

**РЕСУРСНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
ИЗМЕНЕНИЯ СТОИМОСТИ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИ ОБЯЗАТЕЛЬНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ**

**RESOURCE-TECHNOLOGICAL MODELING
OF COST CHANGES FOR ENERGY-OBLIGATORY MEASURES**

С.Г. ШЕЙНА, Н.П. УМНЯКОВА, Е.Н. МИНЕНКО
S.G. SHEINA, N.P. UMNYAKOVA, E.N. MINENKO

(Научно-исследовательский институт строительной физики
Российской академии архитектуры и строительных наук)
(Research Institute of Building Physics of Russian Academy of Architecture and Construction Sciences)
E-mail: niisf@niisf.ru; n.umniakova@mail.ru

В статье представлен новый подход к определению затрат на выполнение энергосберегающих мероприятий, в основе которого лежит разработка и применение ресурсно-технологических моделей (РТМ). Авторами предложена методика формирования ресурсно-технологических моделей, описана область их применения. Рассмотрен пример составления РТМ на энергетически обязательные мероприятия: утепление фасадов здания, замену оконных блоков, обновление системы отопления, установку индивидуального теплового пункта. Выполнено моделирование изменения удельной величины затрат на реализацию энергосберегающих мероприятий при условии замены ценообразующего материала, установлены зависимости между этими величинами.

The article presents a new approach to determining the costs for energy-saving measures in the housing stock. This approach is based on the resource-technological modeling. The authors propose a methodology for resource-technological models (RTM)' development and describe the field of its application.

The article shows an example of the development of RTM for energy-obligatory measures, such as building insulation, replacement of window units, renewal of the heating system and hot water supply, installation of an automated individual heat point. Modeling of the cost changes for the implementation of energy saving measures caused by using in practice different resources was performed in the article, and the dependence between material's cost and cost of energy-saving measures' realization was mounted.

Ключевые слова: энергосбережение, жилые здания, ресурсно-технологические модели, энергетически обязательные мероприятия, оценка затрат на энергосбережение.

Keywords: energy saving, residential buildings, resource-technological modeling, energy-obligatory measures, estimation of energy saving costs.

Одним из главных показателей эффективности проектных решений, в том числе направленных на энергосбережение в жилых зданиях, является их экономическая эффективность.

Планируемые к реализации или уже реализованные мероприятия будут считаться экономически эффективными, если получаемый от них положительный эффект превышает вложенные затраты. Экономичес-

кую эффективность проектных решений оценивают при помощи таких показателей, как срок окупаемости, показатель эффективности энергосберегающих мероприятий с учетом тарифов на энергию, показатель сравнительной эффективности энергосбережения, чистый дисконтированный доход и др. [1...3]. Эти показатели также используют для сравнения нескольких альтернативных проектных решений и выбора наилучшего варианта из нескольких представленных.

Для оптимизации вариантных расчетов затрат на реализацию проектных решений, направленных на энергосбережение и повышение энергетической эффективности жилых зданий, целесообразно использовать ресурсно-технологические модели.

Ресурсно-технологическая модель (РТМ) – это определенный набор элементов прямых затрат: материальных и трудовых ресурсов, необходимых для выполнения от-

дельных видов строительного-монтажных работ, сформированный на основе данных о сметной стоимости этих работ на объектах-аналогах.

Ресурсно-технологическая модель включает в себя два блока: ресурсный и стоимостный.

Ресурсный блок содержит данные о проектных объемах материалов, изделий и конструкций, применяемых при выполнении энергосберегающих мероприятий, в натуральном выражении, а также нормативных величинах затрат труда рабочих-строителей и машинистов.

Ниже, в табл. 1, показан пример ресурсного блока РТМ на утепление фасадов здания теплоизоляцией из каменной ваты с финишным покрытием штукатуркой. Представленный ресурсный блок сформирован для 5-этажного жилого здания 1971-1980 гг. периода постройки, расположенного в г. Ростове-на-Дону.

Т а б л и ц а 1

Код ресурса	Наименование ресурсов	Ед. изм.	Объем ресурсов
1	Затраты труда рабочих и машинистов		
	Затраты труда рабочих (ср 3)	чел.-ч	731,19
	Затраты труда рабочих (ср 3,1)	чел.-ч	814,32
	Затраты труда рабочих (ср 3,6)	чел.-ч	2195,13
	Затраты труда рабочих (ср 3,7)	чел.-ч	125,08
	Затраты труда рабочих (ср 4,1)	чел.-ч	2290,92
	Затраты труда машинистов	чел.-ч	82,18
2	Машины, механизмы		
400001	Автомобили бортовые грузоподъемностью до 5 т	маш.-ч	50,38
331451	Перфораторы электрические	маш.-ч	519,24
031121	Подъемники мачтовые	маш.-ч	22,71
3	Материалы основной номенклатуры		
103-9231	Детали лесов стальные	т	0,57
101-9663	Болты анкерные оцинкованные	т	219,23
Прайс-лист	Минераловатная теплоизоляция на основе базальтовых пород	м ³	108,82
Прайс-лист	Клеящие массы: Saratect Klebemasse 190	кг	6653,67
Прайс-лист	Штукатурка Saratect-Mineral-Leichtputz K 20	кг	5878,43
Прайс-лист	Дюбель К1140 (400)	шт	21438,40

Стоимостный блок РТМ содержит данные по нормативам цены за единицу ресурса: материала, изделия, конструкции, а также труда рабочих-строителей и машинистов, общую сметную и удельную стоимость выполняемых работ [4].

В табл. 2 представлен пример стоимостного блока РТМ на утепление фасадов здания.

Ресурсно-технологические модели разрабатываются на основе данных сметной стоимости по объектам-аналогам и содержат информацию об объемах ресурсов, необходимых для выполнения отдельных видов работ, и их удельной стоимости.

Таблица 2

№ п/п	Наименование статей затрат	Стоимостная оценка затрат, руб.
1	Материалы основной номенклатуры (ОМ)	239 060,69
2	Прочие материалы, не охваченные основной номенклатурой (ПМ) (ПМ=0,15×ОМ)	35 859,10
3	Основная заработная плата (ОЗП)	57 793,59
4	Стоимость эксплуатации машин (ЭМ)	8 419,83
5	Прямые затраты (ПЗ) ПЗ= ОМ+ПМ+ОЗП+ЭМ	341 133,21
6	Накладные расходы (НР) НР=0,95×ОЗП	54 903,91
7	Сметная прибыль (СП) СП=0,50×ОЗП	28 896,79
8	Сметная стоимость работ по утеплению фасадов (СС) (СС=ПЗ+НР+СП)	424 933,92
9	Удельная сметная стоимость работ (на 1 м ² общей площади) в базовых ценах 2001 г.	152,38
10	Сметная стоимость работ в текущих ценах (коэффициент перехода в текущий уровень цен на IV кв.2017 г. для Ростовской области равен 6,71 [5])	2 851 306,59
11	Удельная сметная стоимость работ (на 1 м ² общей площади) в текущих ценах с НДС	1 206,52

Разработанные ресурсно-технологические модели на энергетически обязательные мероприятия позволяют с минимальными затратами труда и времени рассчитать величину затрат на реализацию этих мероприятий в зданиях с теми же конструктивными решениями и технико-экономическими показателями, что и объект-аналог. Кроме того, ресурсно-технологические модели позволяют выполнять сравнительный анализ и моделирование изменения сово-

купных затрат на выполнение энергосберегающих мероприятий при условии изменения ценообразующего материала: вида ресурса, его стоимости и других качественных характеристик.

На примере жилых 5-этажных кирпичных зданий г. Ростова-на-Дону 1971-1980 гг. постройки нами были разработаны ресурсно-технологические модели на энергетически обязательные мероприятия и получена величина удельных затрат на их выполнение (табл. 3).

Таблица 3

№ п/п	Наименование энергосберегающего мероприятия	Стоимостная оценка элементов прямых затрат, связанных с реализацией энергосберегающих мероприятий, на уровне цен 2001г.			Удельная стоимость работ в текущих ценах (4 кв. 2017г.), руб/м ²
		затраты труда рабочих	машины и механизмы	материалы	
1	Утепление фасадов	57 793,59	8 419,83	239 060,69	1 206,52
2	Утепление кровель и чердаков	8 730,43	1 939,83	35 394,35	236,87
3	Замена деревянных оконных и дверных блоков на многокамерные энергоэффективные	13 369,30	2 656,41	478 266,94	1809,20
4	Обновление системы отопления и горячего водоснабжения (О и ГВС)	32 446,47	17 102,72	298 963,73	967,09
5	Установка индивидуального теплового пункта (ИТП)	1 122,89	194,87	42 117,71	110,18

На основе разработанной РТМ выполним вариантный расчет изменения стоимости работ по утеплению фасадов здания при условии изменения ценообразующего материала: вида, толщины и стоимости 1 м³

изоляции (табл. 4 – результаты моделирования изменения стоимости работ по утеплению фасадов здания для условий г. Ростова-на-Дону).

Изменяемые параметры				Результат моделирования
Вид ценообразующего материала – теплоизоляции	δ , мм	Стоимость материала в текущих ценах, руб/м ³	Стоимость материала в базисных ценах, руб/м ³	Стоимость работ по утеплению фасадов здания в текущих ценах, руб/м ²
Базальтовая вата*	50	5 035,3	635,95	1206,52
Каменная вата Технониколь ТехноФАС	30	3 500,0	442,04	941,12
Каменная вата Технониколь ТехноФАС	50	4025,3	508,39	958,71
Rockwool Фасад Баттс Оптима	50	5050,0	637,80	993,05
Фасад Баттс Д Экстра	25	1 663,1	210,05	879,59
Утеплитель Isover	60	2 204,9	278,47	897,73

Примечание. * – исходный вариант, предусмотренный сметой и РТМ.

Анализ изменения стоимости работ по утеплению фасадов при изменении стоимости ценообразующего материала, выполненный на основе РТМ, позволил установить между этими величинами линейную зависимость вида: $y=0,2652x+823,88$, где x – стоимость ценообразующего материала в базисном уровне цен на 1 января 2000 г., y – удельная стоимость работ в текущих ценах. Для условий Ростовской области увеличение стоимости теплоизоляционного материала на 50 руб/м³ приводит к росту стоимости работ по утеплению фасадов на 13,26 руб/м².

Аналогично выполнено моделирование изменения стоимости работ по обновлению системы отопления и горячего водоснабжения, а также установке индивидуального теплового пункта при изменении стоимости ценообразующих материалов: теплоизоляции, трубопроводов и запорно-регулирующей арматуры (для ОиГВС); циркуляционного насоса и регулирующих клапанов (для ИТП).

Установленные зависимости между этими величинами имеют вид соответственно:

$$y'=0,0003087x+39,60$$

и

$$y''=0,002072x+6,10,$$

где x – стоимость ценообразующего оборудования в базисном уровне цен на 1 января 2000 г.; y' и y'' – удельные стоимость работ в

текущих ценах по обновлению системы ОиГВС и установке ИТП соответственно.

Так, для Ростовской области увеличение стоимости оборудования на 10 % сопровождается ростом удельной стоимости работ по установке индивидуального теплового пункта на 8,9%, а увеличение стоимости материалов в системе отопления и горячего водоснабжения на 10% сопровождается ростом затрат на ремонт этих систем на 8,5%.

Процесс создания ресурсно-технологических моделей на любой вид строительных работ, в том числе на энергоэффективные мероприятия (ЭМ), включает в себя 3 этапа (рис. 1 – информационная модель построения РТМ).

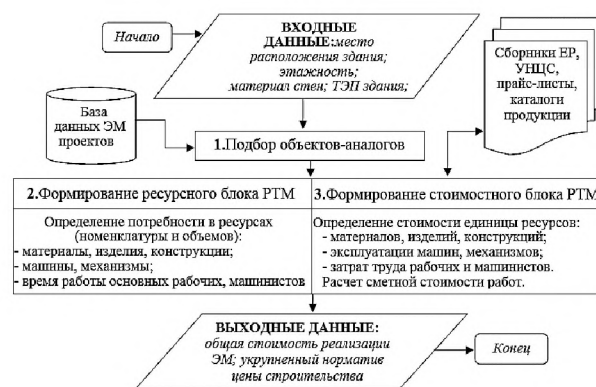


Рис. 1

Методика формирования ресурсно-технологических моделей.

Этап 1. Подбор однотипных зданий-аналогов, на которых были реализованы

рассматриваемые мероприятия. В качестве характеризующих показателей выступают: функциональное назначение объекта, год постройки, конструктивное решение, этажность и др. Определение количества аналогов, необходимого и достаточного для получения достоверной информации о стоимости работ. Сбор необходимой сметной документации на рассматриваемые работы по отобраным объектам.

Этап 2. Формирование ресурсного блока РТМ (номенклатуры и объемов требуемых ресурсов).

2.1 Сравнительный анализ сметной документации по объектам-аналогам. Определение ценообразующих ресурсов (стоимость которых в общей величине затрат составляет более 15%) по каждой из смет [6]. Суммирование повторяющихся в сметах на объекты-аналоги типов ресурсов (однотипных материалов, машин, механизмов основной номенклатуры), а также затрат труда рабочих по разрядам.

2.2 Составление сводной ведомости ресурсов, входящих в состав основной номенклатуры, по каждому объекту-аналогу. Расчет усредненного значения объема ресурсов, требуемых для выполнения соответствующего вида работ.

Этап 3. Формирование стоимостного блока РТМ.

3.1 Определение единичных расценок на каждый вид ресурсов, входящих в состав основной номенклатуры:

– в базисном уровне цен на основе справочников федеральных и территориальных единичных расценок;

– в текущих ценах и тарифах по каталогам строительной продукции, данным фирм-производителей, прайс-листам и др.

3.2 Расчет стоимости неучтенных ресурсов в размере 15 % от общей стоимости ресурсов основной номенклатуры.

3.3 Формирование величины прямых затрат и накладных расходов согласно МДС 81-33.2004 "Методические указания по определению величины накладных расходов в строительстве".

3.4 Расчет сметной себестоимости (сумма прямых затрат и накладных расходов) и сметной прибыли согласно МДС 81-

25.2001 "Методические указания по определению величины сметной прибыли в строительстве".

3.5 Определение общей сметной и удельной стоимости выполнения энергосберегающих мероприятий.

ВЫВОДЫ

Содержащиеся в РТМ стоимостные данные могут быть использованы на практике в качестве укрупненного норматива цены за выполнение отдельных видов работ. Учитывая важность мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности жилых зданий в нашей стране, представляется целесообразным создание, в первую очередь, РТМ на энергетически обязательные мероприятия для различных типов зданий. Разработанные ресурсно-технологические модели на энергосберегающие мероприятия могут стать необходимым инструментом для сравнительного анализа и оценки эффективности реализации этих мероприятий на практике, повысят точность и снизят трудоемкость выполняемых расчетов в рамках технико-экономического обоснования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гагарин В.Г., Пастушков П.П. Количественная оценка энергоэффективности энергосберегающих мероприятий // Строительные материалы. – 2013, № 6. С. 7...9.

2. Клычников Р.Ю., Езерский В.А., Монастырев П.В. Оптимизация параметров теплозащиты жилых зданий по экономическому критерию // Промышленное и гражданское строительство. – 2010, № 1. С.13...16.

3. Самарин О.Д. О методике оценки энергоэффективности зданий // Экологические системы: электронный журнал энергосервисной компании. – 2008, № 4. URL: http://esco-ecosys.narod.ru/2008_4/art156.htm (дата обращения 20.03.2018).

4. Шеина С. Г., Федяева П.В. Комплексная оценка эффективности применения энергосберегающих мероприятий при капитальном ремонте зданий // Научное обозрение. – 2015, №3. С. 135...138.

5. Письмо Минстроя России от 5 декабря 2017 г. № 45082-ХМ/09 "О рекомендуемой величине прогнозных индексов изменения сметной стоимости строительства в IV квартале 2017 года, в том числе величине прогнозных индексов изменения сметной стоимости строительно-монтажных работ, величине прогнозных индексов изменения сметной стоимости

пусконаладочных работ, а также величине прогнозных индексов изменения сметной стоимости проектных и изыскательских работ". URL: <http://www.minstroyrf.ru/docs/15739/> (дата обращения: 28.03.2018).

6. МДС 81-17.2000. Методические рекомендации по формированию и использованию укрупненных показателей базисной стоимости (УПБС) с учетом потребительских свойств строительной продукции для объектов жилищно-гражданского назначения.

REFERENCES

1. Gagarin V.G., Pastushkov P.P. Kolichestvennaya ocenka energoeffektivnosti energosberegayushih meropriyatij // *Stroitelnye materialy*. – 2013, № 6. S.7...9.

2. Klychnikov R.Yu., Ezerskiy V.A., Monastirev P.V. Optimizaciya parametrov teplozashity zhilyh zdaniy po ekonomicheskomu kriteriyu // *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitelstvo*. – 2010, № 1. S.13...16.

3. Samarin O.D. O metodike ocenki energoeffektivnosti zdaniy // *Ekologicheskie sistemy: elektronnyy zhurnal energoservisnoj kompanii*. – 2008, № 4. URL:

http://esco-ecosys.narod.ru/2008_4/art156.htm (data obrasheniya 20.03.2018).

4. Sheina S. G., Fedyaeva P.V. Kompleksnaya ocenka effektivnosti primeneniya energosberegayushih meropriyatij pri kapitalnom remonte zdaniy // *Nauchnoe obozrenie*. – 2015, №3. S. 135...138.

5. Pismo Ministroya Rossii ot 5 dekabrya 2017 g. №45082-НМ/09 "O rekomenduemoj velichine prognoznyh indeksov izmeneniya smetnoj stoimosti stroitelstva v IV kvartale 2017 goda, v tom chisle velichine prognoznyh indeksov izmeneniya smetnoj stoimosti stroitelno-montazhnyh rabot, velichine prognoznyh indeksov izmeneniya smetnoj stoimosti puskonaladochnyh rabot, a takzhe velichine prognoznyh indeksov izmeneniya smetnoj stoimosti proektnyh i izyskatelskih rabot". URL: <http://www.minstroyrf.ru/docs/15739/> (data obrasheniya: 28.03.2018).

6. МДС 81-17.2000. Методические рекомендации по формированию и использованию укрупненных показателей базисной стоимости (УПБС) с учетом потребительских свойств строительной продукции для объектов жилищно-гражданского назначения.

Рекомендована Ученым советом. Поступила 18.06.18.