летнего периода.

Проектировщику необходимо иметь способ определения оптимальной азимутальной ориентации зданий.

АНАЛИЗ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Решению вопроса повышения энергоэффективности зданий посвящены работы [1–3], но в них определялись оптимальные пропорции зданий с точки зрения минимизации теплопотерь через ограждающие конструкции по одному параметру пропорций, даны рекомендации по ориентации здания в виде прямоугольного параллелепипеда без учета норм освещенности и инсоляции, особенностей сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций. В работах [4, 5] отдельно оптимизировалась форма здания и отдельно параметры утеплителя непрозрачных конструкций здания с точки зрения минимального теплового баланса ограждающих конструкций. В работе [6] рассматривалась многопараметрическая оптимизация энергоэффективных зданий. Вопросы оптимизации ориентации здания с соблюдением норм освещения и инсоляции для зданий с различной геометрической формой, сопротивлением теплопередаче ограждающих конструкций, площади и расположения окон не рассматривались.

Для повышения энергоэффективности зданий необходимо предложить способ оптимизации азимутальной ориентации энергоэффективных зданий с соблюдением норм инсоляции и освещения помещений. Критерием оптимизации является минимизация теплового баланса ограждающих конструкций с окружающей средой для отопительного периода.

МАТЕРИАЛ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для оптимизации ориентации энергоэффективных зданий разработан алгоритм и комплекс программ *OPTORIENT* моделирования теплового баланса как отдельных граней [6], так и здания в целом для отопительного и летнего периодов при различных исходных условиях. Модели строятся на экране дисплея и оцениваются проектировщиком. Алгоритм использования моделей и оптимизации приведены на рис. 1. При этом соблюдаются требования норм инсоляции помещений и естественного освещения (КЕО).

Пример оптимизации. Мансардное здание, которое расположено в г. Киев (50-й градус северной широты), объемом $V = 762,9 \text{ м}^3$ (рис. 2) с прямоугольным планом. Угол наклона крыши 30 градусов.

Здание имеет следующие параметры формы $a = 9,68 \text{ м}$, $b = 12 \text{ м}$, $h = 8,3 \text{ м}$ (по внутренней поверхности конструкций), сопротивление теплопередаче непрозрачных ограждающих конструкций каждой из граней здания составляет $R_{\text{ст}1} = 5,6 \text{ м}^2\text{К/Вт}$, $R_{\text{ст}2} = 5,6 \text{ м}^2\text{К/Вт}$, $R_{\text{ст}3} = 5,6 \text{ м}^2\text{К/Вт}$, $R_{\text{ст}4} = 5,6 \text{ м}^2\text{К/Вт}$, $R_{\text{кр}5} = 7,0 \text{ м}^2\text{К/Вт}$, $R_{\text{кр}6} = 7,0 \text{ м}^2\text{К/Вт}$, $R_{\text{пол}} = 8,0 \text{ м}^2\text{К/Вт}$, площадь окон каждой из граней $S_{\text{ок}1} = 2,61 \text{ м}^2$, $S_{\text{ок}2} = 5,6 \text{ м}^2$, $S_{\text{ок}3} = 46,10 \text{ м}^2$, $S_{\text{ок}4} = 7,82 \text{ м}^2$, $S_{\text{оккр}5} = 0,96 \text{ м}^2$, $S_{\text{оккр}6} = 1,92 \text{ м}^2$. Сопротивления теплопередаче светопрозрачных конструкций на каждой из граней $R_{\text{ок}1} = 0,75 \text{ м}^2\text{К/Вт}$, $R_{\text{ок}2} = 0,75 \text{ м}^2\text{К/Вт}$, $R_{\text{ок}3} = 1,8 \text{ м}^2\text{К/Вт}$, $R_{\text{ок}4} = 0,75 \text{ м}^2\text{К/Вт}$, $R_{\text{оккр}5} = 0,75 \text{ м}^2\text{К/Вт}$, $R_{\text{оккр}6} = 0,75 \text{ м}^2\text{К/Вт}$.

Определена зависимость теплового баланса каждой грани всех типов конструкции [6] от азимутальной ориентации для отопительного периода.

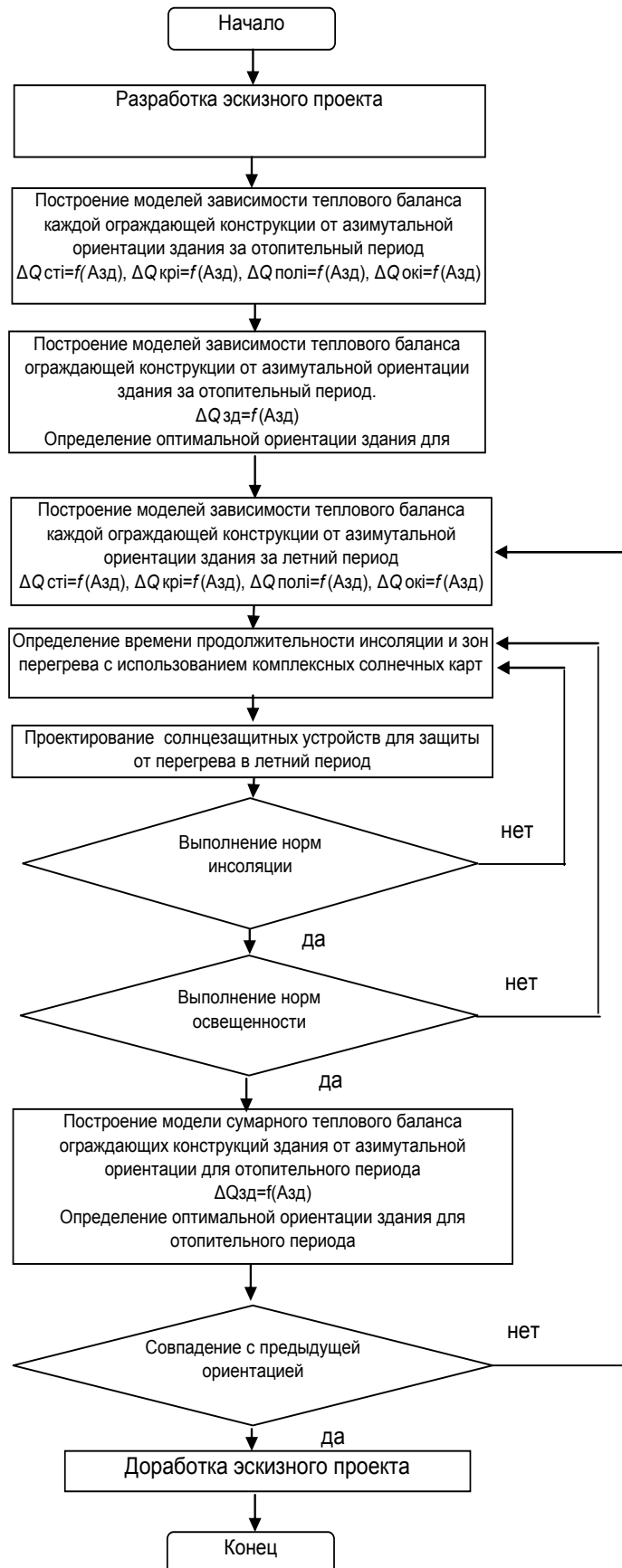


Рис. 1. Алгоритм оптимизации ориентации

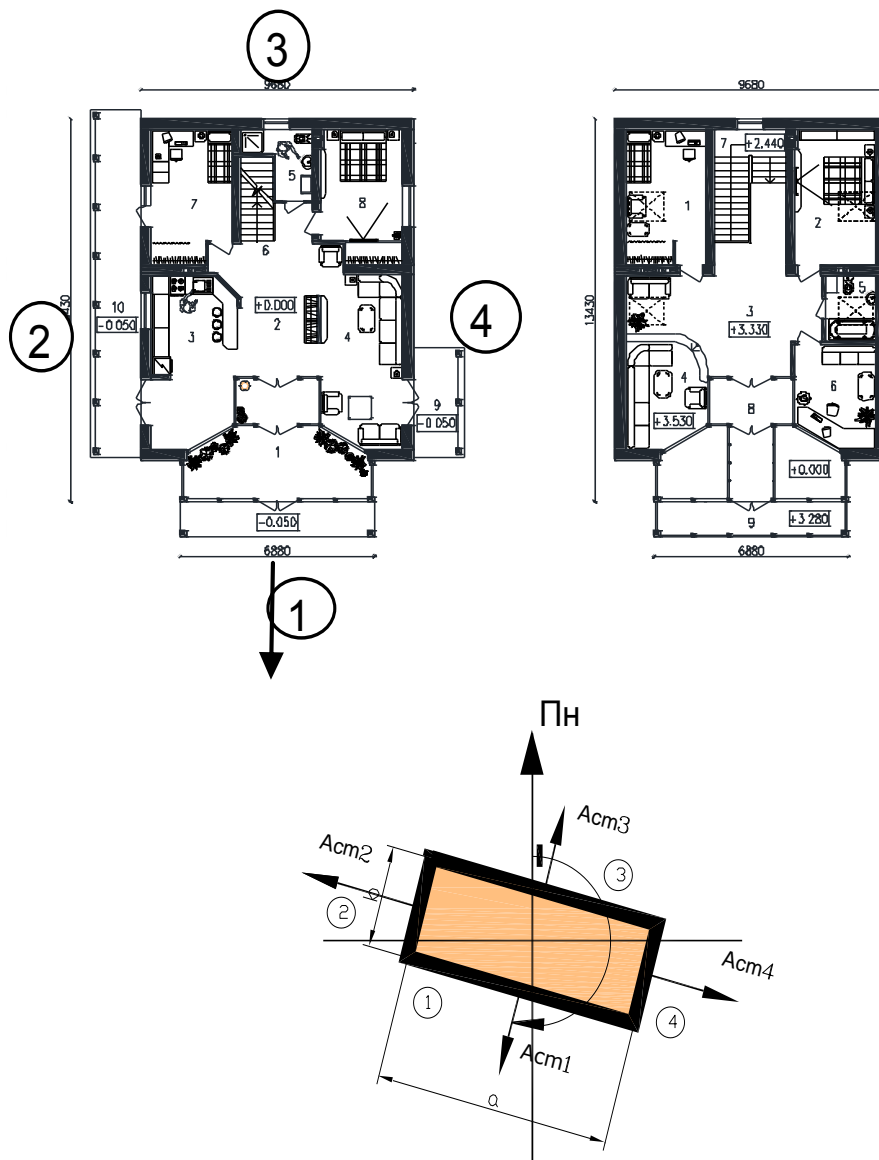


Рис. 2. Энергоэффективное здание

Наибольшее влияние ориентация имеет для светопрозрачных конструкций, а особенно для двойного остекленного фасада с сопротивлением теплопередачи $R_{окз} = 1,8 \text{ м}^2\text{К/Вт}$ и большой площадью $S_{окз} = 46,10 \text{ м}^2$. Для него теплопоступления от солнечной радиации превышают теплопотери. Для оптимизации ориентации здания моделируется тепловой баланс каждой ограждающей конструкции $\Delta Q_{ки}=f(A_{зд})$ и здания в целом $\Delta Q_{зд}=f(A_{зд})$ с окружающей средой [6].

Оптимизирована ориентация здания. Здание ориентируется двойным стеклянным фасадом на юг рис. 3, что дает сокращение теплопотерь 29 процентов, по сравнению с северной ориентацией. Для защиты дома от перегрева в летний период строятся модели теплового баланса. Крупнейшие теплопоступления происходят из-за двойного стеклянного фасада за счет поступления тепла от солнечной радиации. С использованием комплексных солнечных карт строятся солнцезащитные устройства, которые защитят здание от перегрева рис. 4. При этом соблюдаются нормы освещенности и инсоляции. Для дальнейшего повышения энергоэффективности необходимо оптимизировать пропорции здания, площадь и расположение окон, перераспределить утеплитель по ограждающим конструкциям.

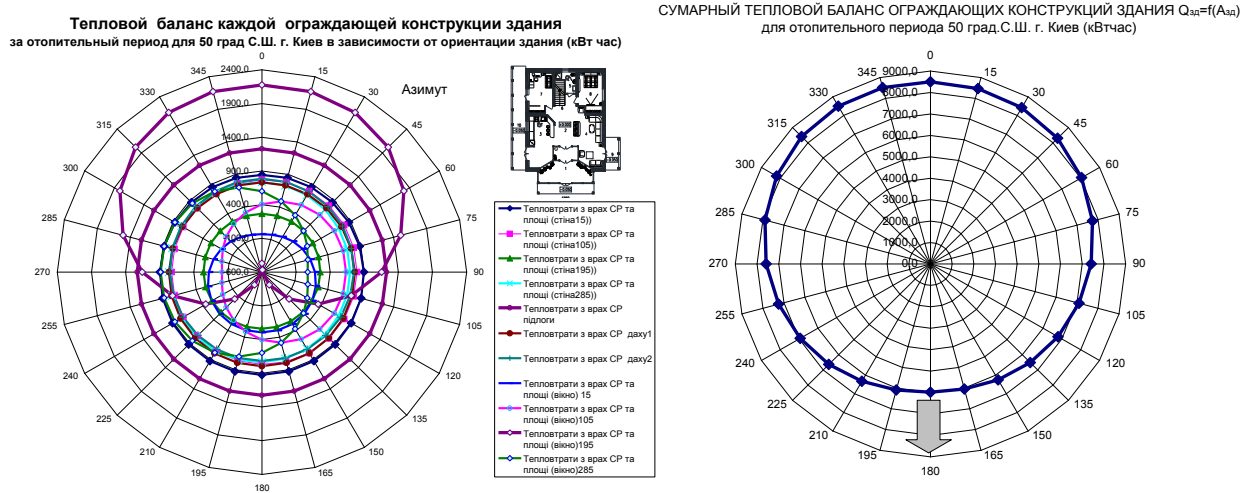


Рис. 3. Модели зависимости теплового баланса отдельных конструкций $\Delta Q_{ки}=f(A_{зд})$ и здания в целом $\Delta Q_{зд}=f(A_{зд})$ от азимутальной ориентации для отопительного периода

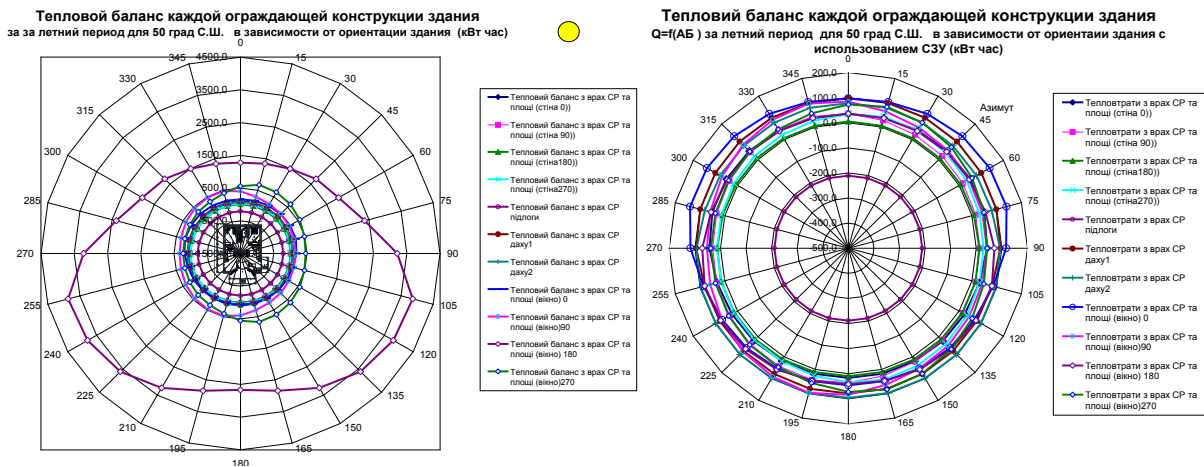


Рис. 4. Модели зависимости теплового баланса отдельных конструкций $\Delta Q_{ки}=f(A_{зд})$ и здания в целом $\Delta Q_{зд}=f(A_{зд})$ от азимутальной ориентации для летнего периода

ВЫВОДЫ

Разработан комплекс программ OPTORIENT и способ оптимизации ориентации энергоэффективных зданий с различной гранной геометрической формой по критерию минимизации теплового баланса здания с окружающей средой за отопительный период с соблюдением норм освещенности и инсоляции. Его использование позволяет уменьшить расходы на отопление в течение отопительного периода и охлаждения в течение летнего периода. Данный способ также применим для оптимизации ориентации обычных зданий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Маркус Т.А. Здания, климат и энергия /Т.А. Маркус, Э.Н. Морис. – Л. : Гидрометеоздат, 1985. –540 с.
2. Табунщиков Ю.А. Математическое моделирование и оптимизация тепловой эффективности зданий / Ю.А. Табунщиков, М.М. Бродач. – М. : АВОК-ПРЕСС, 2002. — 194 с.
3. Мартинов В.Л. Геометричне моделювання параметрів енергоактивних житлових будинків / В.Л. Мартинов // Геометрическое моделирование и компьютерные технологии: теория, практика, образование: Материали VI Міжнародної науково-практичної конференції. – Харків, 2009. – С. 153–158.
4. Сергейчук О.В. Оптимізація розподілу утеплювача по поверхні будівлі при заданому класі його ефективності / О.В. Сергейчук // Геометричне та комп'ютерне моделювання: енергозбереження, екологія, дизайн: Материали VI Міжнародної Кримської науково-практичної конференції. – Сімферополь, 2009. – С. 44–49.
5. Сергейчук О.В. Оптимізація форми енергоефективної будівлі, зовнішня оболонка якої n-параметрична поверхня / О.В. Сергейчук // Геометричне моделювання та комп'ютерний дизайн: Материали VII Міжнародної Кримської науково-практичної конференції. – Сімферополь, 2010. – С. 150–155.
6. Мартинов В.Л. Багатопараметрична оптимізація гранних енергоефективних будівель / В.Л. Мартинов // Геометричне моделювання, комп'ютерні технології та дизайн: теорія, практика, освіта: Материали VII Міжнародної науково-практичної конференції. – Ужгород, 2011. – С. 135–139.

REFERENCES

1. Markus T.A. Buildings, climate and energy/ T.A. Markus, E.N. Moris. –L. : Gidrometeoizdat, 1985.– 540 p.
2. Tabunshchikov Yu.A. Math modeling and optimization of building heat effectiveness / YuA. Tabunshchikov, M.M. Brodach. – M. : AVOK-PRESS, 2002. — 194 p.
3. Martynov V.L. Geometric modeling of energy effective residential buildings parameters / V.L. Martynov // Geometric modeling and computer technologies: theory, practice, education: Proceedings of VI International scientific and practical conference. – Kharkiv, 2009. – P. 153–158.
4. Sergiychuk O.V. Optimization of temperature distribution on building surface when prescribed class of its effectiveness / O.V. Sergiychuk // Geometrical and computer modeling: energy saving, ecology, design: Proceedings of VI International Crimea scientific and practical conference. – Simferopol, 2009. – P. 44–49.
5. Sergiychuk O.V. Optimization of form of energy effective building with external envelope as n-parametric surface / O.V. Sergiychuk // Geometrical modeling and computer design: Proceedings of VII International Crimea scientific and practical conference. – Simferopol, 2010. – P. 150–155.
6. Martynov V.L. Multi-parametric optimization of energy effective buildings / V.L. Martynov // Geometric modeling, computer technologies and design: theory, practice, education: Proceedings of VII International scientific and practical conference. – Uzhhorod, 2011. – P. 135–139.

Статья поступила в редакцию 07.04.2014 г.