

Представленные в работе результаты позволяют говорить о возможности создания эффективных цементно-песчаных изделий, армированных фиброматериалами (отходы химических производств). Установлено, что введение в цементно-песчаные смеси фибр и пластификатора С-3 оказывает положительное влияние на физико-механические свойства цементно-песчаных изделий.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Метод определения водопоглощения: ГОСТ 12730.3-78: взамен ГОСТ 12730-67; введ. 22.12.1978. – Москва, 1998.
2. Бетоны. Методы определения истираемости: ГОСТ 13087-81: взамен ГОСТ 13087-67; введ. 22.05.1981. – Москва, 1998.
3. Цементы. Методы определения предела прочности при изгибе и сжатии: ГОСТ 310.4-81: взамен ГОСТ 310.4-76; введ. 21.08.1981. – Москва, 1998. – 17 с.

УДК 338.001.36

Кочурко А.Н., Черноиван А.В.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРОЕКТНЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

1. ВВЕДЕНИЕ

Инвестиционная деятельность осуществляется на основе инвестиционных проектов – совокупности документов, характеризующих проект от его замысла до достижения заданных показателей эффективности и охватывающих, как правило, прединвестиционную, инвестиционную, эксплуатационную и ликвидационную стадии реализации. Субъектами инвестиционной деятельности выступают все участники строительного процесса: инвестор, заказчик, подрядчик, проектировщик, пользователи объектов инвестиционной деятельности, которые являются независимыми организациями и имеют разные цели и задачи. Основной целью инвестора (заказчика) является сооружение объекта и ввод его в эксплуатацию при условии *минимизации* капитальных вложений в наиболее короткие сроки и получение максимально возможного дохода. Главной целевой задачей подрядчика – достижение *максимума* рентабельности, т.е. увеличение прибыли при снижении фактических затрат и выполнении условий договора подряда в установленные сроки.

В строительстве чрезвычайно велика вариантность достижения конечных результатов. Объекты строительства одинакового назначения могут быть запроектированы с различными объемно-планировочными и конструктивными решениями: в сборном или монолитном железобетоне, металле, каменных конструкциях, дереве и их сочетаниях. При реализации проектных решений могут быть использованы различные технологии, привлечены разные строительные машины и разное количество трудовых ресурсов, обеспечены различные темпы производства работ. Продукция строительного производства неподвижна, имеет территориальную привязку, что приводит к повышенной зависимости от местных условий, природных и геологических особенностей строительных площадок, удаленности от баз строительных организаций и т.п. Поэтому даже при использовании типовых проектов производится их привязка к месту строительства, что влияет на объемы и методы выполнения отдельных работ и соответственно итоговую цену продукции.

Выбор проектного решения – многофакторная задача, при решении которой практически не существует единого критерия оценки качества проекта. Так, например, при выборе проекта кинотеатра, возводимого в жилом микрорайоне, является важным не только верный расчет числа зрительных мест, но и соответствие набора и качества его помещений требованиям, предъявляемым к нему жителями, а также эстетическая оценка здания и возможность его строительства силами подрядных строительных организаций региона из имеющихся материалов и конструкций. Стоимость здания соизмеряется с состоянием бюджета заказчика. При оценке проекта производственного здания проверяется, отвечает ли здание по мощности (вместимости) целям, которые перед ним ставятся; соответствует ли проект той технологии производства, которая является наиболее эффективной, и рассчитывается стоимость осуществления проекта.

В стоимостной форме показатели эффективности инвестиций могут отражать как *общую (абсолютную)*, так и *сравнительную (относительную)* экономическую эффективность затрат. Показатели **сравнительной эффективности** используются для целей выбора наиболее рационального решения (варианта). Показатели **общей эффективности** позволяют оценить эффективность вкладываемого капитала по выбранному инвестиционному проекту. Если для расчета сравнительной экономической эффективности достаточно учесть только изменяющиеся по вариантам части затрат и результата, то при определении общей экономической эффективности учитываются полностью все затраты и в полном объеме результат, обусловливаемый этими затратами. При вариантном анализе инвестиций показатели сравнительной эффективности должны дополняться показателями общей эффективности затрат, т.к. выбранное решение должно соответствовать требуемой инвестором норме дохода на вкладываемый капитал.

До настоящего времени в Республике Беларусь для экономического сравнения вариантов объемно-планировочных и конструктивных решений применяются методы, ориентированные на плановую экономику на основе затратного подхода. В их основе лежат такие критерии, как общий народнохозяйственный эффект или эффект для отрасли народного хозяйства, и не учитываются доходы, приносимые объектом недвижимости. Эти методы базируются на СН 509-78 [1], утвержденных еще в 1978 году. С другой стороны, действующие менее десяти лет правила по разработке бизнес-планов инвестиционных проектов [2], в основу которых заложен доходный подход, не применяются на практике для оценки экономической эффективности вариантов конструктивных решений в строительстве.

На кафедре экономики и организации строительства УО БрГТУ разработан ряд методик [3, 4, 5, 6] на общей методологической основе, которые позволяют оценить эффективность предлагаемых проектных решений [1]. При применении типовых материалов и конструкций на стадии проектирования не возникает проблем с определением их сметной стоимости, однако проектирование индивидуальных конструкций предполагает калькулирование сметной стоимости на стадии изготовления.

В данной работе рассматриваются основные условия сопоставимости вариантов решений, методологические подходы к экономическому сравнению вариантов конструктивных решений, особенности методики расчета сметной стоимости конструкции в деле для железобетонных, металлических и деревянных конструкций. При разработке методики использовались наработки советских ученых в области технико-экономических основ проектирования конст-

рукций [7, 8, 9, 10], нормативные документы МАиС РБ [11], а также данные крупнейших производителей несущих конструкций: ОАО «Гомельский комбинат строительных конструкций» [12], КПД № 2 КУП «Брестжилстрой» [13] и ОАО «Светлогорский ДСК» [14].

2. УСЛОВИЯ СОПОСТАВИМОСТИ ВАРИАНТНЫХ РЕШЕНИЙ

Задача проектирования в общем случае заключается в принятии рационального конструктивного решения здания или сооружения. В связи с тем, что в каждом конкретном случае решений может быть несколько, сам процесс проектирования принимает вариантный характер, когда из уже имеющихся типовых или вновь разрабатываемых конструктивных решений может быть выбрано наиболее эффективное для заданных условий конкретного объекта.

Для правильной оценки сравниваемых вариантов должны быть обеспечены условия их сопоставимости, которые делятся на общие условия сопоставимости, распространяемые на здание или сооружение в целом, и на частные условия сопоставимости, относящиеся к отдельным конструктивным элементам проектируемого здания или сооружения.

К **общим условиям** сопоставимости относятся:

- **Сопоставимость конструкций по назначению.** Это требование естественно, т.к. невозможно сравнивать конструкции, которые играют разную конструктивную роль в здании, например элементы каркаса и стенового ограждения.

- **Одинаковые условия работы.** Это означает, что влияющие на работу конструкции динамические и статические (ветровые, снеговые, сейсмические и другие) нагрузки, условия внешней среды, например ее агрессивность, условия эксплуатации и др. должны быть одинаковыми. Если это условие не соблюдено, то варианты несравнимы.

- **Единый уровень цен** для показателей стоимости по вариантам на аналогичные конструкции и материалы, с применением единой сметно-нормативной базы, рассчитанной для условий одного и того же района строительства.

- **Единый уровень цен** на эксплуатационные расходы, тепловую и электрическую энергию и воду.

- **Единый момент времени,** к которому приводятся все виды затрат и результатов.

- **Одинаковая детальность** разрабатываемых вариантов решений.

- **Сравнимые производственные условия** возведения конструкций, то есть должно быть выделено на строительные работы одинаковое по вариантам количество трудовых и материальных ресурсов.

При оценке отдельных вариантов строительных конструкций, кроме общих условий сопоставимости, должны обеспечиваться и следующие **частные условия**:

- Конструкции рассчитываются на одинаковые полезные, ветровые и снеговые нагрузки.

- Сравнение конструкций производится или в деле, или при равной степени их законченности и при равном соответствии техническим нормам.

При сравнении конструктивных решений используется **принцип расчета на «разность»**. Зачастую в зданиях и сооружениях по вариантам изменяется только часть конструктивных решений, остальные конструкции могут оставаться без изменений. Принцип расчета на разность позволяет производить экономическую оценку только изменяющихся элементов. При этом необходимо учитывать все изменения во взаимосвязанных конструкциях, которые вызваны внесением в проект новых элементов, или доказать, что этих изменений не

произойдет. Так, изменение в конструкции плит покрытия требует учета всех изменений в несущих фермах, колоннах и фундаментах. Если при различных вариантах решения конструктивного элемента изменяются объемы работ по смежным конструктивным элементам, то для сравнимости необходимо учитывать разницу в затратах по смежным элементам. Изменения в смежных элементах вызываются следующими факторами:

- различным собственным весом,
- неодинаковым очертанием верхнего и нижнего поясов ферм или балок покрытий,
- неодинаковым расстоянием между температурными швами,
- различным креплением рассматриваемых конструкций к смежным конструкциям и пр.

При сравнении ограждающих конструкций отапливаемых зданий, когда сопротивление теплопередаче их различно, необходимо учитывать разницу в единовременных и эксплуатационных затратах на отопление.

К частным условиям сопоставимости относятся также условия, вызываемые специфическими требованиями к зданиям или сооружениям, связанными с их назначением, например такие, как освещенность, санитарно-гигиенические условия труда, размещение технологического оборудования и т.п.

3. ПОДХОДЫ К СРАВНЕНИЮ ВАРИАНТОВ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ

Сравнение конструкций при вариантном проектировании производится на основе системы технико-экономических показателей, позволяющей получить достаточно полную информацию об экономических последствиях принятия того или иного конструктивного решения. Существует два принципиально различных подхода в теории экономической эффективности:

- **затратный подход**, основанный на предположении, что лучше тот вариант, в котором в конечном счете меньше затраты на всех стадиях жизненного цикла проекта. Основным обобщающим показателем здесь являются приведенные затраты (Z);

- **доходный подход**, основанный на предположении, что лучше тот вариант, в котором в конечном счете больше доходы на всех стадиях жизненного цикла проекта. Основным обобщающим показателем здесь является чистая текущая стоимость (NPV).

При затратном подходе

Интегральный экономический эффект ($\mathcal{E}_{инт}$) от применения конечного решения складывается на трех стадиях реализации проекта: изготовления конструкций, строительного производства и эксплуатации объекта в течение жизненного цикла. Например, сокращение продолжительности строительства часто сопровождается увеличением стоимости конструкций, более дешевые здания могут быть дороги в эксплуатации, дешевые конструкции имеют меньший срок службы и т.д.

$$\mathcal{E}_{инт} = \mathcal{E} + \mathcal{E}_t^{ср} + \mathcal{E}_{эсн} \quad (1)$$

Методика расчета экономического эффекта от сокращения продолжительности возведения объекта ($\mathcal{E}_t^{ср}$), экономического эффекта в сфере эксплуатации объекта ($\mathcal{E}_{эсн}$), капитальных вложений в базу при расчете приведенных затрат одинакова для всех видов строительных конструкций и в данной статье не рассматривается.

При этом экономический эффект от сокращения приведенных затрат (\mathcal{E}) определяется как разность величин приведенных затрат за расчетный срок экс-

платации (T_{max}). Экономический эффект от сокращения приведенных затрат определяется с учетом фактора времени, то есть учитывается нормативный срок службы конструкций по вариантам (T_i). За расчетный срок эксплуатации (T_{max}) принимается наибольший из нормативных сроков службы конструкций по рассматриваемым вариантам (T_i).

Приведенные затраты (Z_i) за срок службы i -го конструктивного элемента (T_i) определяются по формуле:

$$Z_i = C_i^{ср6} + E_n \cdot K_i, \quad (2)$$

где K_i – капитальные вложения в основные производственные и оборотные фонды строительной организации по i -му конструктивному элементу, приходящиеся на возведение данного объекта, руб./год. (Методика определения в данной статье не рассматривается [1]);

$E_n \cdot K_i$ – плата за капитал, вложенный в основные производственные и оборотные фонды строительной организации за время возведения i -го конструктивного элемента, руб.;

$C_i^{ср6}$ – расчетная себестоимость СМР для i -го конструктивного элемента по сравниваемым вариантам проектных решений представляет собой *стоимость конструкций в деле*, т. е. стоимость конструкций, установленных в проектное положение.

При доходном подходе

Общий экономический эффект инвестора $\mathcal{E}_{инв}$ от использования более выгодного варианта конструктивного решения определяется как превышение чистой текущей стоимости одного из вариантов над чистой текущей стоимостью другого по формуле:

$$\mathcal{E}_{инв} = NPV_{min} - NPV_{max}. \quad (3)$$

Чистая текущая стоимость по варианту конструктивного решения NPV за период эксплуатации конструктивного элемента T определяется по следующей формуле:

$$NPV = \sum_{t=1}^T \frac{ЧД_t - K_t}{(1 + R_{инв})^t} = \sum_{t=1}^T \frac{ЧД_t}{(1 + R_{инв})^t} - C^*, \quad (4)$$

где K_t – величина капвложений в конструктивный элемент, освоенных в t -м году, руб./год;

$R_{инв}$ – реальная ставка дисконтирования для инвестора, руб./руб./год;

C^* – сметная стоимость конструктивного элемента для рассматриваемого варианта, руб.;

$ЧД_t$ – общий чистый доход инвестора в t -м году, руб./год.

Оптимальный вариант конструктивного решения здания или сооружения с точки зрения инвестора – это вариант, имеющий максимальную чистую текущую стоимость:

$$NPV_t^*(C^*) \rightarrow \max. \quad (5)$$

При сравнении двух вариантов конструктивных решений с использованием методики расчета $ЧД_t$ и $R_{инв}$, разработанной на кафедре ЭиОС [4, 5], в результате ряда преобразований формула расчета экономического эффекта инвестора приобретает вид (6). В случае если производится замена нескольких конструкций, то NPV рассчитывается для каждой конструкции и суммируется по варианту в целом

$$\begin{aligned}
 \Delta_{\text{вне}} = NPV_2 - NPV_1 = f_2 \cdot h_2 \cdot \left[(1 - h_n) \cdot h_n \cdot \frac{C_2^k}{T_2^k} \right] + \\
 + \frac{(1 - h_n) \cdot (P_{i_2}^k - I_i^k(C_2^k)) + [h_n - (1 - h_n) \cdot h_n \cdot T_2^k] \cdot \frac{C_2^k}{T_2^k}}{R_{\text{вне}}} - f_2 \cdot C_2^k - \\
 - f_1 \cdot h_1 \cdot \left[(1 - h_n) \cdot h_n \cdot \frac{C_1^k}{T_1^k} \right] + \\
 + \frac{(1 - h_n) \cdot (P_{i_1}^k - I_i^k(C_1^k)) + [h_n - (1 - h_n) \cdot h_n \cdot T_1^k] \cdot \frac{C_1^k}{T_1^k}}{R_{\text{вне}}} - f_1 \cdot C_1^k,
 \end{aligned}
 \tag{6}$$

где NPV_2 – чистая текущая стоимость по второму варианту, руб.;

NPV_1 – чистая текущая стоимость по первому варианту, руб.;

f_1, f_2 и h_1, h_2 – коэффициенты, зависящие от нормативного срока эксплуатации конструкции и реальной ставки дисконтирования для инвестора по вариантам, (формулы (21) и (22) [5]);

h_n, h_n – ставки налогов на прибыль и на недвижимость, одинаковые по вариантам, доля единицы;

C_1^k и C_2^k – сметная стоимость конструктивного элемента для рассматриваемого варианта, руб.;

T_1^k и T_2^k – нормативный срок эксплуатации конструкции по вариантам, лет;

$P_{i_1}^k, P_{i_2}^k$ – балансовая прибыль инвестора, руб./год., без учета годовых амортизационных отчислений $A_{O_i}^k$ и ежегодных затрат на текущий ремонт и техническое обслуживание I_i^k по рассматриваемому конструктивному элементу по вариантам;

$I_i^k(C_1^k), I_i^k(C_2^k)$ – ежегодные затраты на текущий ремонт и техническое обслуживание (отопление, освещение, очистка от снега и др.) по рассматриваемому конструктивному элементу по вариантам, руб./год.

Методика оценки экономической эффективности вариантов конструктивных решений на основе доходного подхода позволяет выбрать оптимальный вариант конструктивного решения здания или сооружения с точки зрения инвестора. Приведенная методика оценки экономической эффективности конструктивных решений в строительстве основана на доходном подходе (рассчитывается чистый доход, приносимый объектом) и дисконтировании денежных потоков, что соответствует правилам по разработке бизнес-планов инвестиционных проектов [2].

При доходном подходе не до конца решена проблема определения прироста чистого дохода по вариантам в зависимости от факторов, которые сложно формализовать и дать стоимостную оценку. Определение P_i^k в рассматриваемой методике представляет наибольшую сложность. Прибыль от применения конструкции может проявляться в коммерческих объектах за счет повышения рыночной цены продажи или ставок арендной платы. Такое повышение может происходить за счет более полного удовлетворения потребностей заказчика по дизайну, удобству использования и другим характеристикам без учета изменения сметной стоимости конструкций. Для определения P_i^k можно использовать методы рыночного подхода, применяемые при оценке недвижимости, в частности метод сравнительных продаж с применением поправок на физические характеристики. Наиболее реально собрать информацию по ставкам арендной платы. На изменение ценности объ-

екта для потребителя в зависимости от характеристик его полезности большое влияние оказывает назначение объекта. В большей степени изменению подвержены торговые объекты, офисные помещения. Для жилья изменения могут учитываться при переходе в более высокую категорию по степени комфортности: жилье низких потребительских качеств, социальное жилье нормативных потребительских качеств, жилье повышенной комфортности, элитное жилье. Для производственных зданий, где прибыль получается в результате производственного процесса и выпуска продукции, влияние конструктивного решения минимально.

При использовании как затратного, так и доходного подхода в случае применения индивидуальных, нетиповых или вновь разработанных конструкций большую роль играет корректность расчета их сметной стоимости.

4 ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА СМЕТНОЙ СТОИМОСТИ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ РАЛИЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Сметная или сметно-расчетная стоимость любых типов и видов конструкций в деле, учитывающая стоимость изготовления конструкций, транспортирования, монтажа и огнезащиты, руб., может быть представлена в следующем виде:

$$C_{\theta} = C_{з.д.к.} + C_{тр} + C_{сб} + C_{м} + C_{оз} + C_{окр} + C_{всп} + C_{вр} + C_{зп} + C_{рез}, \quad (7)$$

где $C_{з.д.к.}$ – заводская стоимость конструкции;

$C_{тр}$ – транспортные расходы (включая заготовительно-складские расходы) по доставке материалов от предприятий-изготовителей или поставщиков до приобъектного склада определяются для большинства материалов в процентах от стоимости материалов в зависимости от зоны строительства;

$C_{сб}$ – стоимость укрупнительной сборки;

$C_{м}$ – стоимость установки в проектное положение (монтажа);

$C_{оз}$ – стоимость огнезащитной окраски деревянных элементов;

$C_{окр}$ – стоимость отделки и окраски конструкций и стальных элементов в построечных условиях;

$C_{всп}$ – стоимость различных вспомогательных работ, необходимых для возведения конструкции в соответствии со сметой;

$C_{вр}$, $C_{зп}$ – затраты на временные здания и сооружения и на зимние удорожания соответственно;

$C_{рез}$ – резерв средств на непредвиденные работы и затраты подрядчика, служит для возмещения затрат, возникающих при производстве работ, в случае изменения по инициативе подрядной организации способов выполнения работ, замены механизмов, а также в установленном порядке отдельных строительных конструкций и материалов, предусмотренных в проектно-сметной документации, без ухудшения технических характеристик.

Сметная стоимость укрупнительной сборки $C_{сб}$, монтажа $C_{м}$, окраски $C_{окр}$ и других работ $C_{всп}$ для типовых конструкций определяется по сборникам НРР, текущим ценам на ресурсы или по сметам. Для новых типов конструкций эти стоимости рекомендуется определять на основе индивидуальных единичных расценок и на основе калькуляций, разработанных организациями, проектирующими и внедряющими в практику подобные конструкции.

В настоящее время отпускная цена строительных конструкций определяется согласно [11], при этом при калькулировании себестоимости по статьям расходов устанавливаются следующие группы затрат: сырье и основные материалы, возвратные отходы (вычитаются), вспомогательные материалы, различные виды топ-

лива и энергии, основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих, отчисления на социальные нужды, общепроизводственные и общехозяйственные расходы, налоги и отчисления, коммерческие расходы. Различия в составе затрат на материалы, наборе операций при расчете заводской стоимости представлены в таблице. Порядок расчета стоимости и трудозатрат по отдельным элементам конструкции разработан на кафедре ЭиОС и в данной работе не приводится [15, 16, 17, 18]. Для определения затрат труда на изготовление ЖБК разработана программа «Трудоемкость изготовления железобетонных конструкций» в среде *Visual Basic for Application (VBA)*. Данная программа при верном вводе исходных данных позволяет определять как суммарную трудоемкость изготовления бетонных или железобетонных конструкций, так и трудозатраты на каждую из технологических операций производства готовой продукции.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

До настоящего времени рассматриваемая в статье проблема вариантного проектирования в полном объеме не находит отражения в практике проектирования в строительном комплексе Республики Беларусь. На фоне отказа от теории эффективности, основанной на приведенных затратах, применявшейся в условиях СССР, в практике принятия инвестиционных решений до сих пор не приняты нормативные акты, регламентирующие степень проработки вариантов конструктивных решений, оценку их доходности в течение всего жизненного цикла объекта недвижимости.

Для определения эффективности проектного решения по применению тех или иных конструкций важную роль играет правильный расчет стоимостных показателей в сопоставимых ценах, что является залогом корректных расчетов интегрального экономического эффекта как затратным, так и доходным методом. В настоящее время в строительном комплексе производится попытка перехода на расчеты в текущих ценах. На стадии проектирования, технико-экономического обоснования, особенно когда нет привязки к срокам, объектам, исполнителям, в расчетах эффективности целесообразно использовать базисные (сопоставимые) цены с детальной проработанной общегосударственной нормативной базой, обеспечивающей сопоставимость расчетов.

Сравнительный анализ развернутых показателей вносит элемент научного исследования и поиска при разработке основного варианта здания или сооружения. В процессе разработки основного варианта, варьируя конструктивными решениями отдельных элементов и узлов, материалами для изготовления элементов, способами производства работ, можно улучшить некоторые показатели в системе развернутого технико-экономического сравнения. Не все еще исходные данные в настоящее время можно найти в нормативных источниках. Поэтому их необходимо собирать в проектных и научно-исследовательских организациях, занимающихся проектированием и исследованием современных конструкций или на предприятиях, изготавливающих подобные и аналогичные конструкции.

Вариантное проектирование и его экономическая оценка являются действенным инструментом в подготовке высококвалифицированных кадров инженеров-строителей, так как дают возможность в комплексе изучать вопросы взаимозаменяемости конструкций, технологий, методов организации работ с обоснованием правильности принятия решения по выбранным критериям. В этой связи мы считаем целесообразным в планах подготовки специальности ПГС усилить комплексность в курсовом проектировании по строительным конструкциям по проектированию одного объекта в различных конструктивных решениях с обязательной экономической оценкой вариантов, ввести в учебные планы курсовую работу по «Экономике строительства».

Таблица – Особенности расчета заводской стоимости конструкций из различных материалов

Показатель	Сборные железобетонные конструкции [15, 16]	Металлические конструкции [16]	Деревянные конструкции [18]
Заводская стоимость строительной конструкции	$C_{з.к.} = (ПЗ_{изг} + ОХРиОПР_{изг}) \cdot K_{ком} + Пр_{изг}$		
Прямые затраты завода-изготовителя	$ПЗ_{изг} = C_{о.м.} + C_{э.э.} + C_{м.э.} + C_{фот}$ $ПЗ_{изг} = C_{о.м.} + C_{суш} + C_{э.э.} + C_{м.э.} + C_{фот} + C_{ант} + C_{окр.э.э.}$		
Стоимость дополнительных заводских операций	$C_{э.э.}$ – стоимость электрической энергии на технологические цели, руб.;		
	$C_{м.э.}$ – стоимость тепловой энергии на технологические цели, руб.		
Стоимость основных материалов	$C_{о.м.} = C_{б} + C_{ст} + C_{дон} = C_{б} + C_{а} + C_{н} + C_{г.д.} + C_{дон}$	$C_{о.м.} = C_{осн} + C_{всп}$	Для КДК: $C_{о.м.} = \sum (V_{гнКДК} \cdot C_{гн} - V_{ант} \cdot C_{ант}) + C_{ст} + C_{см.ст.}$
	<p>$C_{б}$ – стоимость бетонной смеси, включающая затраты на цемент, крупный и мелкий заполнители [8];</p> <p>$C_{ст}$ – стоимость арматурной стали, включающая затраты на элементы ненапрягаемой арматуры ($C_{а}$), элементы напрягаемой арматуры ($C_{н}$) и закладные детали ($C_{г.д.}$);</p> <p>$C_{дон}$ – стоимость дополнительных затрат (стоимость утеплителя, отделочных материалов и т.д.), необходимых для обеспечения теплоизоляционных, декоративных или других регламентируемых параметров бетонных или ЖБК.</p>	<p>$C_{осн}$ – стоимость основных деталей, воспринимающих силовые воздействия, руб.;</p> <p>$C_{всп}$ – стоимость вспомогательных деталей, обеспечивающих неизменяемость и устойчивость основных элементов (ребра жесткости, диафрагмы, фасонки, прокладки, стыковые элементы), руб.</p>	<p>Определение расхода пиломатериалов производится с учетом раскроя пиломатериалов на черновые заготовки, изготовления заготовочных блоков и объема конструкции в деле. Формулы расчета с коэффициентами, учитывающими отходы древесины на технологических переделах при механической обработке, разработаны в зависимости от вида конструкций [7, 10]:</p> <ul style="list-style-type: none"> • для отдельного элемента из цельной древесины; • на изготовление деревянных конструкций из круглого леса; • на изготовление элементов из досок и брусьев; • для металлодеревянной конструкции с элементами из цельной древесины; • для отдельного клееного элемента из досок; • на изготовление клееных деревянных конструкций (КДК); • для клефанерной конструкции; • для клееной конструкции, из готового клееного бруса.

Продолжение таблицы

Фонд оплаты труда основных производственных рабочих $C_{ФОТ} = \sum_{i=1}^n (C_{в.ш}^i \cdot T_{ш.б}^i) \cdot K_{меж.отр} \cdot K_{нар.ст} \cdot K_{прем} \cdot (1 + K_{снт.ш}/100) \cdot (1 + K_{ф.жс}/100)$

Трудо- ем- кость изготовле- ния	$T_K = T_{\delta} + T_a + T_n + T_{z.o} + T_y + T_{н.н} + T_{\phi} + T_{з.с.}$	$T_K = T_{об} + T_{сб} + T_{св} + T_{н.п.н.}$	Трудоёмкость изготовления деревянных элементов кон- струкций складывается из транспортных операций, поперечно- го раскроя, первичной торцовки досок, острожки, опилива- ния концов досок на «зубчатый шип», склейки заготовочных блоков
	T_{δ} – трудовые затраты на изготовление бетонной смеси; T_a – то же ненапрягаемой арматуры; T_n – то же напрягаемой арматуры; $T_{z.o}$ – то же закладных деталей; T_y – трудоёмкость укладки нена- прягаемой арматуры и заклад- ных деталей в формы; $T_{н.н}$ – трудоёмкость комплекса работ по натяжению напрягае- мой арматуры; T_{ϕ} – трудоёмкость формования изделий; $T_{з.с.}$ – трудоёмкость операций по повышению заводской готовности	$T_{об}$ – трудовые затраты на обработку детали; $T_{сб}$ – трудоёмкость сборки конструкции; $T_{св}$ – трудоёмкость сварки конструкции; $T_{н.п.н.}$ – трудозатраты нанесения лакокрасочного покрытия, содержащие затраты труда на зачистку, нанесение модификатора ржавчины, грунтовки и краски	Трудоёмкость сборки конструкций из заготовочных эле- ментов определяется суммарной трудоёмкостью операций транспортирования заготовочных деталей в процессе сборки, приторцовки элементов в узлах, образования необходимых отверстий, постановки болтов, забивки гвоздей
			Трудоёмкость изготовления стальных элементов состоит из трудоёмкости правки металла, разметки, резки, образова- ния отверстий, нарезки резьбы, сварки, огрунтовки и внутри- заводских транспортных операций
			При изготовлении большепролетных конструкций трудо- ёмкость изготовления КДК необходимо умножать на коэф- фициент сложности K_C , учитывающий увеличение трудоём- кости изготовления таких конструкций, а также отдельно учитывать гвоздевую запрессовку конструкций на специаль- ных стапелях, при изготовлении армированных конструкций учитывать дополнительные затраты труда на вклеивание ар- матурных стержней

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Инструкция по определению экономической эффективности использования в строительстве новой техники, изобретений и рационализаторских предложений: СН 509-78. – Введ. 01.01.1979. – М.: Госстрой СССР, 1979. – 52 с.
2. Правила по разработке бизнес-планов инвестиционных проектов: утв. пост. Минэкономики 31 авг. 2005 г., № 158 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2005. – 8/13184.
3. Экономика строительства. Курсовое и дипломное проектирование: учебное пособие / А.Н. Кочурко [и др.]. – Минск: Издательство Грвцурко, 2012. – 396 с.
4. Антонюк, Я.С. Методика оценки экономической эффективности вариантов конструктивных решений / Я.С. Антонюк, А.Н. Кочурко // Актуальные проблемы экономики строительства: материалы Респ. науч.-практ. конф., Минск, 25–26 апр. 2008 г. / Белорус. гос. техн. ун-т; редкол.: Л.К. Корбан [и др.]. – Минск, 2009. – С. 13-22.
5. Антонюк, Я.С. Экономическое обоснование объемно-планировочных и конструктивных решений зданий и сооружений на основе доходного подхода: методические указания для студентов для студентов специальности 1-70 02 02 «Экспертиза и управление недвижимостью» и 1-27 01 01 «Экономика и организация строительства» дневной формы обучения / Я.С. Антонюк, А.Н. Кочурко, Л.Г. Срывкина // Брест. гос. техн. университет. – Брест: БГТУ, 2013. – 21 с.
6. Кочурко, А.Н. Экономическое обоснование конструктивных решений зданий и сооружений на основе затратного подхода на базе НРР-2012: пособие / А.Н. Кочурко, Л.Г. Срывкина. – Брест: Издательство БрГТУ, 2012. – 80 с.
7. Лихтарников, Я.М. Техничко-экономические основы проектирования строительных конструкций: учеб. пособие для вузов / Я.М. Лихтарников, Н.С. Летников, В.Н. Левченко. – Киев-Донецк: Вища школа. Головное изд-во, 1980. – 240 с.
8. Михайлов, К.В. Производство сборных железобетонных изделий / К.В. Михайлов, К.М. Королев. – М.: Стройиздат, 2008. – 447 с.
9. Кудишин, Ю.И. Металлические конструкции: учебник для студ. высш. учеб. заведений / Ю.И. Кудишин, Е.И. Беленя, В.С. Игнатъева; под ред. Ю.И. Кудишина. – 11-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 688 с.
10. Иванов, В.А. Конструкции из дерева и пластмасс / В.А. Иванов, В.З. Клименко. – Киев: Вища школа. Головное изд-во, 1983. – 279 с.
11. Методические рекомендации по нормативному методу ценообразования в промышленности строительных материалов Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь: Приказ Минстройархитектуры Респ. Беларусь от 9 февр. 2011 г. № 28. – Режим доступа: <http://pravo.levonevsky.org/bazaby11/republic02/text909.htm>.
12. ОАО «Гомельский комбинат строительных конструкций» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.gomelksk.com/pub/index.php>.
13. КУП «Брестжилстрой» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.dsk-brest.by>.
14. ОАО «Светлогорский ДСК» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.sdsb.by>.
15. Черноиван, А.В. Определение отпускной цены бетонных и железобетонных конструкций в вариантно проектировании / А.В. Черноиван, А.Н. Юшкевич // Вестник Брестского государственного технического университета. – 2013. – № 3(81): Экономика. – С. 70-74.
16. Юшкевич, А.Н. Методы учета заводской стоимости бетонных и железобетонных конструкций в вариантно проектировании // Сборник конкурсных научных работ студентов и магистрантов: в 2 ч. / УО «Брестский государственный технический университет». – Брест, 2013. – Ч. 1. – С. 299-303.
17. Кухарев, Д.В. Определение прямых затрат изготовления металлических конструкций // Сборник конкурсных научных работ студентов и магистрантов: в 2 ч. / УО «Брестский государственный технический университет». – Брест, 2014. – Ч. 1. – С. 157-161.
18. Кочурко, А.Н. Техничко-экономическая оценка эффективности применения деревянных конструкций в строительстве / А.Н. Кочурко // Вестник Брестского политехнического института. – 2012. – № 1: Строительство и архитектура. – С. 136-140.