

# ОПТИМИЗАЦИЯ ИНЖЕНЕРНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ЗДАНИЯ.

## *Основные положения*

**Ю.А. Табунщиков, доктор техн. наук,  
профессор МАрхИ, [otvet@abok.ru](mailto:otvet@abok.ru)**

Цель этой статьи – представить в системном изложении многотехнологичную по содержаниям и разновидностям инженерную инфраструктуру современного здания и попытаться наметить основные положения ее оптимизации.

При написании статьи автор опирался на собственный многолетний опыт системного анализа здания как единой энергетической системы, а также разработанные под его руководством стандарты оценки среды обитания с позиций зеленого строительства [1–4].

Статья является первым опытом и, безусловно, не претендует на законченность решения проблемы. Более того, в ряде мест она содержит недостаточно точные формулировки, к которым при желании можно придаться и которые можно оспорить. Однако автор уверен, что статью заметят специалисты, а поиски метода оптимизации инженерной структуры здания необходимы и получат дальнейшее развитие – время покажет, в каких формах это произойдет.

**Ключевые слова:** инженерная инфраструктура здания, качество среды обитания, оптимизация инженерной инфраструктуры здания, весовой коэффициент, индекс доходности

## Формулировка задачи

Инженерная инфраструктура здания – это комплекс взаимосвязанных инженерно-технических устройств и технологий, обеспечивающих среду обитания человека или возможность проведения технологического процесса. Для примера можно указать основные составляющие инженерной инфраструктуры жилых и общественных зданий: внешние и внутренние системы электро-, тепло-, газо-, водоснабжения и водоотведения, освещения, системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, мусороудаления, телекоммуникационные системы.

Современное инженерно-техническое оборудование и технологии могут обеспечить среду обитания любого уровня качества. Однако даже применение оборудования самой высокой эффективности не является гарантом оптимального решения всей инфраструктуры здания и ее отдельных частей.

Вместе с тем на практике, в зависимости от требований к качеству среды обитания, предъявляют различные требования к его инфраструктуре. Для примера предположим наличие трех уровней качества среды обитания: эконом-класс, бизнес-класс и премиум-класс. Далее можно принять, что, например, инфраструктура отопления, вентиляция и кондиционирования для зданий эконом-класса имеет следующие составляющие или следующие уровни качества:

- микроклимат помещения обеспечивается системой водяного отопления и естественной вентиляцией;

**Оптимизация инженерной инфраструктуры здания – это определение комплекса взаимосвязанных инженерно-технических устройств и технологий, обеспечивающих выбранный уровень качества среды обитания при минимальных приведенных затратах, или при минимальном потреблении энергии, или при минимизации выделений CO<sub>2</sub>**

- для зданий бизнес-класса микроклимат помещения обеспечивается системой отопления и механической вентиляцией,

- для зданий премиум-класса микроклимат помещения обеспечивается системой кондиционирования.

Аналогично введем уровни качества для инженерной инфраструктуры мусороудаления здания:

- мусороудаление с помощью контейнеров, расположенных во дворе, – эконом-класс;
- мусороудаление с помощью мусоропроводов, расположенных в здании, – бизнес-класс;
- мусороудаление с помощью сплавной системы – премиум-класс.

Подобную систему уровня качества можно ввести, например, для инженерной инфраструктуры регулирования теплопотребления здания:

- регулирование на центральном тепловом пункте отнесем к эконом-классу;
- регулирование на вводе в здание, на индивидуальном тепловом пункте отнесем к бизнес-классу;
- регулирование поквартирное и покомнатное отнесем к премиум-классу.

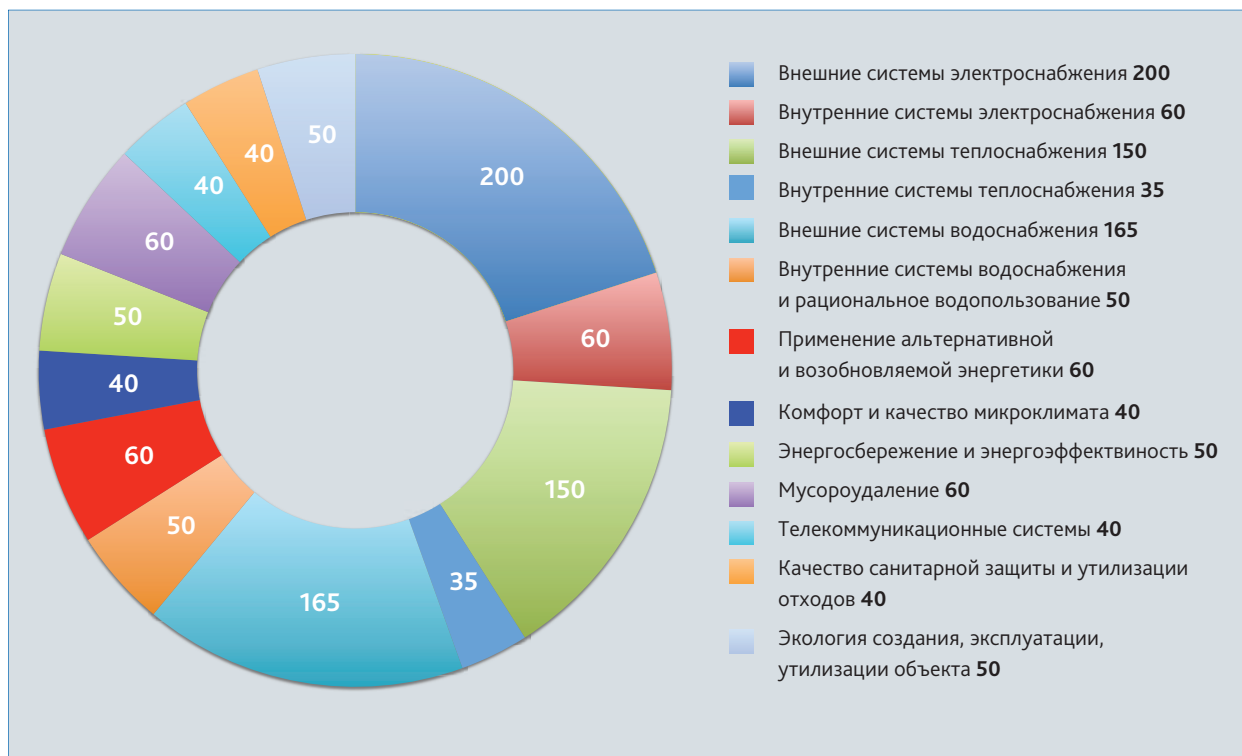
Собственно говоря, аналогичным образом можно ввести уровни качества для всех составляющих инженерной инфраструктуры здания.

Самое существенное заключается в том, что каждая составляющая инженерной инфраструктуры здания состоит из взаимосвязанных, взаимодействующих и взаимозависимых частей как по отношению к самой себе, так и ко всей в целом инженерной инфраструктуре.

Выбор той или иной совокупности составляющих инженерной инфраструктуры зависит от качества среды обитания, которое предполагается обеспечить.

Дадим следующие определения оптимизации инженерной инфраструктуры здания: оптимизация инженерной инфраструктуры здания – это определение комплекса взаимосвязанных инженерно-технических устройств и технологий, обеспечивающих выбранный уровень качества среды обитания при минимальных приведенных затратах, или при минимальном потреблении энергии, или при минимизации выделений CO<sub>2</sub>.

Большое значение предлагаемого метода оптимизации инженерной инфраструктуры здания состоит в том, что он позволяет обосновать выбор инженерно-технических устройств и технологий для требуемого качества среды обитания человека в зависимости от климатических и территориальных условий расположения здания, обеспеченности энергетическими и водными ресурсами, наличия технических и экономических возможностей.



#### ■ Весовые показатели качества среды обитания

Для оптимизации инженерной инфраструктуры здания необходимо установить перечень характеристик качества среды обитания и перечень необходимого для их обеспечения оборудования, технические показатели которого требуется оптимизировать.

Приведем примерный перечень характеристик качества среды обитания: интеллектуализация здания; рациональное водопользование; комфорт и качество микроклимата; энергосбережение и энергоэффективность; качество санитарной защиты и утилизации отходов; экология создания, эксплуатации и утилизации объекта; качество подготовки и управления объектом и т.д.

Введем примерный перечень инфраструктур здания, обеспечивающих среду обитания: внешние системы электроснабжения, внутренние

системы электроснабжения; внешние системы теплоснабжения; внутренние системы теплоснабжения; внешние системы водоснабжения и водоотведения, внутренние системы водоснабжения и водоотведения; внешние системы газоснабжения; внутренние системы газоснабжения; системы мусороудаления; телекоммуникационные системы; вертикальный транспорт и другие.

Следующий этап состоит в том, чтобы каждой составляющей инфраструктуры здания придать весовой коэффициент ее значимости для данного объекта. Очевидно, что этот коэффициент зависит от района расположения объекта и обеспеченности энергетическими и водными ресурсами, назначения здания и требований к его микроклимату и технологическому процессу в нем и т.д. Например, если проектируется

жилой дом для Крыма и имеет место дефицит энергии и воды, то, видимо, весовые коэффициенты для этой категории будут наиболее значимыми.

Примем условно, что имеют место 14 составляющих инфраструктуры и сумма всех весовых коэффициентов равна 1000. На рис. 1 представлен пример возможного распределения весовых коэффициентов инженерной инфраструктуры жилого здания, проектируемого для строительства в Крыму.

Группа специалистов дает экспертную оценку составляющей инфраструктуры, например, «Внешние системы электроснабжения» и оценивает предложенные решения в весовых коэффициентах в зависимости от конкретного места строительства:

- электроснабжение от ТЭЦ;
- электроснабжение от индивидуального генератора;

## Надежность и грация



Ганс Остберг создал первый в мире канальный центробежный вентилятор, в последствии получивший наименование СК. Это явилось настоящим событием в мире вентиляции и до сих пор СК является инженерной концепцией, признанной по всему миру.

«Östberg» - это не просто имя производителя, это характеристика, говорящая о прекрасных свойствах вентиляционной техники. Каждый вентилятор этой компании можно без преувеличения назвать изобретением. У каждой модели есть своя история, свое лицо, свое назначение.

Да, они разные, но есть то, что всех их объединяет между собой. Все они идеально отлажены, эффективны, надежны и долговечны.

Приобретая «Östberg», приобретаешь уверенность.



Москва, улица Тимирязевская, 1, строение 4.

Тел.: (495) 981 1515, (499) 755 1515.

Факс: (495) 981 0117.

Санкт-Петербург, улица Разъезжая, 12, офис 43.

Тел.: (812) 441 3530. Факс: (812) 441 3535.

[www.ARKTIKA.ru](http://www.ARKTIKA.ru)

- электроснабжение от солнечной электростанции аккумулятором энергии и т.п.

Необходимо иметь в виду, что внутри той или иной составляющей может быть значительно больше элементов, чем в приведенном примере. Так, например, для составляющей качества среды обитания «Интеллектуализация здания» могут быть как минимум следующие элементы:

- автоматизированный контроль над всеми системами жизнеобеспечения здания;
- контроль отдельных элементов систем жизнеобеспечения здания;
- применение комнатных контроллеров;
- применение термостатических клапанов (без установки комнатных контроллеров);
- применение датчиков освещенности;
- применение датчиков концентрации углекислого газа;
- применение датчиков присутствия людей;
- применение метеостанций для автоматизированного регулирования параметров микроклимата помещений и т.д.

Чем больше элементов будет представлено в той или иной составляющей, тем больше возможностей для оптимизации инженерной инфраструктуры объекта. Это, наверное, главное обстоятельство для оптимизации.

Уровень качества среды обитания оценивается суммой экспертных оценок каждого элемента инфраструктуры объекта из максимально возможного числа.

Теперь приступаем к оптимизации. Оценку того или иного инженерного решения будем

выполнять по величине приведенных затрат или по индексу доходности (ИД). Индекс доходности определяет чистый доход на 1 руб. вложений за период времени  $T$ . Период времени  $T$  может быть заданным сроком окупаемости рассматриваемого инженерного решения или его жизненным циклом:

$$ИД = ЧДД/К,$$

где

$ЧДД$  – величина чистого дисконтируемого дохода, отнесенная к рассматриваемому инженерному решению;

$К$  – капитальные затраты на реализацию данного инженерного решения.

Если величина индекса доходности не удовлетворяет, то выбираем другие технические решения, но в любом случае сумма весовых коэффициентов должна соответствовать уровню принятого качества среды обитания.

### Этапы оптимизации

Теперь можно представить соображения по этапам оптимизации инженерной инфраструктуры проектируемого или реконструируемого здания.

- **Этап 1.** Принимаем к рассмотрению проектируемый или реконструируемый строительный объект.
- **Этап 2.** Задаемся уровнем качества среды обитания, например: эконом-класс, бизнес-класс или премиум-класс.
- **Этап 3.** Определяем перечень составляющих инфраструктуры, обеспечивающих среду обитания.

- **Этап 4.** Определяем группу экспертов, задачей которой является назначение каждой составляющей инженерной инфраструктуры весового коэффициента.
- **Этап 5.** Группа экспертов устанавливает перечень оборудования и технологий в каждой составляющей инженерной инфраструктуры и присваивает весовые коэффициенты таким образом, чтобы весовой коэффициент уровня лучшего качества среды обитания был равен весовому коэффициенту, установленному экспертами для данной категории. Очень существенно при этом, что, например, может быть несколько разновидностей лучшего оборудования для премиум-класса и это верно для инженерного оборудования бизнес- и эконом-класса.
- **Этап 6.** Группа экспертов устанавливает перечень оборудования и максимальное число весовых коэффициентов, соответствующих уровню качества премиум-класса, или бизнес-класса, или эконом-класса.

- **Этап 7.** Специалист в области оптимизации инженерной инфраструктуры (его надо обучить!) выбирает по каждой составляющей инфраструктуры различное оборудование и технологии с соответствующими весовыми коэффициентами так, чтобы в сумме был выдержан выбранный уровень качества и вычисляет по каждому из них индекс доходности. Вместо индекса доходности, как указано выше, может быть использован другой критерий, например: минимум потребления энергии или минимум выделения парниковых газов.

## Выводы

В заключение статьи становится очевидным, что реализация предлагаемой оптимизации инженерной структуры здания должна основываться на следующих документах:

- свод правил или стандарт по оптимизации инженерной инфраструктуры здания

(аналогично стандарту рейтинговой оценки зданий зеленого строительства);

- руководство по использованию свода правил или стандарта по оптимизации инженерной инфраструктуры здания.


## Литература

1. Табунщиков Ю.А., Бродач М.М. Математическое моделирование и оптимизация тепловой эффективности зданий. – М.: АВОК-ПРЕСС, 2002.
2. СТО НОСТРОЙ 2.35.4–2011 «Зеленое строительство». Здания жилые и общественные. Рейтинговая система оценки устойчивости среды обитания.
3. СТО НОСТРОЙ 2.35.68–2012 «Зеленое строительство». Здания жилые и общественные. Учет региональных особенностей в рейтинговой системе оценки устойчивости среды обитания.
4. СТО НОСТРОЙ 2.35.153–2014 «Зеленое строительство». Спортивные здания и сооружения. Учет особенностей в рейтинговой системе оценки устойчивости среды обитания. ■

Реклама

## Книги АВОК – загрузи и читай!

Теперь наши книги можно купить и в электронном виде

- заходите на сайт [www.abokbook.ru](http://www.abokbook.ru)
- ищите значок pdf 
- загружайте на свои компьютеры, планшеты, телефоны

Преимущества электронного формата:

- быстрое получение
- дружелюбный интерфейс
- удобный поиск
- возможность печати

www.abokbook.ru

Системные требования – любое цифровое устройство с установленной программой AdobeReader.

