

# ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СТРОИТЕЛЬСТВО ПРОМЫШЛЕННЫХ И ГРАЖДАНСКИХ СООРУЖЕНИЙ

## СИСТЕМНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ЗДАНИЙ

Р.С. Федюк

Кафедра конструирования зданий и сооружений  
Дальневосточный федеральный университет  
*ул. Пушкинская, 10, Владивосток, Россия, 690090*

Рассмотрены вопросы оптимизации тепловой эффективности проектируемого здания на весь срок эксплуатации. Приведен алгоритм системного проектирования энергосберегающих зданий. Разработан алгоритм для системы автоматизированного проектирования современных энергосберегающих зданий.

**Ключевые слова:** системное проектирование, энергоэффективность, САПР.

До недавнего времени энергоэффективным считалось здание, в котором при проектировании, строительстве и эксплуатации осуществлено максимальное количество мероприятий, направленных на экономию топливно-энергетических ресурсов. Основными путями экономии энергии в зданиях являются повышение тепловой эффективности строительных конструкций, архитектурно-планировочных решений, инженерных систем, использование нетрадиционных видов энергии. В частности, активно применяются следующие мероприятия: увеличение теплозащиты стен (в том числе стыков), окон, чердаков и т.п.; улучшение влажностного режима наружных ограждений; уменьшение площади наружной поверхности здания; рациональная планировка помещений; использование усовершенствованных систем отопления и вентиляции (например, воздушно-лучистое отопление); автоматизация систем отопления с пофасадным регулированием; автоматизация системы климатизации (управление микроклиматом здания); утилизация тепла вытяжного воздуха, уходящего через наружные ограждения, и т.п.

Теплоэнергетическое воздействие наружного климата на тепловой баланс здания может быть оптимизировано за счет выбора формы здания, расположения и площади заполнения световых проемов, регулирования фильтрационных потоков, а также счет других мероприятий [1. С. 139]. Часто энергоэффективное здание представляется как несколько независимых инновационных энергосберегающих решений. При этом оказывается невыявленным то обстоятельство, что эти незави-

симые решения могут взаимно снижать их первоначальную эффективность, а в некоторых случаях даже приводить к отрицательному эффекту. В наши дни техника и технология меняются настолько быстро, что «опыт» просто не успевает накапливаться, а «здравый смысл» легко может обмануть, если он не опирается на научный метод поиска наилучшего решения. В современной науке методом поиска наилучшего решения является системный анализ — дисциплина, занимающаяся проблемами принятия решения в условиях, когда выбор альтернативы требует анализа сложной информации различной физической природы. Очевидно, что системный анализ должен явиться основой методологии современного проектирования энергоэффективных зданий [1. С. 136].

Научные основы проектирования энергоэффективных зданий разрабатывались в России Ю.М. Табунщиковым и М.М. Бродач [1; 2]. При этом здания и окружающая природная среда рассматриваются как единая энергетическая система. В соответствии с принципами системного анализа проектирование энергоэффективного здания понимается как оптимизация взаимосвязанных энергетических подсистем, описываемых математическими моделями.

Для изучения сложных систем, к которым относится здание как единая энергетическая система, принципиально необходимо построение множества моделей. Построение сложных моделей в данной работе не было самоцелью: решение, полученное с помощью приближенной модели, дает результаты несколько «размытые» по сравнению с результатами решений на основе сложных моделей, но при этом сохраняется «правильность» самих результатов [1. С. 140].

Согласно [3. С. 152] цель системного проектирования (системотехники) — добиться внутренней совместимости между элементами системы и внешней совместимости между системой и окружающей средой.

План действий при системном проектировании выглядит следующим образом [3. С. 155]:

- 1) определить входы и выходы системы;
- 2) найти систему функций, при помощи которых входы можно преобразовать в выходы;
- 3) подобрать или разработать технические устройства для осуществления каждой из этих функций;
- 4) проверить полученную систему на внутреннюю и внешнюю совместимость.

Для системы автоматизированного проектирования энергоэффективных зданий входы и выходы системы могут быть представлены так, как показано на рис. 1.



**Рис. 1.** Входы и выходы системы автоматизированного проектирования энергоэффективных зданий

Необходимо выбрать систему функций, при помощи которых входы можно преобразовать в выходы. Поскольку такие преобразования можно делать различными способами, выбор функций произволен. В данном случае выбираем следующие функции (решения):

- архитектурные функции (решения):
  - выбор местоположения здания,
  - определение формы и ориентации здания,
  - выбор остекления (площади и расположения светопроемов) и солнцезащиты,
  - выбор наружных ограждений (конструкции и материалов),
  - выбор объемно-планировочного решения (внутренней планировки);
- инженерные функции (решения):
  - выбор источников теплоснабжения,
  - выбор системы климатизации (отопления, вентиляции и кондиционирования),
  - выбор системы автоматического управления (САУ) инженерным оборудованием здания.

Каждую из выбранных функций изображаем вместе с необходимыми для ее осуществления входами и образуемыми ею выходами (рис. 2).

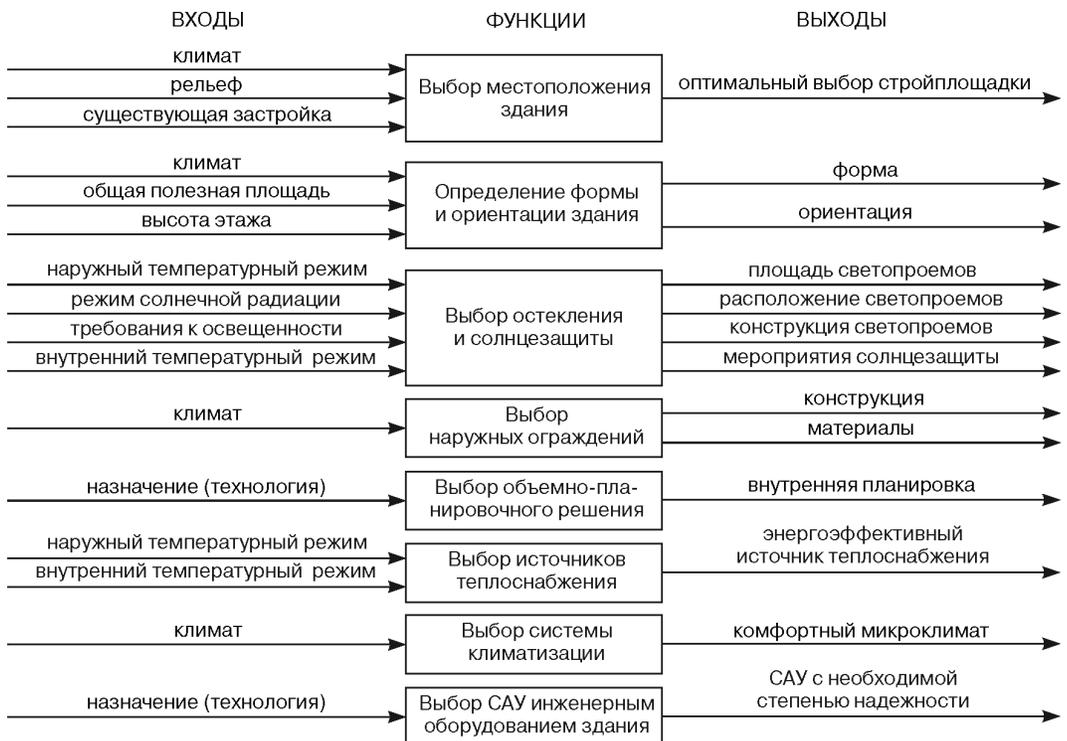


Рис. 2. Функции и необходимые для их осуществления входами и образуемыми ими выходами

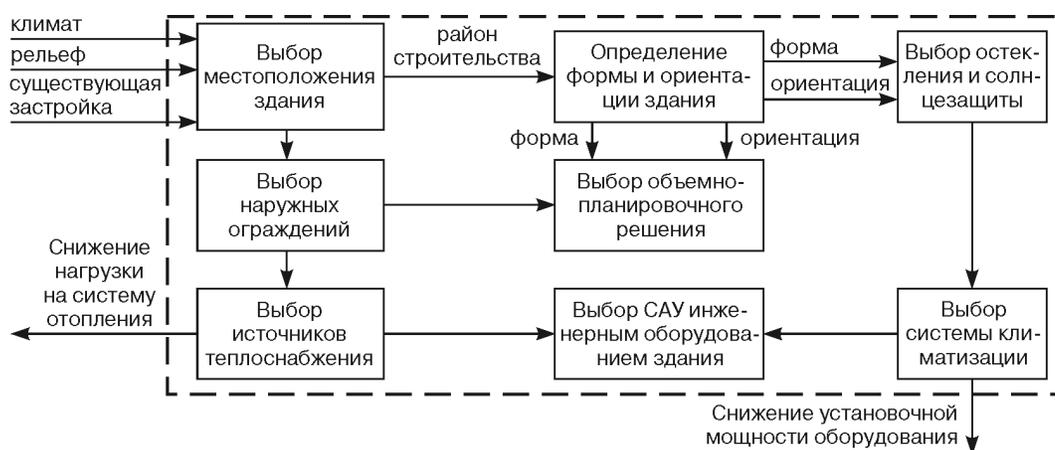
Известно, что интенсивность солнечной радиации, скорость и направление ветра, температура наружного воздуха изменяются в весьма широких пределах

в зависимости от географического положения, орографии, микрорельефа местности и времени года.

Воздействие наружного климата на ограждающие конструкции здания целесообразно характеризовать метеорологическим градиентом, который учитывает направление, величину и повторяемость показателей наружного климата. Статистическая обработка наружного климата как совокупности зависимых (или независимых) случайных величин показывает, что в каждой местности для отдельных характерных периодов времени имеет место свой метеорологический градиент, оказывающий направленное воздействие на формирование теплового баланса различно ориентированных помещений, так что в результате совокупного действия ветра, солнечной радиации и температуры различно ориентированные помещения имеют существенно отличающиеся теплотери или теплопоступления.

Оптимизация теплоэнергетического воздействия наружного климата на тепловой баланс здания за счет выбора при проектировании формы и ориентации здания разрабатывалась рядом ученых. В зависимости от положения и ориентации наружной поверхности здания она подвергается различному теплоэнергетическому воздействию наружного климата. Рассмотрим возможность оптимизации теплоэнергетического воздействия наружного климата на тепловой баланс здания путем изменения его формы и ориентации.

Входы и выходы, находящиеся внутри системы, соединяем между собой и отлаживаем системы до достижения полной согласованности между ними (рис. 3), т.е. выясняем, откуда исходит каждое входное и куда направлено каждое выходное воздействие.



**Рис. 3.** Согласование системы

В основе концепции проектирования современных зданий лежит положение о том, что качество окружающей нас среды оказывает непосредственное влияние на качество нашей жизни дома, на рабочем месте, в местах общего пользования. Такое выделение социальных аспектов является признанием того, что архитектура и строительство развиваются на основе духовных и материальных потребностей людей.

Чрезвычайно важно (может быть, это самая главная идея для архитектуры и строительства XXI в.), что в результате человеческой деятельности может быть создана новая природная среда, обладающая более высокими комфортными показателями для градостроительства и являющаяся в то же время энергетическим источником для систем климатизации зданий [1. С. 125].

Логическим продолжением этапов развития энергоэффективных зданий стала практика строительства Sustainable building, которая сегодня вызывает большой интерес у специалистов всех стран. Буквальный перевод Sustainable building означает «поддерживающее здание», но по своему смыслу это «жизнесохраняющее здание», т.е. здание, которое находится в равновесии с природой и человеком. Эта дисциплина включает в себя изучение возможности использования экологически чистых возобновляемых источников энергии, оптимального использования затраченной энергии, сохранения водных ресурсов, применения строительных материалов повторного использования, улучшения качества среды обитания человека. Изучение отдельных аспектов этой проблемы оказывается недостаточным — необходимо в комплексе изучить здание и окружающую среду, их экологическое и энергетическое состояние как единого целого. Очевидно, что это является главной целью теории и практики Sustainable building. Предполагаем, что в результате этого изучения будут выявлены некоторые предельные состояния, нарушать которые строительная отрасль не должна ни при каких условиях. Эти предельные состояния будут включать в себя выделение газов, приводящих к парниковому эффекту, потребление и загрязнение водных ресурсов, строительный и бытовой мусор и т.д.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Табуницков Ю.А., Бродач М.М. Математическое моделирование и оптимизация тепловой эффективности зданий. — М.: АВОК-ПРЕСС, 2002.
- [2] Табуницков Ю.А., Бродач М.М., Шилкин Н.В. Энергоэффективные здания. — М.: АВОК-ПРЕСС, 2002.
- [3] Джонс Дж. К. Методы проектирования. — М.: Мир, 1986.

## SYSTEM DESIGNING OF POWER EFFECTIVE BUILDINGS

R.S. Fedjuk

Chair of Designing of buildings and constructions  
Far East federal university  
Pushkinskaya str., 10, Vladivostok, Russia, 690090

Questions of optimization of thermal efficiency of a projected building for all term of operation are considered. The algorithm of system designing of power saving up buildings is resulted. The algorithm is developed for system of the automated designing of modern power saving up buildings.

**Key words:** system design, energy efficiency, CAD.