

Systemic aspects of formation of roads quality on the level of the industry and individual enterprises are considered. The economic model for a quality management system is presented.

УДК 69.003.12

Кузьмич П.М., Срывкина Л.Г., Василюк А.А., Станчук В.В.

АДАПТИРОВАННОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ РАСЧЕТА СТОИМОСТИ РАЗРАБОТКИ ДОКУМЕНТАЦИИ ПРОЕКТНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ «ОСТОРД»

Введение. Определение стоимости проектных работ в условиях несовершенной конкуренции, когда действенность макроэкономической формулы "чем больше предложений, тем меньше цена, и наоборот" ограничена, вызывает определенные трудности.

Связаны они, в первую очередь, со спецификой разработки проектной документации: высокая доля затрат нематериального характера; повышенные требования к кадровому обеспечению; необходимость, в некоторых случаях, проведения исследовательских и опытно-конструкторских работ.

Эти обстоятельства, а также насущная необходимость рационального использования бюджетных ресурсов требуют применения методик, обосновывающих ценообразование разработки проектной документации.

1. Методики определения стоимости разработки проектной документации. Анализ нормативно-методических документации за последние двадцать пять лет [1–6] позволяет выделить *следующие принципиальные подходы* к определению стоимости проектных работ:

- 1) в зависимости от натуральных показателей объектов проектирования (общей площади, строительного объема и т.п.);
- 2) в зависимости от стоимости строительства (строительно-монтажных работ).

Так, Сборник [1], разработанный Госгражданстроем СССР и введенный с 1 апреля 1987 г., предусматривал определение цен на проектные работы в зависимости от натуральных показателей объектов проектирования и содержал большое количество разделов в соответствии с многообразием объектов проектирования и видов проектных работ. Этот Сборник действовал до 1998 г., пока отдельные его разделы постепенно не начали заменяться белорусскими нормами.

В 1998 году были разработаны и введены в действие приказом Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь от 29.06.1998 г. № 237 строительные нормы СНБ 1.02.06-98 «Порядок определения стоимости разработки проектной документации в строительстве» [2]. Они сначала значительно упростили методику расчета, поскольку предусматривали определение стоимости разработки проектной документации в процентах от стоимости строительства (для объектов жилищно-гражданского назначения) или стоимости строительно-монтажных работ (для объектов промышленного назначения, инженерного обеспечения, улиц и автомобильных дорог общего пользования) в базовых ценах 1991 г. по главам 1–7 сводного сметного расчета стоимости строительства. Результат расчета в базовых ценах отражался в сводном сметном расчете, а для формирования договорной цены на разработку документации предусматривалось применение индексации стоимости. Строительные нормы СНБ 1.02.06-98 были изданы в небольшом сборнике (около двух десятков страниц), никаких отдельных сборников по видам объектов проектирования не требовалось.

Несмотря на техническую простоту реализации, методика подвергалась критике за зависимость стоимости проектных работ от стоимости строительства и, соответственно, необъективности. В СНБ 1.02.06-98 вносились многочисленные изменения, в результате которых этот нормативный документ совершенно преобразился и

предусматривал определение стоимости основных и ряда дополнительных проектных работ не в процентах от стоимости строительства, а по базовым ценам на 01.01.2005 г., установленным в зависимости от натуральных показателей объектов проектирования. Стоимость некоторых дополнительных проектных работ, не нашедших отражение в базовых ценах, рекомендовалось определять по трудозатратам на их выполнение или в процентах от стоимости разрабатываемой проектной документации. При этом в сводном сметном расчете в соответствии с действовавшей методикой определения сметной стоимости строительства стоимость проектных работ отражалась в ценах 1991 г. с применением соответствующих индексов.

С 1 января 2008 г. произошел переход на новую сметно-нормативную базу в строительстве в целом, и в области определения стоимости разработки проектной документации также была введена в действие новая методика [3]. Были введены в действие Сборники базовых цен на разработку градостроительной документации, выполненные комплексных научных изысканий по недвижимым историко-культурным ценностям и документации проектного обеспечения инвестиционного процесса в строительстве. Базовые цены были установлены по состоянию на 1 января 2006 г. Для перехода к стоимости в текущем уровне цен применялись индексы изменения стоимости проектных работ. Предусматривалось определение стоимости разработки документации проектного обеспечения одним из трех методов в зависимости от наличия или отсутствия объекта проектирования в соответствующем Сборнике, величины его натурального показателя, вида инвестиционного процесса (возведение, реконструкция, реставрация, ремонт):

- в зависимости от натуральных показателей объектов проектирования;
- в зависимости от общей стоимости строительства для объектов жилищно-гражданского назначения; от стоимости СМР для объектов промышленного назначения, инженерных коммуникаций;
- в зависимости от трудозатрат проектной, научно-проектной, изыскательской организации.

Методические рекомендации о порядке определения стоимости проектных и изыскательских работ [4] и Сборники базовых цен, введенные в действие с 1 мая 2011 г., если не углубляться в детали, отражали аналогичную методику и базовые цены на разработку проектной документации на 1 января 2006 г.

Основным отличием Методических рекомендаций и новых Сборников цен [5], утвержденных постановлением Минстройархитектуры Республики Беларусь 21 марта 2012 г. № 11, стало применение базовых цен по состоянию на текущий год, то есть Сборники цен стали регулярно пересматриваться.

В соответствии с Указом Президента Республики Беларусь от 11 августа 2011 г. № 361 [7] осуществляется переход на **ресурсный метод** определения стоимости строительства. Этот процесс непосредственно затронул и порядок определения стоимости проектных работ. С 1 июля 2014 г. введены в действие Методические указания о порядке определения стоимости разработки документации проектного обеспечения строительной деятельности ресурсным методом

Василюк Алексей Александрович, студент строительного факультета Брестского государственного технического университета.

Станчук Вадим Викторович, студент строительного факультета Брестского государственного технического университета.

Беларусь, БрГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.

Таблица 1. Порядок определения и применения норм затрат трудовых ресурсов (НЗТ)

Способ определения НЗТ	В зависимости от натуральных показателей объекта проектирования $X_{об}$	В зависимости от сметной стоимости объекта строительства	По индивидуально разработанным в организации нормам затрат трудовых ресурсов
Источник норм	Сборники НЗТ по видам объектов проектирования	Приложение 1 к Методическим указаниям [6]	Экспертная оценка специалистов, состав которых утверждается руководителем организации-разработчика, с учетом положений Приложения 2 к Методическим указаниям [6]
Область применения	Объект проектирования присутствует в таблицах Сборников НЗТ	Объект проектирования отсутствует в таблицах Сборников НЗТ	Дополнительные проектные работы (услуги); сопутствующие работы (услуги) при отсутствии межотраслевых, отраслевых или местных норм на их выполнение
	$0,5X_{min} \leq X_{об} \leq 2X_{max}$	$X_{об} < 0,5X_{min}$ или $X_{об} > 2X_{max}$	
	X_{min}, X_{max} - минимальное и максимальное значение натурального показателя по таблицам Сборника НЗТ		

[6] и Сборники норм затрат трудовых ресурсов (СНЗТ) по видам объектов проектирования. Новшеством стало то, что в зависимости от натуральных показателей объектов проектирования или сметной стоимости строительства сегодня определяются *не стоимостные показатели, а затраты труда на разработку проектной документации и выполнение сопутствующих работ*.

Ресурсный метод определения стоимости проектных работ подразумевает, что основным ресурсом в данном случае является труд проектировщика, измеряемый в человеко-днях, с учетом сложности объектов проектирования [8]. Общая стоимость работ (услуг) на разработку комплекта проектной документации для объекта строительства определяется по формуле:

$$C = (T_B + T_D + T_C) \times B + П, \quad (1)$$

где T_B, T_D, T_C - затраты труда с учетом тарифных коэффициентов, корректирующих коэффициентов, учитывающих влияние усложняющих и упрощающих факторов проектирования, удельного веса времени использования трудовых ресурсов по стадиям проектирования и разделам проектной документации для основных, дополнительных проектных работ (услуг) и сопутствующих работ; порядок определения норм затрат труда представлен в таблице 1;

B - стоимость проектных работ, приходящихся на 1 человеко-день работы специалиста 14 разряда;

$П$ - ненормируемые расходы организации-разработчика документации, стоимость ВМ-моделей, налоги и сборы в соответствии с действующим законодательством.

Определенную сложность для проектировщиков представляет определение стоимости проектных работ, приходящейся на 1 человеко-день работы исполнителя 14 разряда (B):

$$B = B_{на\ 01\ янв} \times 1.01 \times (1 + 0,5 \times \left(\frac{(I_1^{год} - 1) \times (2T + M_1)}{12} + \frac{(I_2^{год} - 1) \times M_2}{12} + \frac{(I_3^{год} - 1) \times M_3}{12} \right)), \quad (2)$$

где $B_{на\ 01\ янв}$ - стоимость работ (услуг), приходящаяся на 1 чел.-день работы исполнителя 14 разряда по состоянию на 1 января текущего года; устанавливается Минстройархитектуры (для объектов, финансируемых за счет бюджетных и приравненных к ним средств) или рассчитывается проектной организацией разработчиком;
 $I_1^{год}, I_2^{год}, I_3^{год}$ - прогнозные среднегодовые индексы изменения стоимости работ (услуг) в 1-м, 2-м, 3-м годах срока разработки проектной документации - ежегодно сообщаются и уточняются Минстройархитектуры;

M_1, M_2, M_3 - количество календарных месяцев разработки документации в 1-м, 2-м и 3-м календарных годах срока разработки проектной документации;

T - количество календарных месяцев с января текущего года до месяца, в котором планируется начало выполнения работ.

Алгоритм определение общей стоимости работ представлен на рисунке 1.

Анализ действовавших и актуальных методов определения стоимости проектных работ позволяет отметить следующее:

- 1) методики определения стоимости проектных работ постоянно изменяются с учетом изменений в ценообразовании в строительной отрасли в целом и применяемых уровней цен (базисных, текущих);
- 2) при этом можно выделить несколько основных подходов к определению стоимости проектных работ: первый основан на учете натуральных показателей объектов проектирования, второй - на учете стоимостных показателей строительства;
- 3) определение стоимости проектных работ в целом или норм затрат трудовых ресурсов в зависимости от сметной стоимости строительства является наиболее простой, но наименее объективной методикой;
- 4) расчет стоимости проектных работ или норм затрат трудовых ресурсов на разработку проектной документации исходя из натуральных показателей объектов проектирования повышает обоснованность конечного результата, так как исключает стремление проектировщика увеличить стоимость проектных работ за счет роста стоимости строительства. Но при этом невозможно полностью отказаться от использования в отдельных случаях стоимостных показателей строительства или индивидуальных норм трудозатрат, так как Сборники цен или Сборники норм затрат трудовых ресурсов не могут охватить всего многообразия объектов проектирования;
- 5) переход от базовых цен на проектные работы к ресурсному методу ценообразования, в основе которого лежит определение затрат труда на разработку проектной документации, ведет повышению прозрачности расчетов: можно проследить всю цепочку от трудоемкости и сложности проектных работ до окончательного результата в стоимостном измерении.

2. Автоматизация расчета стоимости разработки проектной документации.

На первый взгляд ресурсный метод не представляет особой сложности, но его практическая реализация весьма трудоемка, так как необходимо учесть большое количество факторов, условий, составляющих. В конечном итоге при определении стоимости используется до 17 переменных, при этом необходимо использовать сборник или несколько сборников норм затрат трудовых ресурсов (СНЗТ) в зависимости от количества и видов объектов проектирования, на которые необходимо разбить объект строительства. При этом кроме существенных затрат трудовых ресурсов высока вероятность неточных, некорректных расчетов, механических ошибок.

В некоторых случаях, при значительных объемах работ, возникает необходимость иметь в штате проектной организации соответствующего специалиста, что ведет к удорожанию стоимости проектных работ.

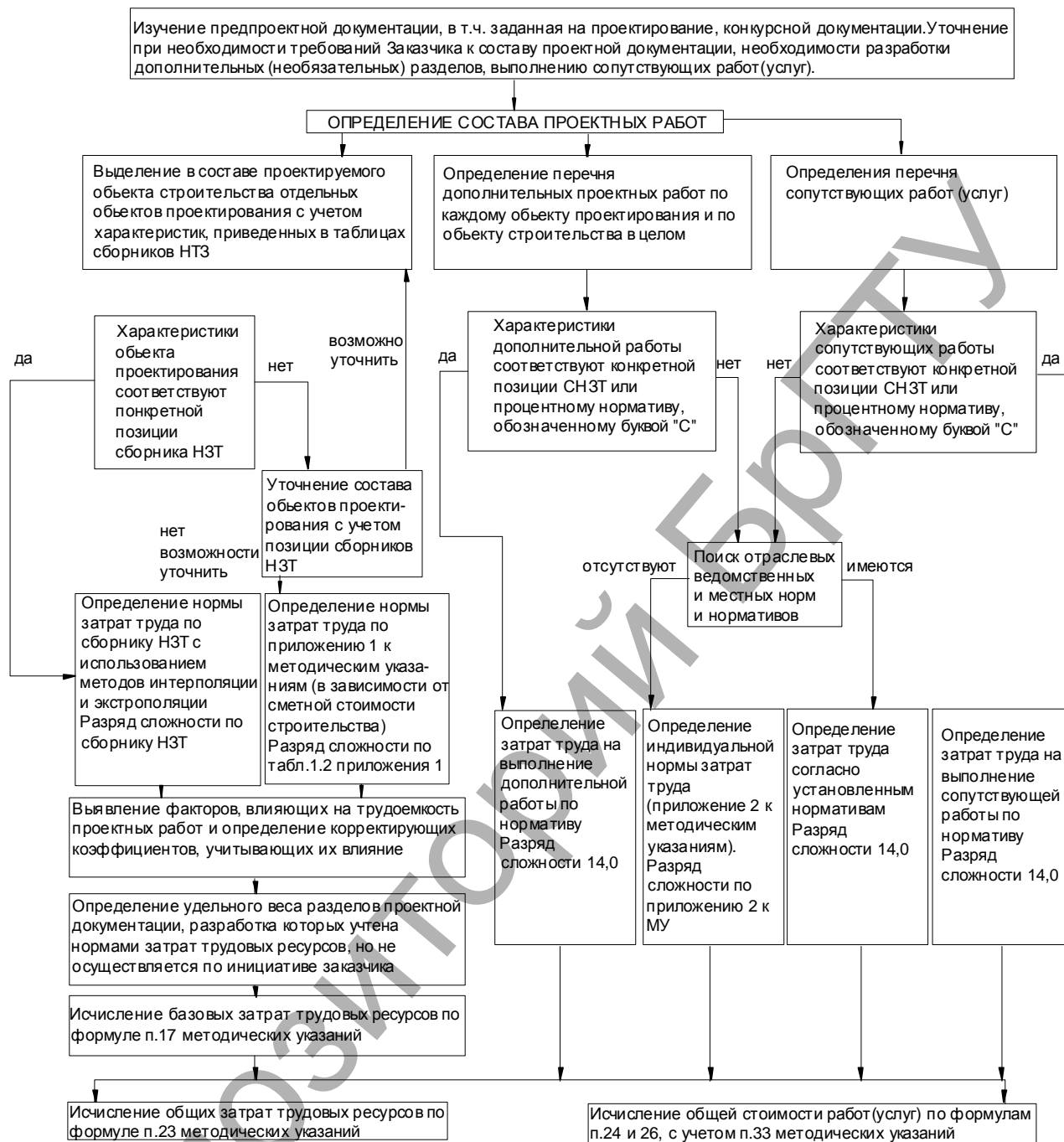


Рис. 1. Алгоритм определения общей стоимости работ (услуг) по разработке проектной документации для объекта строительства

С учетом вышеизложенного и в соответствии с Методическими указаниями о порядке определения стоимости разработки документации проектного обеспечения строительной деятельности ресурсным методом [6] в среде MSExcel разработано адаптированное приложение для расчета общей стоимости разделов проектной документации "ОСТОРД".

В настоящее время приложение позволяет определить стоимости проектных работ с использованием одного метода: путем определения норм затрат трудовых ресурсов в зависимости от сметной стоимости возведения объекта строительства.

Целью применения приложения является получение точных стоимостей разделов проектной документации как на стадии архитектурного, так и на стадии строительного проекта. При расчете учитывается сметная стоимость строительства по итогу глав 1-7 сводного сметного расчета, вид документации, корректирующие коэффициенты, затраты времени для дополнительных и сопутствующих работ, стоимость работ (услуг), приходящаяся на 1 человеко-день работы исполнителя 14 разряда, значения прогнозных среднегодовых индексов изменения стоимости работ, количество календарных месяцев разработки проектной документации, планируемый месяц начала работ, наименование объекта проектирования, а также возможен учет ненормируемых расходов организации-разработчика, стоимости BIM-моделей, налогов и сборов.

Приложение позволяет:

- автоматизировать расчет базовых затрат трудовых ресурсов для основных проектных работ (рис. 2);
- учитывать усложняющие и упрощающие факторы проектирования путем выбора соответствующих коэффициентов (рис. 3);
- определять общие затраты трудовых ресурсов с учетом трудоемкости дополнительных и сопутствующих работ (рис. 4);
- определять стоимость работ (услуг), приходящуюся на 1 человеко-день работы исполнителя 14 разряда (рис. 5);

БНЭТ	70,8621		Сметная стоимость, млн.руф	НЭТ	Вид документации
		1	220	7,294590846	Архитектурный проект «А»
		2	200	6,660887656	Одностадийное проектирование
		3	300	9,732417582	Строительный проект «С»
		4	144	4,872928177	Одностадийное проектирование
		5	331	10,66923077	Одностадийное проектирование
		6	543	16,76710963	Одностадийное проектирование
		7	425	13,40221484	Одностадийное проектирование
		8	300	9,732417582	Одностадийное проектирование

Рис. 2. Расчет базовых затрат трудовых ресурсов для основных проектных работ

Условия привязки	K1	Условия привязки2
2.8 Изменение конструкции полов	0,005	2.8 Изменение конструкции полов
2.12 Изменение внутренней отделки помещений	0,006	2.3 Переработка фасадов
2.4 Замена оборудования с изменением инженерных сетей	0	2.1 Изменение этажности
2.1 Изменение этажности	0,04	2.11 Переработка лестнично-лифтового узла с изменением
2.8 Изменение конструкции полов	0,005	2.4 Замена оборудования с изменением инженерных сетей
2.13 Замена окон и балконных дверей (спаренные, двойные, с тройным остеклением, с шумозащитными стеклопакетами)	0,004	2.12 Изменение внутренней отделки помещений
2.5 Переработка в связи с устройством проездов	0,04	2.9 Изменение конструкции крыши
2.10 Изменение санитарно-кухонных узлов (с сантехкабинами и без них)	0,04	1 Компоновка объектов из отдельных цехов, сооружений
2.12 Изменение внутренней отделки помещений	0,006	2.1 Изменение этажности
	0	0

Условие проектирования (Отношение Тф/Тн)	Ki
	0,9
	0,7
	0,6
	0,5
	1

Привязка сооружений	Ki
1. Привязка сооружений на водотоках	0,2
Нет привязки сооружения	1
Нет привязки сооружения	1
2. Привязка сооружений с частичной переработкой конструктивных решений	0,20-0,25
Нет привязки сооружения	1
Нет привязки сооружения	1
Нет привязки сооружения	1

Условия привязки	K1	Условия привязки2
1 2.12. Изменение конструкции крыши	0,04	2.13. Изменение санитарно-кухонных узлов (с сантехкабинами)
2 2.16. Изменение внутренней отделки помещений	0,006	2.14. Разработка санитарно-кухонных узлов с различными видами
3 2.18. Остекление лоджий	0,004	2.17. Замена окон и балконных дверей (спаренные, двойные, с шумозащитными стеклопакетами)
4 2.7. Переработка в связи с устройством встроенных помещений	0,06	2.15. Переработка лестнично-лифтового узла с изменением конструкции
5 2.6. Переработка в связи с устройством проездов, проходов под зданием	0,04	2.7. Переработка в связи с устройством встроенных помещений
6 2.14. Разработка санитарно-кухонных узлов с различными видами оборудования (плиты на твердых топливах)	0,03	2.18. Остекление лоджий
7 2.6. Переработка в связи с устройством проездов, проходов под зданием	0,04	2.3. Разработка мансардных этажей
8 2.2. Изменение планировки типовых этажей без изменения несущих конструкций	0,015-0,05	2.1. Изменение этажности
9 1. Компоновка зданий из блок-секций и их модификация или изменение секционное™ с разработкой	0,05	2.1. Изменение этажности

Рис. 3. Подбор корректирующих коэффициентов

ТРобщ	100,132	Вид документации	УВстадия	Трдоп	Трсоп4
№	2	Одностадийное проектирование	1	4	3
				2	1
				6	5
				0	0
				0	0
				0	0

Рис. 4. Определение общих затрат трудовых ресурсов на разработку комплекта разделов проектной документации для объекта строительства

Стоимость работ (услуг), приходящаяся на 1 человеко-день работы исполнителя 14 разряда	
В14р	0
В14р на 01 янв.	Устанавливается Министерством архитектуры и строительства РБ
I1	Значения прогнозных среднегодовых индексов изменения стоимости работ (услуг) в 1-м, 2-м и 3-м годах срока разработки проектной документации (в процентах к предыдущему году) - ежегодно сообщаются и уточняются Министерством архитектуры и строительства Республики Беларусь согласно прогнозам социально-экономического развития Республики Беларусь на планируемый период, утверждаемым Министерством экономики Республики Беларусь, в долях
I2	
I3	
I4	
I5	
M1	Количество календарных месяцев разработки документации в 1-м, 2-м и 3-м календарных годах срока разработки проектной документации. Общая продолжительность разработки документации (M1+M2+M3) не должна превышать продолжительность, определяемую в соответствии с Положением о порядке определения продолжительности разработки проектной документации на строительство зданий и сооружений, утвержденным Министерством архитектуры и строительства Республики Беларусь. При завершении всех работ в течение 1-го Планируемый месяц начала работ(услуг)
M2	
M3	
M4	
M5	
Мес	Январь
T	0

Рис. 5. Определение стоимости работ (услуг), приходящейся на 1 человеко-день работы исполнителя 14 разряда

Базовая стоимость основных проектных работ (услуг) на разработку комплекта разделов проектной документации для объекта строительства			
БСрес	2701937,032	Наименование объекта проектирования	PRK
		16.16. Вычислительные центры	1,049 7,6520258
		16.14. Компрессорные	1,028 6,8473925
		9.7. Студии и мастерские искусств	1,028 10,004925
		3.5. Пансионаты с лечением, санатории-профилактории	1,065 5,1896685
		4.7. Детские спортивные школы	1,028 10,967969
		13.1. Конторы	0,975 16,347932
		16.15. Инженерные корпуса	1,037 13,898097
		4.12. Спортивные базы	1,043 10,150912

Рис. 6. Определение базовой стоимости основных проектных работ (услуг) на разработку комплекта разделов проектной документации для объекта строительства

Общая стоимость работ (услуг) на разработку комплекта разделов проектной документации для объекта строительства			
Срес	2701986,03	Общая стоимость работ (услуг) для объекта строительства	
ПРнорм	22	Ненормируемые расходы организации-разработчика	
ВМ	13	Стоимость ВМ-моделей	
Н	14	Налоги и сборы	Кг средний разряд

Рис. 7. Определение общей стоимости работ (услуг) на разработку комплекта разделов проектной документации для объекта строительства

- определять базовую стоимость основных проектных работ (услуг) на разработку комплекта разделов проектной документации по объектам строительства (рис. 6);
- определять общую стоимость на разработку комплекта проектной документации для объекта строительства с учетом стоимости ненормируемых расходов организации-разработчика, ВМ-моделей и налогов (рис. 7).

Заключение. В заключение изложенного можно сделать следующие выводы:

1. Трудоемкость практической реализации ресурсного метода определения стоимости разработки документации проектного обеспечения строительной деятельности и объемность нормативной базы вызывают необходимость автоматизации расчетов.
2. Использование автоматизированного приложения «ОСТОРД» позволяет исключить механические ошибки, возникающие при ручном расчете, множественные погрешности округления, что в целом существенно увеличивает точность расчета.

3. «ОСТОРД» дает возможность существенно снизить трудоемкость расчета. Так, экономия времени при использовании приложения составляет от 80 % до 92 %.
4. Крайне важной является простота освоения приложения благодаря существующей поэтапной инструкции по работе с «ОСТРОД».

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Сборник цен на проектные работы для строительства: приказ Государственного комитета СССР по гражданскому строительству и архитектуре при Госстрое СССР 31 марта 1987 г., № 103. – Введ. 01.04. 1987.
2. Порядок определения стоимости разработки проектной документации в строительстве: СНБ 1.02.06-98. – Введ. 01.10.1998. – Минск: Минстройархитектуры Респ. Беларусь, 1998.
3. Об утверждении и введении сборников базовых цен для определения стоимости разработки проектной документации: приказ Минстройархитектуры Респ. Беларусь, 10 дек. 2007 г., № 404. – Введ. 01.01.2008.

4. Методические рекомендации о порядке определения стоимости проектных и изыскательских работ / Минстройархитектуры Респ. Беларусь. – Минск: Белстройцентр, 2011. – 36 с.
5. Методические рекомендации о порядке определения стоимости разработки документации проектного обеспечения архитектурной, градостроительной и строительной деятельности: пост. Минстройархитектуры Респ. Беларусь, 21 марта 2012 г., № 11.
6. Методические указания о порядке определения стоимости разработки документации проектного обеспечения строительной деятельности ресурсным методом: НЗТ 8.01.00-2014. – Введ. 01.07.2014. – Минск: Минстройархитектуры Респ. Беларусь, 2014.
7. 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.
8. Мартынов, С.А. Определение стоимости разработки документации проектного обеспечения строительной деятельности ресурсным методом / С.А. Мартынов, Г.В. Ковалева, И.Н. Палхович // Строительство и ценообразование. - 2015. - №1(3). – С. 35–40.

Материал поступил в редакцию 30.12.15

KUZMICH P.M., SRYVKINA L.G., VASILIUK A.A., STANCHUK V.V. Adapted application to calculate the cost of developing the project documentation to ensure construction activities «OSTORD»

An analysis of approaches to determining the cost of project documentation development in Belarus is performed. The method for automating calculations using the application «OSTORD» is proposed.

УДК 624.014.2

Надольский В.В.

АНАЛИЗ РАСЧЕТНЫХ МОДЕЛЕЙ СОПРОТИВЛЕНИЯ ЛОКАЛЬНОЙ НАГРУЗКЕ СТАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Введение. Вопросы обеспечения сопротивления стальных элементов на действие локальной нагрузки являются достаточно обособленными, но очень важными при исследовании работы тонкостенных конструкций. Несмотря на значительное внимание, они представляют обширную область для дальнейших исследований. В местах приложения таких нагрузок в стенке балки возникает сложное напряженное состояние. При этом значительную часть суммарного поля напряжений составляют местные напряжения. Исследование напряженно-деформированного состояния тонкостенного стержня осуществляется путем расчленения его на ряд составляющих плоских пластин, каждая из которых загружается нормальными и касательными усилиями взаимодействия.

В связи с введением с января 2010 г в Республике Беларусь ТКП по проектированию строительных конструкций, идентичных соответствующим Европейским нормам (Еврокодам), появился ряд вопросов требующих детального изучения. К таким вопросам относятся: изучение методов и принципов, заложенных в Европейских нормах, комплексное изучение процесса проектирования и конструирования, сопоставление отдельных проверок элементов и ряд других.

Анализ моделей сопротивления сечений стальных элементов (проверки прочности сечений, подверженных действию изгибающего момента, продольной силы, сдвигу) без учета эффектов потери местной устойчивости по документам СНиП II-23 [1], Еврокод 3 [2], показывает, что они практически совпадают. Однако в ряде случаев расчетные модели сопротивления различаются. В частности анализ моделей сопротивления центральному сжатию при проверках устойчивости (сопротивление продольному изгибу) стального элемента [3] показал, что расхождения в значениях коэффициента продольного изгиба для наиболее распространенных случаев достигают 20%. Наиболее существенно различаются модели сопротивления, учитывающие потерю местной устойчивости. Предварительный анализ моделей сопротивления локальной нагрузке, так же свидетельствует о существенных различиях в оценке несущей способности.

Отмеченные существенные различия вызывают острые дискуссии при внедрении Еврокодов в практику проектирования в Республике Беларусь. С одной стороны модели сопротивления принятые в Еврокодах являются одними из наиболее современных. С другой стороны расчетные модели национальных норм [1] проверены прак-

тикой проектирования и являются состоятельными (не являются причинами разрушений).

В статье освещено современное состояние вопроса расчета стальных конструкций на действие локальной нагрузки. Детально рассмотрены основные теоретические предпосылки, положенные в основу Еврокода 3 [2]. Автором предпринята попытка сравнить методики расчета в первом приближении на основе результатов анализа теоретических предпосылок и расчетных моделей сопротивления локальной нагрузке стальных элементов.

Общие положения расчета элемента при действии локальной нагрузки. Определение сопротивления элемента действию локальной нагрузки представляет собой теоретически сложную задачу. В связи с этим, первоначально большее распространение получили эмпирические расчетные модели, основанные на экспериментальных данных. Впоследствии, были развиты расчетные модели, основанные на механической идеализации процесса отказа. Для таких моделей выделяют две основные формы отказа. Первая определяется текучестью материала под нагрузкой, а вторая связана с потерей местной устойчивости стенки.

На основании этих форм отказа рассматривают несколько возможных стадий работы элемента. Первую стадию выделяют до потери местной устойчивости стенки от действия локальной нагрузки. При этом критерием наступления предельного состояния является достижение предела текучести или критической силы (напряжений) потери устойчивости. Как правило, на основании энергетических критериев устойчивости и вариационных принципов получены точные решения для критических сил (напряжений) для отдельных частных случаев конструктивных решений. Однако критические напряжения характеризуют только момент наступления потери местной устойчивости стенки, но не полное исчерпание сопротивления элемента.

Экспериментально и теоретически установлена возможность увеличения нагрузки на элемент после потери местной устойчивости стенки отсека при действии локальной нагрузки. В этом случае рассматривают закрытую стадию работы стенки отсека, при которой часть стенки теряет устойчивость. Такой подход позволяет учесть значительный резерв сопротивления локальной нагрузке

Надольский Виталий Валерьевич, к.т.н., старший преподаватель кафедры «Металлические и деревянные конструкции» Белорусско-го национального технического университета.

Беларусь, БНТУ, 220027, г. Минск, пр. Независимости, 65.