

Также были проведены испытания 3 серий сборно-монолитных балок на статическую и циклическую нагрузки. Балки I серии были прямоугольного, II и III серий таврового поперечного сечения. Разрушение по контакту наблюдалось только в III серии балок, у которых контактный шов не был армирован. Прочность контакта предлагается проверять по условию

$$\tau = \frac{Q_{sh}}{b_{sh} l_{sh}} \leq \tau_{sh}, \quad (9)$$

где  $\tau_{sh} = \tau_{cu} + \tau_{un} + \tau_{mp} + \tau_s$  (10)

$b_{sh}, l_{sh}$  – размеры участка сдвига;

$\tau_{cu}$  – сопротивление за счёт сцепления и механического зацепления;

$\tau_{un}$  – то же, за счет работы шпонок;

$\tau_{mp}$  – то же, за счет трения;

$\tau_s$  – то же, за счет работы поперечной арматуры на срез.

Выносливость контакта определяется по аналогичному выражению.

$$\tau_{sh} = K_1 \tau_{cu} + K_2 \tau_{un} + K_3 \tau_{mp} + K_4 \tau_s \quad (11)$$

где  $K_1, K_2, K_3, K_4$  – коэффициенты, учитывающие влияние уровня нагружения, коэффициента асимметрии цикла и частоты нагружения.

**Заключение.** Выполненный анализ экспериментальных и теоретических исследований, проведенных различными авторами, а также нормативных документов различных стран позволяют сформулировать применительно к оценке несущей способности контактного шва при циклических нагружениях следующие основные выводы:

1. Сопротивление стыковых соединений сборно-монолитных конструкций при действии статических нагрузок изучено достаточно детально. Вместе с тем, практически полностью отсутствуют данные об исследовании стыковых соединений при циклических нагружениях.
2. Не существует единого подхода к определению сдвигающих усилий по контакту, несущей способности контактных швов между сборным и монолитным бетонами, а также нет единого критерия предельного состояния.
3. В существующих методах расчета не достаточно полно отражаются действительные напряженно-деформированные состояния контактных швов при сдвиге, как при статическом, так и при циклическом нагружениях. Они, как правило, основаны на использовании эмпирических коэффициентов, учитывающих те или иные особенности железобетона и условий нагружения.

4. Жесткость контактного шва на сдвиг, напряжения, коэффициенты асимметрии цикла в бетоне и арматуре контакта непрерывно изменяются в процессе циклического нагружения вследствие проявления виброползучести бетона под поперечной арматурой контакта в связанных условиях и уменьшения прочности бетона. Эти процессы нельзя не учесть при определении прочности контакта при циклических нагрузках. Поэтому существующие расчётные зависимости (например, в Eurocode 2) будут давать существенную погрешность, т. к. не могут учесть постоянно изменяющееся напряженно-деформированное состояние контакта вводом только одного коэффициента, зависящего от состояния поверхности контакта.

5. Нормы проектирования различных стран при формировании требований по расчёту сборно-монолитных конструкций либо вовсе не уделяют внимания циклическим нагружениям (как это сделано в ACI), либо запрещают применение составных конструкций при действии циклических нагружений (например, СНБ 5.03.01). Тем не менее, значительные группы составных конструкций испытывают циклические нагружения и учёт этого эффекта необходим при проектировании.

Исходя из вышесказанного, можно заключить, что задача оценки прочности контактных швов сборно-монолитных конструкций требует более подробного изучения и разработки новых методов расчета, наиболее полно учитывающих напряженно-деформированное состояние контакта при действии статических, а в особенности циклических нагрузок.

#### СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Запрутин, Г.Н. Исследование прочности и деформативности контакта при срезе в сборно-монолитных конструкциях // Сб. научн. тр. – Челябинск, 1974. – № 149. – С. 162–172.
2. Корейба, С.А. Определение прочностных характеристик технологических швов между старым и новым бетонами / С.А. Корейба, Ю.К. Люненко, Н.Г. Негура, А.П. Скрипкин // Совершенствование строительных конструкций и строительного производства. – Кишинев, 1984. – С. 28–33.
3. Городецкий, Б.Л. Экспериментально-теоретические исследования прочности контакта в сборно-монолитных предварительно напряженных железобетонных конструкциях: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.01 – Свердловск, 1969. – 184 с.
4. Мирсяпов, Ил. Т. Исследование выносливости сборно-монолитных железобетонных изгибаемых элементов: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.01. – Москва, 1988. – 243 с.
5. Харченко, А.В. Исследование прочности сборно-монолитных изгибаемых конструкций по нормальным сечениям: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.01 – Киев, 1978. – 19 с.

Материал поступил в редакцию 13.03.14

#### BRANTSEVICH V.P., VOSKOBOYNIKOV I.S. Durability of flat contacts of compound ferroconcrete elements at cyclic loadings

Some scientific principles concerning resistance of joints in composite reinforced-concrete elements under cyclic loadings are observed in this article. Results of various authors on researches of resistance of concrete, precast reinforced-concrete and composite constructions under repeated loading are observed and studied. It is noted, that the question is in details studied only for structural behavior in the conditions of static loading. National standard of Belarus do not give directions on designing and calculation of a contact joint at cyclic affectings.

УДК 69.003.12

Срывкина Л.Г., Собешук С.И.

### ПОДХОДЫ К ОПРЕДЕЛЕНИЮ СМЕТНОЙ СТОИМОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА НА ОСНОВЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОБЪЕКТОВ-АНАЛОГОВ

**Введение.** Сегодня перед строительным комплексом Республики Беларусь стоит задача перехода к работе по экономически обоснованным неизменным договорным (контрактным) ценам [1]. Основу расчета договорной цены составляет сметная стоимость строитель-

ства, сформированная в ходе разработки проектной документации. Использование показателей объектов-аналогов является одним из методов определения сметной стоимости. Такой способ позволяет существенно сократить затраты времени на сметные расчеты, учи-

*Срывкина Людмила Геннадьевна, доцент кафедры экономики и организации строительства Брестского государственного технического университета.*

*Собешук Светлана Игоревна, студентка строительного факультета Брестского государственного технического университета. Беларусь, 224017, БрГТУ, г. Брест, ул. Московская, 267.*

тывать реально зафиксированные и экономически обоснованные стоимостные показатели, но требует системного подхода к формированию банка данных объектов-аналогов и специальной методики определения стоимости строительства.

Действующая в республике методика использования данных объектов-аналогов обладает рядом недостатков. Она не позволяет учесть нелинейный характер зависимости между сметной стоимостью и значением натурального показателя объекта (общей площадью, строительным объемом, мощностью и т.п.), влияние эффекта масштаба, наличие затрат, не зависящих от конкретной величины натурального показателя, а также дает возможность работать только с одним конкретным аналогом, а не с группой объектов-представителей. В результате получается искажение сметной стоимости строительства и, соответственно, договорной цены.

В статье анализируется отечественный и зарубежный опыт в рассматриваемой сфере, исследуются зависимости стоимости строительства от натуральных показателей для нескольких групп объектов (жилых пятиэтажных домов со стенами из кладочных материалов и для коровников беспривязного содержания) на основании данных, зафиксированных в соответствующих паспортах проектов, рекомендованных для повторного применения. Сопоставление выявленных зависимостей с результатами расчетов по действующим методическим рекомендациям [2] позволило выявить завышение сметной стоимости при применении последних.

### 1. Характеристика требований, предъявляемых к объектам-аналогам

Метод определения сметной стоимости строительства на основе данных объектов-аналогов в настоящее время применяется при разработке обоснований инвестиций в строительство, а также на стадии проектирования «Архитектурный проект».

**Объект-аналог** – объект, сопоставимый с проектируемым объектом по функциональному назначению, технико-экономическим показателям и конструктивной характеристике.

Показатели аналога должны максимально соответствовать показателям проектируемого объекта, то есть должны соблюдаться **условия сопоставимости**. Так, проектируемый объект, его часть и выбранный аналог должны быть сопоставимы или приведены в сопоставимый вид по следующим основным показателям [2, 3]:

- по функциональному назначению, если оно оказывает влияние на объемно-планировочные показатели и конструктивную характеристику - качественные показатели, характеризующие конструктивное решение объекта;
- по уровню используемых при проектировании норм, правил и технических условий, по техническому уровню изготовления и возведения конструкций;
- по объемно-планировочным показателям и конструктивной характеристике;
- по условиям осуществления строительства.

Аналог может определяться определяется как по объекту в целом, так и по его части, а также видам работ, типам конструктивных элементов, оборудования, мебели, видам инвентаря.

Подбор аналога включает следующие этапы:

- анализ вариантов аналогов;
- выбор конкретного аналога или нескольких аналогов с учетом условий сопоставимости с проектируемым объектом, его частью;
- определение методов приведения в сопоставимый вид;
- оформление результатов выбора аналога.

В отечественной практике принято из рассматриваемых вариантов аналогов выбирать тот, у которого отклонение показателей от характеристик проектируемого объекта находится в пределах  $\Delta = \pm 20\%$  [2].

Использование показателей объектов-аналогов позволяет сократить трудоемкость и продолжительность расчетов, что особенно актуально на прединвестиционной (предпроектной) стадии в ходе разработки обоснований инвестиций в строительство, а также на первой стадии проектирования при разработке архитектурного проекта, когда требуется в относительно сжатые сроки на основании принципиальных объемно-планировочных решений определить сметную стоимость строительства. Объективность результатов рас-

чета напрямую зависит от обоснованности выбора аналогов проектируемого объекта и совершенства методики расчета. Преимуществом объектов-аналогов является то, что их стоимость отражает реально зафиксированные экономически обоснованные затраты, в объектах-аналогах предусмотрены современные конструктивные и организационно-технологические решения, современные инженерные системы и оборудование.

### 2. Нормативная база Республики Беларусь по определению сметной стоимости строительства на основе объектов-аналогов

Действующий порядок определения сметной стоимости строительства на основе объектов-аналогов регламентируется «Методическими рекомендациями о порядке расчета сметной стоимости строительства объектов на основе объектов-аналогов и укрупненных нормативов строительства», утвержденными 15 марта 2012 г. приказом Минстройархитектуры № 84 [2], далее – Методические рекомендации. Согласно Методическим рекомендациям в общем виде сметная стоимость строительства проектируемого объекта, его части, вида работ или конструктивного элемента определяется по формуле:

$$C_n = Y_o * P_n * P_k + P_c + C_p, \quad (1)$$

где  $C_n$  – сметная стоимость строительства по проектируемому объекту;

$Y_o$  – удельный показатель сметной стоимости строительства на единицу натурального показателя объекта-аналога;

$P_n$  – расчетный натуральный показатель проектируемого объекта;

$P_k$  – поправки к показателям аналога в виде коэффициента.

При наличии нескольких поправок они перемножаются;

$P_c$  – поправки к показателям аналога в стоимостном выражении. При наличии нескольких поправок они суммируются;

$C_p$  – стоимость отличий, которые нельзя учесть поправками.

*Расчетные натуральные показатели* могут характеризовать как объект в целом или его части, так и виды работ или конструктивные элементы объекта. Соответственно, они могут быть комплексными или детальными. *Комплексными* натуральными показателями являются мощность, строительный объем, общая площадь и другие показатели в зависимости от функционального назначения объекта или его частей. *Детальными* натуральными показателями характеризуют потребительские качества видов работ и конструктивных элементов объекта и измеряются в кубометрах земляных работ, квадратных метрах площади стен, проемов, покрытия пола, отделки и т.д.

Поправки к сметной стоимости учитывают следующие отличия между проектируемым объектом и аналогом:

- в условиях строительства;
- в объемно-планировочных показателях;
- в конструктивной характеристике;
- во внутренних инженерных системах;
- в оборудовании, мебели, инвентаре.

*Поправки в виде коэффициента (Pк)* учитывают воздействие таких факторов, как выполнение работ в мокрых грунтах; место строительство (город, сельская местность); регион строительства (Брестская область, Витебская область и т.д.); затраты по подготовке территории строительной площадки, инженерным сетям и благоустройству; изменение мощности, строительного объема и др. Например, поправки на изменение строительного объема установлены в виде коэффициента к стоимости  $1 \text{ м}^3$  общестроительных работ и зависят от разности в процентах строительного объема проектируемого здания и аналога. При строительном объеме проектируемого здания, превышающем строительный объем аналога, коэффициент устанавливается меньше единицы, в противоположном случае – больше единицы. Таким способом учитывается снижение средних затрат на строительство по мере увеличения строительного объема объекта (*эффект масштаба*).

*Поправки в стоимостном выражении (Pс)* учитывают, к примеру, изменение средней общей площади квартир рассматриваемого жилого дома и аналога.

Отличия, которые нельзя учесть поправками (*Ср*), - отличия в конструктивной характеристике, инженерных системах, оборудовании.

Таблицы со значениями отдельных видов поправок и расчетные формулы, а также указания по оформлению результатов расчета приводятся в Методических рекомендациях [2].

Анализ описанной методики и содержания Методических рекомендаций позволяет сделать следующие выводы:

1. Формула (1) посредством введения поправок на изменение мощности, строительного объема, общей площади позволяет до некоторой степени учесть нелинейный характер зависимости между сметной стоимостью и величиной натурального показателя проектируемого объекта. Но *результат расчета не является точным*, так как поправки в Методических рекомендациях [2] носят обобщенный характер, они недостаточно проработаны для конкретных типов объектов. Например, поправки в виде коэффициента на изменение строительного объема (увеличение или уменьшение), приведенные в Методических рекомендациях, одинаковы для всех объектов вне зависимости от их отраслевой принадлежности [2, табл. 3.9]. Поправки на изменение мощности разработаны только для объектов общественного назначения и бытового обслуживания населения; для объектов производственного назначения такие поправки не выведены.
2. Методика не позволяет учесть наличие в составе сметной стоимости *постоянных затрат*, которые имеют место для всех объектов данного типа и *не зависят от натурального показателя объекта проектирования* (например, затраты на устройство теплового узла в жилых домах, на которые не влияет общая площадь квартир). Пренебрежение данным фактом является распространенным и ведет к завышению сметной стоимости строительства, что проиллюстрировано ниже.
3. Использование методики затруднено *отсутствием в республике систематизированного банка данных объектов-аналогов*. Инженеру, ведущему расчет, необходимо самостоятельно проделать большую работу: найти варианты объектов-аналогов, выбрать конкретный вариант (варианты), привести в сопоставимый вид с проектируемым объектом, вывести удельные показатели стоимости по элементам затрат. К тому же требуется пересчитать их в уровень текущих цен, так как стоимость аналога была определена в некотором предшествующем временном периоде, а расчет стоимости проектируемого объекта следует вести в актуальном уровне цен.

### 3. Зарубежный опыт определения сметной стоимости строительства на основе данных объектов-аналогов

В мировой практике существует две группы методов определения стоимости строительства:

- расчет на основе укрупненных показателей, используемый на начальном этапе инвестиционного процесса при разработке технико-экономических обоснований;
- поэлементный расчет, применяемый на завершающих этапах проектирования и при расчетах за выполненные работы.

В этом прослеживается аналогия с отечественной системой ценообразования. В Республике Беларусь на прединвестиционной стадии при разработке обоснований инвестиций в строительство и на инвестиционной стадии при разработке архитектурного проекта используются преимущественно укрупненные показатели (в том числе показатели объектов-аналогов). На стадии разработки строительного проекта, который является основой для непосредственного осуществления инвестиций в строительство, применяются элементные нормы – нормативы расходы ресурсов в натуральном выражении и текущие цены соответствующих ресурсов.

В Российской Федерации методические подходы к определению сметной стоимости строительства во многом аналогичны белорусским, поскольку исторический опыт в данной сфере одинаков. В «Методических указаниях по определению стоимости строительной продукции» (МДС 81-35.2004) приводится метод определения сметной стоимости строительства на основе *банка данных о стоимости*

*ранее построенных или запроектированных объектов-аналогов*. Выбор аналога рекомендуется производить на основе строящихся или построенных объектов, сметы которых составлены по рабочим чертежам. С целью обеспечения максимального соответствия характеристик проектируемого объекта и объекта-аналога необходимо анализировать сходство объекта-аналога с будущим объектом, вносить коррективы в стоимостные показатели объекта-аналога в зависимости от изменения конструктивных и объемно-планировочных решений, учитывать особенности, зависящие от намечаемого технологического процесса, а также делать поправки по уровню стоимости для района строительства [4]. Как правило, проектные организации используют показатели из разработанной ими же документации [5], то есть не существует банка данных объектов-аналогов коллективного пользования.

Рассмотрим особенности определения стоимости строительства при управлении проектами в США и Канаде. Там укрупненные показатели принимаются по данным ранее заключенных контрактов или на основании данных ежегодных фирменных справочников. Они обычно используются на этапе выполнения так называемой «*оценки по порядку величины*» - *screening estimate, order of magnitude estimate* [6]. Допустимый диапазон отклонений данной оценки от договорной цены составляет от -30 до +50 % [7, с. 73; 8, с. 293]. Такая грубая оценка применяется на этапе технико-экономического обоснования проекта, включающего анализ прибыльности, реализуемости, привлекательности будущего проекта и его результатов (*project feasibility study*). С учетом ее принимается решение о начале реализации проекта или отказе от него. Стоимость подготовкой оценки составляет от 0,04 % до 0,15 % общей стоимости проекта [8, с. 293].

Предварительная оценка часто основывается на единственном параметре, характеризующем мощность или некоторый физический измеритель объекта – общую площадь помещений, протяженность трассы, объем складских помещений и др. Большое внимание уделяется тому, что стоимость не всегда меняется прямо пропорционально мощности (общей площади, строительному объему). Обычно существует положительный или отрицательный эффект масштаба. Положительный эффект масштаба (экономия) – *scale economies* – имеет место, если средние удельные затраты на строительство снижаются по мере увеличения мощности объекта. В противном случае наблюдается отрицательный эффект от масштаба – *scale diseconomies* – рост средних удельных затрат на строительство по мере увеличения мощности. Для того чтобы определить конкретные параметры экономии от масштаба и использовать преимущества от снижения затрат на строительство в расчете на единицу мощности, используются эмпирические данные.

Для расчета предварительной стоимости строительства различных типов объектов на основе обработки эмпирических данных вводятся зависимости линейного и нелинейного вида.

Зависимость линейного вида между мощностью объекта и стоимостью строительства может быть выражена в виде:

$$y = a + bx, \quad (2)$$

где  $x$  – переменная, характеризующая мощность объекта, нат. ед. изм.,  $y$  – сметная стоимость строительства, ден. ед.,  $a$  и  $b$  – положительные постоянные, получаемые путем обработки статистических данных, причем  $a$  – постоянные затраты на строительство, не зависящие от мощности объекта, ден. ед. В целом, для определенного типа объектов зависимость вида (2) возможна только при определенном диапазоне значений  $x$ .

Для характеристики нелинейной связи между мощностью  $x$  объекта и стоимостью строительства  $y$  может использоваться степенная зависимость вида

$$y = ax^b, \quad (3)$$

где  $a$  и  $b$  – также положительные постоянные, получаемые путем обработки статистических данных. При  $0 < b < 1$  имеет место случай *возрастающей отдачи от эффекта масштаба*, когда при

пропорциональном увеличении мощности объекта стоимость строительства будет возрастать в меньшей пропорции; при  $b > 1$  – случай убывающей отдачи от эффекта масштаба. Для конкретных типов объектов зависимость имеет смысл при определенных диапазонах значений натурального показателя проектируемого объекта  $X$ .

Нелинейная зависимость часто используется при определении стоимости строительства нового промышленного предприятия мощностью  $Q$  на основании известной стоимости строительства существующего объекта  $y_n$  мощностью  $Q_n$ :

$$y = y_n \left( \frac{Q}{Q_n} \right)^m, \quad (4)$$

где  $m$  – показатель, значение которого обычно изменяется в пределах от 0,5 до 0,9 и зависит от отраслевых особенностей объекта. Например, значение 0,6 применяется в случае предприятий химической промышленности [6].

#### 4. Возможности применения зависимостей между стоимостью и натуральными показателями объектов и использования эффекта масштаба при выполнении сметных расчетов в Республике Беларусь

Для рассмотрения особенностей применения в сметных расчетах результатов обработки статистических данных о реально зафиксированных показателях объектов-аналогов были рассмотрены показатели паспортов проектов для повторного применения в строительстве [9, 10] и получены графики зависимостей сметной стоимости от натуральных показателей для следующих объектов:

- 5-этажных кирпичных жилых домов из стеновых кладочных материалов (рисунок 1);
- коровников беспривязного содержания (рисунок 2).

Для 5-этажных жилых домов выявлена линейная зависимость вида  $y = 0,4026x + 67,046$ , где  $y$  – сметная стоимость проектируемого объекта (тыс. руб.);  $x$  – общая площадь квартир проектируемого объекта ( $m^2$ ); 0,4026 – коэффициент, характеризующий составляющую стоимости, прямо пропорциональную общей площади квартир (тыс. руб./ $m^2$ ); 67,046 – постоянная составляющая стоимости, не зависящая от общей площади (тыс. руб.), – например, стоимость устройства теплового узла, вводов коммуникаций и т.д.

Отметим, что обрабатывались показатели Альбома паспортов [9] в ценах на 01.01.1991 г., поэтому для определения стоимости в текущих ценах необходимо выполнить индексацию. Площади рассмотренных объектов-аналогов находятся в диапазоне от 649  $m^2$  до 3081  $m^2$ , соответственно, при выполнении сметных расчетов полученную зависимость целесообразно использовать для проектируемых объектов с общей площадью квартир, находящейся в указанном промежутке  $\pm 20\%$ .

Для зданий коровников беспривязного содержания выявлена экспоненциальная зависимость сметной стоимости от строительного объема вида  $y = 388,9e^{5 \cdot 10^{-5} x}$ , где  $y$  – сметная стоимость проектируемого объекта (млн. руб.);  $x$  – строительный объем проектируемого объекта ( $m^3$ ). При использовании формулы в сметных расчетах также необходимо выполнять индексацию результата из цен на 01.01.2006 г., принятых по данным [10], в текущий уровень.

Проведем сравнительный расчет сметной стоимости по действующим Методическим указаниям [2] и предлагаемой методике для объектов на стадии проектирования «Архитектурный проект».

#### 4.1. Для 5-этажного дома со стенами из кирпича, общей площадью квартир $S_{общ} = 1500 m^2$ , возводимого в сельской зоне строительства:

##### 4.1.1. Расчет по действующей методике:

- расчетный натуральный показатель проектируемого объекта -  $P_n = S_{общ} = 1500 m^2$ ;
- объект-аналог, наиболее близкий по объемно-планировочному решению и конструктивным характеристикам – 20-квартирный жилой дом ЖСК-8 в г.п. Вороново по пер. Коммунальному (про-

ект для повторного применения № 109.07-00 [9]), общая площадь квартир аналога - 1278,4  $m^2$ , удельный показатель сметной стоимости  $Y_o = 0,468$  тыс. руб./ $m^2$ ;

- условие сопоставимости объекта-аналога выполняется:  
 $\Delta = (1500 - 1278,4) / 1278,4 * 100 = 17,33\% < 20\%$ ;
- сметная стоимость проектируемого объекта в соответствии с формулой (1):

$C_{п1} = 0,468 * 1500 = 702$  тыс. руб. в ценах на 01.01.1991 г. (проектируемый объект и аналог возводятся в одинаковых условиях и имеют одинаковую среднюю площадь квартир, поэтому поправки в расчете не учитываются).

##### 4.1.2. Расчет по предлагаемой методике:

$C_{п2} = 0,4026 * 1500 + 67,046 = 670,946$  тыс. руб. в ценах на 01.01.1991 г.

Таким образом, расчет по действующей методике дает большее значение сметной стоимости строительства:  $C_{п1} = 702$  тыс. руб. >  $C_{п2} = 670,946$  тыс. руб. Это связано с тем, что даже при линейной зависимости между стоимостью и натуральным показателем действующая методика не позволяет учесть влияние постоянного элемента стоимости, не зависящего от общей площади квартир жилого дома.

#### 4.2. Для здания коровника беспривязного содержания строительным объемом $V_{сmp} = 6500 m^3$ :

##### 4.2.1. Расчет по действующей методике:

- расчетный натуральный показатель проектируемого объекта -  $P_n = V_{сmp} = 6500 m^3$ ;
- объект-аналог - коровник для сухостойных коров в н.п. Бильдюги СПК «Жвиранка» Шарковщинского района [10], строительный объем аналога 7334,13  $m^3$ , удельный показатель сметной стоимости  $Y_o = 0,096$  млн. руб./ $m^3$  в ценах на 01.01.2006 г.;
- условие сопоставимости объекта-аналога выполняется:  
 $\Delta = (7334,13 - 6500) / 7334,13 * 100 = 11,37\% < 20\%$ ;

- сметная стоимость проектируемого объекта в соответствии с формулой (1):

$C_{п1} = 0,096 * 6500 * 0,988 = 616,512$  млн. руб. в ценах на 01.01.2006 г. (0,988 - поправка в виде коэффициента на изменение строительного объема согласно [2, табл. 3.9]; в остальном проектируемый объект и аналог возводятся в одинаковых условиях);

##### 4.2.2. Расчет по предлагаемой методике:

$C_{п2} = 388,9e^{5 \cdot 10^{-5} * 6500} = 538,25$  млн. руб. в ценах на 01.01.2006 г.

В данном случае расчет по действующей методике также дает завышение сметной стоимости. Поправка в виде коэффициента на изменение строительного объема не позволяет в полной мере учесть нелинейный характер зависимости между стоимостью и значением натурального показателя, так как в Методических рекомендациях [2] данная поправка приводится обобщенно без учета отраслевых особенностей конкретных объектов.

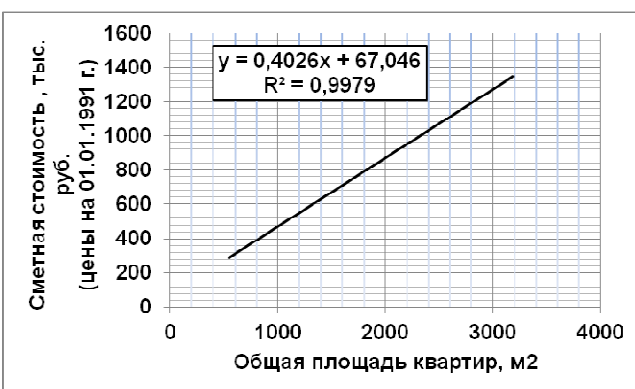


Рис. 1. Зависимость сметной стоимости от общей площади квартир 5-этажных жилых домов из стеновых кладочных материалов  
Источник: собственная разработка

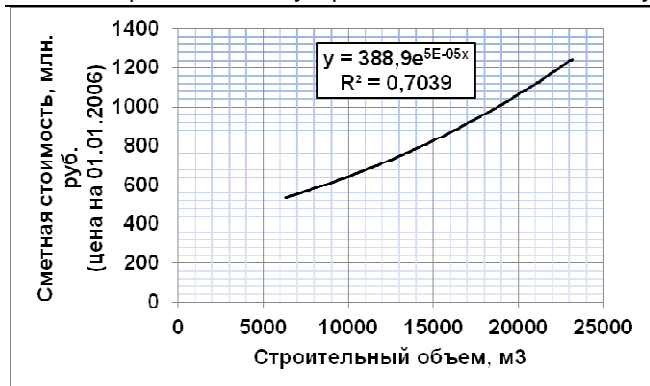


Рис. 2. Зависимость сметной стоимости от строительного объема кровников беспривязного содержания

Источник: собственная разработка

#### Заключение

Проделанная работа позволяет сделать следующие выводы:

- Использование графиков зависимостей, полученных в результате обработки показателей группы объектов-аналогов, позволяет:
  - учесть нелинейный характер зависимости между натуральным показателем проектируемого объекта и его сметной стоимостью и влияние эффекта масштаба;
  - при наличии линейной связи учесть затраты, которые не зависят от значения натурального показателя проектируемого объекта и являются одинаковыми (постоянными) для рассматриваемой группы объектов;
  - использовать в расчетах показатели не одного аналога, а группы объектов; это позволяет избежать субъективизма при выборе объекта-аналога и ориентироваться на реально зафиксированные экономически обоснованные показатели совокупности ранее запроектированных или построенных аналогичных объектов. В конечном итоге это дает возможность избежать завышения или занижения сметной стоимости строительства.
- Данный метод дает возможность предусмотреть поправки к стоимости в виде коэффициентов и в стоимостном выражении, учитывающие отличия проектируемого объекта от группы однородных по конструктивным и объемно-планировочным решениям объектов, на основе которых была получена зависимость.
- Для практической реализации метода необходимо наличие достаточного количества достоверных данных о группах однородных объектов в виде таблиц со значениями единичной стоимости или диаграмм. В мировой практике сбором и обработкой данных объектов-аналогов, разработкой таблиц и диаграмм стоимости зани-

маются специализированные фирмы. Соответственно, работа инженера-сметчика значительно упрощается: нет необходимости самостоятельно подбирать объекты-аналоги с отклонением натуральных показателей  $\pm 20\%$ . С точки зрения организации предпроектных изысканий и проектирования на стадии «Архитектурный проект» данный фактор ведет к сокращению затрат труда сметчиков и получению более обоснованной и точной предварительной оценки стоимости строительства объекта.

#### СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- О совершенствовании порядка определения стоимости строительства объектов и внесении изменений в некоторые указы Президента Республики Беларусь: Указ Президента Респ. Беларусь, 11 авг. 2011 г., № 361. – Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2011. – № 93. – 1/12766.
- Методические рекомендации о порядке определения сметной стоимости строительства на основе объектов-аналогов и укрупненных нормативов стоимости строительства: приказ Минстройархитектуры Респ. Беларусь 15 марта 2012 г. № 84.
- Ардзинов, В.А. Сметное дело в строительстве. Самоучитель / В.А. Ардзинов, Н.И. Барановская, А.И. Курочкин. – 2-е изд. – СПб.: Питер, 2011. – 496 с.
- Методика определения стоимости строительной продукции на территории Российской Федерации: МДС 81-35.2004.
- Экономика строительства / под ред. В.В. Бузырева. – 3-е изд. – Санкт-Петербург: Питер, 2009. – 416 с.
- Hendrickson, C. Cost Estimation / C. Hendrickson // Project Management for Construction. Fundamental Concepts for Owners, Engineers, Architects and Builders [Electronic resource].-Department of Civil and Environmental Engineering, Carnegie Mellon University 2008. – Mode of access: [http://pmbook.ce.cmu.edu/0.5\\_Cost\\_Estimation.html](http://pmbook.ce.cmu.edu/0.5_Cost_Estimation.html). – Date of access: 01.11.2013.
- Павлов, А.Н. Опыт управления проектами на основе стандарта PMI PMBOK. Изложение методологии и опыт применения / А.Н. Павлов. – Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. – 208 с.
- Милошевич, Д. Набор инструментов для управления проектами / Драган З. Милошевич: пер. с англ. Мамонтова Е.В.: Под ред. Неизвестного С.И. – Москва: Компания АйТи, ДМК Пресс, 2009. – 729 с.
- Альбом паспортов проектов для повторного применения в строительстве. Дополнение к выпуску 4 / Минстройархитектуры Респ. Беларусь. – Минск, 2008.
- Альбом паспортов проектов для повторного применения в строительстве. Выпуск 7 / Минстройархитектуры Респ. Беларусь. – Минск, 2011.

Материал поступил в редакцию 17.06.14

#### SRVVKINA L.G., SOBIESHUK S.I. Approaches to the determination of the estimated cost of construction on the basis of indicators of objects-analogues

An analysis of domestic and foreign experience in estimating construction costs based on the objects-analogues is performed. The dependence of the estimated cost of construction of physical indicators for specific groups of objects is explored. We drew conclusions about the practical application of this method in the Republic of Belarus.

УДК 624.046.5/624.014

Мартынов Ю.С., Надольский В.В.

### ВВЕДЕНИЕ ЕВРОКОДОВ В ПРАКТИКУ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ С ПОЗИЦИИ МАТЕРИАЛОЁМКОСТИ И НАДЕЖНОСТИ

**Введение.** С января 2010 г. в Республике Беларусь на альтернативной основе введены Технические кодексы установившейся

практики по проектированию строительных конструкций, идентичные Еврокодам (ТКП EN). Таким образом, в настоящее время на терри-

Мартынов Ю.С., к.т.н., профессор, профессор кафедры «Металлические и деревянные конструкции» Белорусского национального технического университета.

Надольский В.В., ст. преподаватель, магистр технических наук кафедры «Металлические и деревянные конструкции» Белорусского национального технического университета.

Беларусь, БНТУ, 220013, г. Минск, пр. Независимости, 65.