

С.Е. ШМЕЛЕВ, генеральный директор ЗАО «ПАТРИОТ-Инжиниринг» (Москва)

## Пути выбора оптимального набора энергосберегающих мероприятий

Рост тарифов на энергоресурсы и увеличение их доли в себестоимости продукции стимулируют проведение работ, повышающих энергетическую эффективность деятельности предприятий и организаций. Для поддержки отечественных промышленных предприятий Правительством РФ принято распоряжение от 27 декабря 2010 г. № 2446-р, в рамках которого реализуется государственная программа РФ «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности на период до 2020 года» (№ 417505-4). В соответствии с Федеральным законом «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ точкой старта энергосберегающих мероприятий является проведение энергетического обследования, по итогам которого, должен быть сформирован перечень мероприятий, направленных на повышение энергетической эффективности. На практике собственник предприятия имеет ограниченный бюджет на выполнение означенных мероприятий, вследствие этого ставится актуальная задача выбора оптимального набора энергосберегающих мероприятий в рамках выделенного бюджета и сроков окупаемости.

### Постановка задачи

#### Начальные условия

На основании отчета о проведенном энергетическом обследовании промышленного объекта определяется множество мероприятий по повышению энергетической эффективности. Для каждого из мероприятий должен быть получен следующий набор начальных сведений:

– величина капитальных затрат на проведение мероприятия в рублях;

– ежемесячная величина эксплуатационных расходов в рублях, связанных с выполнением мероприятия, в виде функции на весь период выполнения мероприятия: I – заработная плата (с учетом увеличения заработной платы во времени); II – запасные части и расходные материалы (с учетом инфляции);

– ежемесячная величина возможной экономии энергии в рублях в виде  $Vt$  функции на весь период выполнения мероприятия (с учетом роста тарифов на все виды сэкономленной энергии);

– элемент в матрице совместности энергосберегающих мероприятий вида  $A_{ij}$ , где следующие значения означают: I –  $A_{ij}=0$  – мероприятия  $i$  и  $j$  несовместны (например, остекление одного и того же периметра двух- и трехкамерным стеклом); II –  $A_{ij} \in (0; 1)$  – ежемесячная величина возможной экономии энергии от мероприятия  $i$ , проведенного совместно с мероприятием  $j$ , уменьшается до соответствующего значения функции  $Vt \cdot A_{ij}$ ; III –  $A_{ij}=1$  – совместное проведение мероприятий  $i$  и  $j$  не влияет на ежемесячную величину возможной экономии энергии от каждого из них; IV –  $A_{ij} \in (1; \infty)$  – ежемесячная величина возможной экономии энергии от мероприятия  $i$ , проведенного совместно с мероприятием  $j$ , увеличивается до соответствующего значения функции  $Vt \cdot A_{ij}$ .

### Граничные условия

1. Величина бюджета, доступного для проведения энергосберегающих мероприятий: собственный бюджет заказчика; привлеченные средства; ежемесячный возврат заемных средств и процентов по ним в виде функции на весь период выполнения мероприятий.

2. Максимальный срок окупаемости, мес.

3. Интегральное значение отношения экономии к затратам должно быть больше единицы на максимальном сроке окупаемости.

### Критерий оптимальности

Набор мероприятий из множества рекомендованных в энергетическом обследовании считается лучшим, если

Структура базы данных	
<i>Структура таблицы совместных наборов энергосберегающих мероприятий</i>	
siD	Номер набора
oiD	Номер объекта
MaxReturnMonth	Максимальный срок окупаемости в месяцах
<i>Структура таблицы состава совместных наборов энергосберегающих мероприятий</i>	
siD	Номер набора
diD	Номер мероприятия
<i>Структура таблицы энергосберегающих мероприятий, рекомендованных для объекта</i>	
diD	Номер мероприятия
dName	Название мероприятия
tiD	Номер типового мероприятия
FirstMoneyConst	Величина капитальных затрат на проведение мероприятия, р.
SalaryFunc	Заработная плата (с учетом увеличения заработной платы во времени)
SparePartsMoneyFunc	Запасные части и расходные материалы (с учетом инфляции)
<i>Структура таблицы совместности мероприятий для объекта</i>	
diD	Номер мероприятия
oiD	Номер объекта
dJD	Номер совместного мероприятия
Aij	Коэффициент совместности мероприятий
<i>Структура таблицы типовых энергосберегающих мероприятий</i>	
tiD	Номер типового мероприятия
dName	Название мероприятия
FirstMoneyConst	Величина капитальных затрат на проведение мероприятия, р.
SalaryFunc	Заработная плата (с учетом увеличения заработной платы во времени)
SparePartsMoneyFunc	Запасные части и расходные материалы (с учетом инфляции)

обладает большим интегральным значением отношения экономии к затратам на временном интервале, не превышающем максимальный срок окупаемости.

### Решение

1. На основе исходного множества мероприятий по повышению энергетической эффективности можно сформировать таблицу наборов совместных энергосберегающих мероприятий, удовлетворяющих граничным условиям, при этом достаточным условием совместности мероприятий  $i$  и  $j$  является выполнение неравенства  $A_{ij} > 0$ . Для этого необходимо воспользоваться алгоритмом Флойда, применение которого подробно описано в [1–2]. На вход алгоритма Флойда будет передаваться матрица  $A'$ , где  $A'_{ij} = 1/A_{ij}$ ;  $A'_{ij} = \infty$  при  $A_{ij} = 0$ .

2. После выполнения алгоритма Флойда получают последовательность наборов совместных мероприятий, из которых формируется соответствующая таблица – структура базы данных.

3. Для каждой строки таблицы наборов совместных мероприятий проверяются граничные условия (остаются только годные наборы).

4. Для оставшихся наборов рассчитываются  $\text{IntegralPerMaxReturnMonthValue}$  – интегральные значения отношения экономии к затратам для этого набора, объекта и максимального срока окупаемости.

5. Если таблица наборов совместных мероприятий не пуста, отсортировывают ее по убыванию параметра  $\text{IntegralPerMaxReturnMonthValue}$ .

6. Первый набор в полученной сортировке оптимальный: как следует из нашего алгоритма, он обладает самой высокой экономией относительно затрат на максимальном сроке окупаемости.

### Выводы

Современные вычислительные системы, позволяющие производить миллионы вычислений в секунду, в большинстве случаев справятся с поставленной задачей менее чем за одну минуту: многолетняя практика показывает, что по итогам энергообследования предлагается более двух десятков мероприятий даже для крупных предприятий строительной индустрии, производящих более 500 тыс. м<sup>2</sup> жилья в год. В то же время современный научный подход к решению такой актуальной практической задачи сможет сэкономить время и средства для реализации энергосберегающих мероприятий.

**Ключевые слова:** энергосбережение; энергоаудит; энергосберегающие мероприятия; промышленные предприятия; энергетическое обследование.

### Список литературы

1. Левитин А.В. Алгоритмы: введение в разработку и анализ. М.: Вильямс, 2006. С. 349–353.
2. Кормен Т.Х., Лейзерсон Ч.И., Ривест Р.Л., Штайн К. Алгоритмы: построение и анализ. М.: Вильямс, 2006. С. 1296.

## НАЦИОНАЛЬНАЯ АССОЦИАЦИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ АВТОКЛАВНОГО ГАЗОБЕТОНА

15–17 мая 2013 г., Краснодар

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ



## Современный автоклавный газобетон

**Цель конференции:** ознакомление представителей предприятий – производителей автоклавного ячеистого бетона (АЯБ), проектных, строительных и торговых организаций с опытом применения изделий из АЯБ, нормативной документацией в области применения АЯБ, результатами исследований свойств АЯБ, а также обмен опытом в области производства АЯБ.

**Аудитория:** представители производителей АЯБ, проектные организации, строители, представители торговых организаций, реализующих строительные материалы, преподаватели и студенты строительных учебных заведений.

Генеральный спонсор конференции компания WKB Systems GmbH

### Пленарное заседание

- Обзор рынка автоклавного газобетона России; • Доклад Президента НААГ; • Доклад генерального спонсора НПК.



**Секция «Применение изделий из автоклавного газобетона»**

- Презентация СТО НААГ «Применение изделий из автоклавного ячеистого бетона»
- Изменение в нормативной документации в области строительной теплотехники
- Вступление в силу новой редакции СНиП «Каменные и армокаменные конструкции»
- Опыт применения автоклавного газобетона в Европе
- Сухие строительные смеси для ячеистого бетона
- Применение армированных изделий
- Особенности применения АЯБ в малоэтажном строительстве

**Секция «Свойства автоклавного газобетона»**

- Сравнительные испытания стеновых фрагментов из ячеистого бетона с различным исполнением кладочного шва
- Равновесная влажность АЯБ
- Исследование механизмов и источников поступления радона в здания, построенные по современным технологиям
- Усадка ячеистого бетона (влажностная, карбонизационная). Методы ее снижения
- Структура автоклавного газобетона
- Приборная оценка физико-технических характеристик ячеистобетонных блоков на ранней стадии
- Автоклавный газобетон пониженной плотности

**Секция «Производство автоклавного газобетона»**

- Оборудование для производства автоклавного газобетона
- Новые газообразователи для газобетона
- Новые мощности по производству извести
- Применение природного гипса в технологии автоклавного газозолобетона
- Производство армированных конструкций

В рамках конференции планируется посещение предприятий по производству автоклавного газобетона компаний «КСМК» и «Главстрой Усть-Лабинск», а также поселка, построенного из автоклавного газобетона в зоне сейсмической активности

**Оргкомитет конференции:** +7-904-634-3888, e-mail: as@gazo-beton.org, контактное лицо – Анастасия Смирнова