



ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

В. Н. Левченко¹, Н. А. Невгень², Е. А. Дмитренко³, Н. Л. Гаевская⁴
ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»,
Российская Федерация, Донецкая Народная Республика,
286128, г. о. Макеевка, г. Макеевка, ул. Державина, д. 2.
E-mail: ¹v.n.levchenko@donnasa.ru, ²n.a.nevgen@donnasa.ru, ³e.a.dmitrenko@donnasa.ru,
⁴gaevskya.n.l.-zpgsm.-53b@donnasa.ru

Получена 01 марта 2024; принята 22 марта 2024.

Аннотация. Для правильного определения экономической эффективности применения конструкций из различных материалов необходимо выбрать критерий и модель для установления приведенных затрат с учетом влияния основных факторов. По поводу критерия для оценки экономической эффективности и обоснования выбора вида и типа конструкций имеется несколько точек зрения; предлагаются и используются на практике различные критерии. В действующей «Типовой методике определения экономической эффективности капитальных вложений» за критерий экономической эффективности капитальных вложений по народному хозяйству принят прирост национального дохода, а показателем сравнительной экономической эффективности является минимум приведенных затрат. Известно, что в практике проектирования и строительства вид (материал) конструкций или конструктивных решений выбирают на основании результатов сопоставления таких показателей, как расход материалов в конструкции, масса конструкций, трудоемкость и продолжительность возведения, степень сборности, число типоразмеров конструкций, показатель рентабельности строительной организации. Минимум или максимум этих показателей не может в общем случае служить критерием, характеризующим эффективность применения тех или иных конструкций.

Ключевые слова: эффективность, рентабельность, оптовая цена, себестоимость, вероятность.

THE ECONOMIC BASIS FOR DETERMINING THE STRUCTURAL EFFICIENCY OF BUILDINGS AND STRUCTURES

Victor Levchenko¹, Nikolay Nevgen², Evgeniy Dmitrenko³, Nelya Gaevskaya⁴
FSBEI HE «Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture»,
Russian Federation, 286128, Makeevka, Derzhavin st., 2.
E-mail: ¹v.n.levchenko@donnasa.ru, ²n.a.nevgen@donnasa.ru, ³e.a.dmitrenko@donnasa.ru,
⁴gaevskya.n.l.-zpgsm.-53b@donnasa.ru

Received 01 March 2024; accepted 22 March 2024.

Abstract. In order to determine the cost-effectiveness of the use of different materials correctly, the criterion and model for setting the present value must be chosen, taking into account the influence of the main factors. There are several views on the criteria for assessing cost-effectiveness and justifying the choice of type of structures: various criteria are proposed and used in practice. In the current «Typical Methodology for Determining the Economic Efficiency of Capital Investments» the criterion for the economic efficiency of capital investments for the national economy is the increase in national income, and the indicator of comparative economic efficiency is the minimum incurred costs. It is known that in practice of design and



construction, the type (material) of constructions or structural solutions is chosen based on a comparison of indicators such as material consumption in construction, weight of constructions, labor intensity and duration of construction, degree of assembly, number of standard sizes of constructions, and profitability of the construction organization. The minimum or maximum value of these indicators cannot serve as a criterion characterizing the efficiency of using certain constructions in general.

Keywords: efficiency, profitability, wholesale cost, property, probability.

Формулировка проблемы

Рассмотрим ряд локальных критериев.

Строительные организации нередко предлагают заменять предусмотренные в проектах монолитные железобетонные или бетонные конструкции на сборные железобетонные; возводить жилые, общественные и производственные здания со стенами не из кирпича, а полносборными, мотивируя это только тем, что необходимо повысить производительность труда.

В строительных организациях производительность труда измеряют выработкой в рублях на одного работающего в год. При этом получается, что при сборных фундаментах под колонны, например, которые дороже монолитных в 1,5–2 раза и изготовление которых требует больших затрат труда, выработка в рублях на одного работающего в строительстве будет выше в 2,5–3,6 раза. Исходя из этого, необходимо совершенствовать методы измерения производительности труда в строительстве для правильного отбора и внедрения в практику конструктивных решений, способствующих повышению производительности общественного труда.

Основной материал исследования

Одним из основных показателей является стоимость конструкции «в деле» [3, 6, 7]. При сопоставлении конструкций, выполненных из одного материала, при одинаковых сроках службы и затратах на их эксплуатацию в большинстве случаев обоснованный выбор конструкций можно сделать только по результатам сравнения показателей стоимости изготовления, транспортирования и возведения конструкций (т. е. стоимости конструкции «в деле»). Однако минимум стоимости конструкций «в деле» не всегда может быть критерием эффективности даже при сравнении между собой конструкций из одного материала. Решить вопрос об экономической

эффективности конструкций можно только сопоставляя показатели приведенных или суммарных народнохозяйственных затрат, определяемых с учетом стоимости конструкций «в деле» (единовременных затрат), капитальных вложений в базу, эксплуатационных расходов и фактора времени. Таким образом, в качестве решающего показателя, характеризующего экономическую эффективность конструкций, должен приниматься показатель приведенных затрат. Вариант, для которого приведенные затраты минимальны, является и экономически наиболее эффективным.

Приведенные затраты по вариантам конструкций Π определяли по формуле:

$$\Pi = C_n + E_n K \quad (1)$$

или по формуле:

$$\Pi = \mathcal{E} + E_n C \quad (2)$$

где C_n – себестоимость производства конструкций;

K – капитальные вложения в производство конструкций;

\mathcal{E} – годовые эксплуатационные расходы;

C – сметная стоимость конструкций;

E_n – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений.

Б. С. Вайнштейн предложил определять приведенные затраты по вариантам объемно-планировочных и конструктивных решений на трех уровнях по формуле:

$$\Pi = C + E_n K + \frac{\mathcal{E}}{E_n} \quad (3)$$

Целесообразно развить методы определения приведенных затрат и экономического эффекта с учетом продолжительности строительства предприятий, выпускающих конструкции и материалы, и сроков строительства зданий и сооружений с применением рассматриваемых вариантов конструкций; дискретного распределения во времени затрат на капитальные ремонты и замену конструкций; разрыва во времени осуществления затрат на строительство зданий и

сооружений и получения эффекта от выпуска дополнительного количества продукции при сокращении срока ввода объектов в действие; особенностей новых цен на промышленную продукцию, продолжительности функционирования предприятий, зданий и сооружений и срока морального износа конструктивных элементов или конструкций; динамики изменения во времени показателей себестоимости и удельных капитальных вложений по вариантам конструкций и изделий.

Ниже излагаются методы определения приведенных затрат для нескольких характерных случаев.

Первый случай. Оцениваются варианты конструктивных решений или отдельных конструкций. Предстоит выбрать наиболее эффективные из них для строительства конкретного объекта. Продолжительность строительства зданий или сооружений по вариантам отличается несущественно. Стоимость конструкций «в деле» определяется на основе прейскурантных цен на конструкции, изделия, полуфабрикаты и материалы с учетом плановых накоплений в строительстве.

Для этого случая приведенные затраты (в руб.) могут быть представлены в виде:

$$П = С + П_з \quad (4)$$

где C – стоимость конструкций «в деле», руб.;

$P_з$ – составляющая приведенных затрат, зависящая от эксплуатационных расходов, руб.

Второй случай. Оцениваются варианты конструктивных решений с существенно отличающейся продолжительностью строительства объектов.

При этом себестоимость конструкций в деле по вариантам определяется на основе прейскурантных цен на конструкции, полуфабрикаты и материалы.

При равных сроках ввода объектов в действие, т. е. когда при заданных сроках ввода объектов в действие, возможно осуществить вариант с большей продолжительностью возведения зданий или сооружений.

Приведенные затраты могут быть представлены в виде:

$$П = AC' + P_к + P_з + P_н \quad (5)$$

где C' – себестоимость конструкций «в деле»;

A – коэффициент приведения затрат на строительство здания или сооружения к моменту начала эксплуатации объекта;

$P_к$ – составляющая приведенных затрат, зависящая от капитальных вложений в основные фонды и оборотные средства строительной монтажной организации, осуществляющей возведение конструкций зданий или сооружений;

$P_н$ – экономический эффект от выпуска дополнительного количества продукции на досрочно введенном в строй предприятии; при определении этого эффекта за эталон принимается вариант с наибольшей продолжительностью строительства, для которого $P_н = 0$.

В условиях плановой системы хозяйства при современном уровне строительства основным следует считать случай (4), а не (5), хотя в практике проектирования и строительства для оправдания удорожания строительства за счет применения более дорогих, но менее трудоемких в возведении конструкций используется в расчетах формула (3), даже в тех случаях, когда отсутствуют условия для реализации эффекта от досрочного ввода объектов в действие.

Третий случай. Допустим, что фактическая рентабельность производства данного вида конструкций, изделий, полуфабрикатов и материалов в данном районе строительства существенно отличается от той, которая заложена в оптовых ценах. В этом случае рекомендуется стоимость конструкций «в деле» рассчитывать на основе данных о фактической себестоимости производства конструкций, изделий, полуфабрикатов и материалов.

В используемые для определения приведенных затрат формулы (4) и (5) рекомендуется в этом случае добавлять слагаемое $P'_к$ – часть приведенных затрат, зависящую от капитальных вложений в производство тех конструкций, изделий, полуфабрикатов и материалов, данные о себестоимости производства которых учтены при определении стоимости конструкций «в деле».

С учетом слагаемого $P'_к$ получим следующие формулы для определения приведенных затрат:

а) при равных сроках ввода объектов в действие:

$$П = AC'' + P'_к + P_к + P_з \quad (5a)$$

б) при одинаковых сроках начала строительства объектов и разных сроках ввода их в действие:

$$П = AC'' + P'_к + P_к + P_з - P_н, \quad (5б)$$

где C'' – себестоимость конструкций «в деле», рассчитанная на основе данных о себестоимости производства конструкций, изделий,

полуфабрикатов и материалов и себестоимости возведения конструкций (плановые накопления в строительстве не учитываются). В формулах (4) и (5) следует учитывать значения себестоимости, рассчитанной на основе данных о сметной или сметно-расчетной стоимости конструкций, изделий, полуфабрикатов и материалов (франко-строительная площадка) и себестоимости строительных работ. При определении себестоимости конструкций «в деле» не рекомендуется использовать данные сметной стоимости машино-смен строительных машин и оборудования, так как изменение по вариантам их числа не отразится на показателях себестоимости и приведет к неправильному решению данной задачи.

При определении отдельных составляющих приведенных затрат все виды затрат в процессе возведения и эксплуатации конструкций или эффектов (потерь) приводятся с помощью коэффициента $B = 1 / (1 + E_{ин})$ к моменту ввода объекта в действие (в эксплуатацию).

Отдельные составляющие, входящие в формулы приведенных затрат, следует определять по приведенным ниже формулам.

1. Коэффициент приведения затрат на строительство зданий или сооружений:

$$A = \sum_{i=1}^n C_i (1 + E_{p,n})^i \quad (6)$$

где C_i – доля в общей стоимости работ по возведению зданий и сооружений, выполненных в i -й период строительства;

t_i – время в годах от середины 1-го периода до момента начала эксплуатации объекта, год;

$E_{ин}$ – норматив для приведения разновременных затрат;

n – число периодов, на которые разбивается продолжительность строительства здания или сооружения; рекомендуется принимать продолжительность периода равной месяцу или кварталу (в зависимости от общей продолжительности строительства).

2. Составляющая приведенных затрат, зависящая от эксплуатационных расходов:

$$P_2 = \frac{C_d - C_y}{(1 + E_{н,н})^{T_M}} + \sum_{n=1}^n \frac{C_{zi} + C_d - C_y + C_{oi}}{(1 + E_{н,н})^{T_{ai}}} + \sum_{n=1}^n \frac{C_{pj} + C_{oj}}{(1 + E_{н,н})^{T_{pj}}} + \bar{C}_{T\phi} \quad (7)$$

где C_d, C_y, C'_{ai} и C_{pj} – стоимость (в руб.) соответственно: разборки конструкций и вывоза нереализуемых материалов от разборки; реализации, утилизируемых материалов от разборки; возведения новой конструкции вместо старой, отслужившей свой срок T_ϕ ; одного капитального ремонта;

\bar{C}_T – стоимость текущего ремонта и прочие виды эксплуатационных расходов, равномерно распределенных во времени, руб./год;

C_o – возможные потери от остановки или сокращения объема производства в период проведения i замены конструкции или в период проведения j капитального ремонта;

T_M – продолжительность функционирования объекта (или срок морального износа здания, сооружения или отдельных конструкций), год;

t_{zi}, t_{pj} – время в годах, от начала эксплуатации объекта, соответственно, до срока замены конструкции и срока проведения капитального ремонта;

m и n – число, соответственно, замен конструкций и капитальных ремонтов за весь период функционирования объекта;

ϕ – условное время, за которое учитываются полностью текущие эксплуатационные расходы \bar{C}_T год.

Учет затрат на разборку конструкций и стоимости реализуемых от разборки материалов может иметь существенное значение при определении эффективности стальных и железобетонных конструкций, эксплуатирующихся в условиях сильно агрессивной среды при малых сроках их службы [1, 5, 11].

Величина ϕ , как и суммарная величина P_2 в значительной степени зависит от продолжительности функционирования объекта T_M и величины коэффициента приведения разновременных затрат, так (формула (8) справедлива при $\bar{C}_T = \text{const}$):

$$\phi = \int_0^{T_M} \frac{dn}{(1 + E_{н,н})^i} = \frac{1}{\ln(1 + E_{н,н})} - \frac{1}{\ln(1 + E_{н,н})^{T_M} \ln(1 + E_{н,н})} \quad (8)$$

Изменение величины ϕ в зависимости от изменения величин T_M и $E_{н,н}$ показано на рис. 1. Если $E_{н,н} = 0,08$, то при $T_M = 30$ лет, без больших погрешностей можно записать:

$$\phi = \frac{1}{\ln(1 + E_{н,н})} \cong \frac{1}{E_{н,н}} \quad (9)$$

Если затраты на текущий ремонт и прочие виды эксплуатационных расходов изменяются во

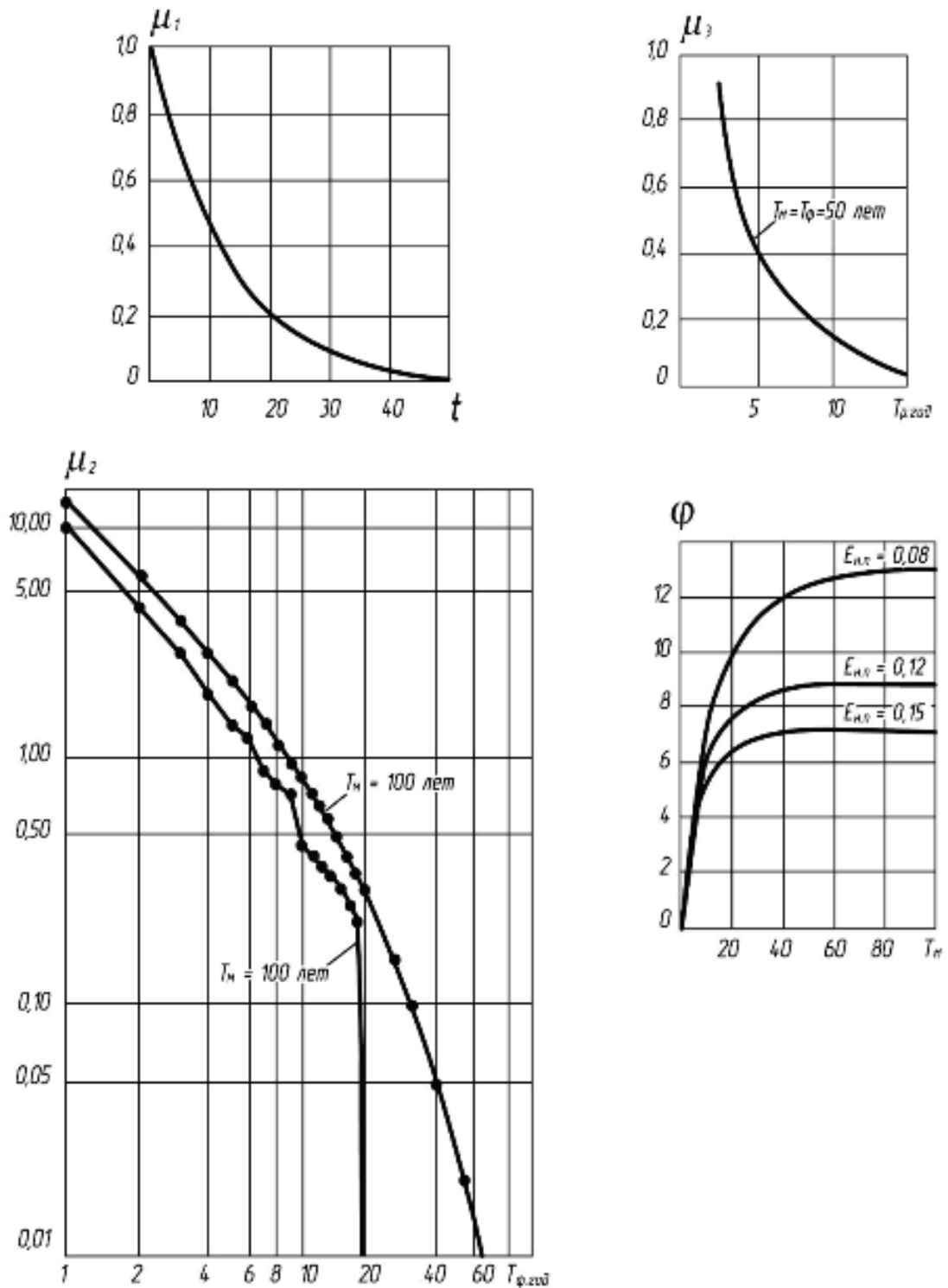


Рисунок 1 – Изменение коэффициентов μ_1 , μ_2 , μ_3 и ϕ в зависимости от периодичности капитальных ремонтов T_p , физического срока службы конструкции T_ϕ и продолжительности функционирования объекта T_M , ϕ – условное время, за которое учитываются полностью эксплуатационные расходы, принимаемые условно равномерно распределенными во времени; рекомендуется ϕ определять по формулам (8) или (9), при $E_{\text{н.с.}} = E_c = 0,12$.

времени, т. е. $C_T = f(t)$, то вместо слагаемого $\bar{C}_{T\phi}$ в формуле (7) правильнее записать:

$$\int_0^{T_M} \frac{f(t)dn}{(1+E_{н.н})^t}$$

Формула (7) может быть значительно упрощена, если сделать допущения, что затраты по замене конструкций в условиях действующего цеха или предприятия равны затратам по возведению конструкций при новом строительстве. В период проведения капитальных ремонтов или работ по замене конструкций потери производства настолько незначительны, что ими можно пренебречь без ущерба для правильности выбора варианта; затраты на капитальный ремонт производятся через равные промежутки времени и не изменяются по величине. Тогда получим:

$$П_3 = \mu_1(C_\delta - C_y) + \mu_2(C + C_\delta - C_y) + \mu_3 C_p + C_{мф}, \quad (10)$$

где μ_1, μ_2, μ_3 – коэффициенты приведения к моменту начала эксплуатации объекта отдельных видов эксплуатационных затрат (на замену конструкций, капитальные ремонты и т. д.) за период функционирования объекта.

Изменение коэффициентов μ_1, μ_2, μ_3 и j в зависимости от периодичности капитальных ремонтов T_p , физического срока службы конструкций T_ϕ и продолжительности функционирования объекта T_M показано на рис. 1 [2, 9, 10]. Из графика видно, что увеличение физического срока службы конструкций сверх срока функционирования объекта или морального срока службы зданий или сооружений не дает снижения составляющей приведенных затрат, зависящей от эксплуатационных расходов.

В тех случаях, когда известна периодичность проведения капитальных ремонтов, а затраты на их проведение даны в процентах к стоимости конструкций «в деле» $П_3$ можно определять по формуле:

$$П_3 = \mu_1(C_\delta - C_y) + C_{3\phi}, \quad (11)$$

где C_3 – среднегодовые затраты на капитальный и текущий ремонты и прочие виды эксплуатационных расходов, руб./год.

3. Составляющая приведенных затрат, зависящая от капитальных вложений в базу по производству конструкций, изделий, полуфабрикатов и материалов:

$$П'_к = E_n(\bar{K}_к + \bar{K}_м) = E_n(\sum \bar{A}K_к + \sum \bar{A}K_м), \quad (12)$$

где $\bar{K}_к, \bar{K}_м$ – приведенные капитальные вложения, соответственно, в производство конструкций, изделий, полуфабрикатов и материалов;

\bar{A} – коэффициент, учитывающий приведение затрат на строительство предприятий по производству конструкций, изделий, а так же полуфабрикатов и материалов к моменту ввода их в действие;

$K_к$ и $K_м$ – капитальные вложения в производство соответствующих конструкций, изделий, полуфабрикатов и материалов, руб./год. Коэффициент \bar{A} определяется по формуле, аналогичной, формуле (6):

$$\bar{A} = \sum_{i=1}^n K_i (1 + E_{п.н})^{t_i}, \quad (13)$$

где K_i – доля в общей величине капитальных вложений в строительство предприятий по производству конструкций, изделий, полуфабрикатов и материалов, затраченная в «-й» период; определяется по «Нормам продолжительности строительства предприятий, пусковых комплексов, зданий и сооружений»; t_i – время от середины «-го» периода до момента ввода предприятия в действие (принимается по абсолютной величине), год.

Необходимо остановиться еще на вопросе о том, следует ли учитывать при определении приведенных затрат сопряженные капитальные вложения. В большинстве случаев не следует, если стоимость изделий, полуфабрикатов и материалов, необходимых для изготовления конструкций, определена по оптовым ценам. Цена ($Ц$) на промышленную продукцию в общем случае определялась в виде:

$$Ц = C + P = C + a\Phi, \quad (14)$$

где C – себестоимость производства единицы продукции;

P – плановая прибыль;

Φ – стоимость фондов в расчете на единицу продукции;

a – коэффициент (обычно равен 0,15).

Таким образом, если цены определены правильно – в соответствии с формулой (14), можно считать, что они численно примерно равны приведенным затратам на производство единицы продукции, определяемым по формуле:

$$П = C + E_n K.$$

Заметим тут же, что принцип определения цен с учетом фондоемкости их производства на практике во многих случаях не используется и цены на отдельные изделия определяют без учета действительной фондоемкости их производства, а

в зависимости от себестоимости продукции по формуле, имеющей вид:

$$Ц = \beta C, \quad (\text{где } \beta > 1) \quad (15)$$

Коэффициент β определяется исходя из средней фондоемкости производства по отрасли или по подотрасли, или по производству большой группы продукции, например, сборного железобетона и металлических конструкций. Поскольку в себестоимости продукции значительную долю занимают материалы, то при определении цены на промышленную продукцию по формуле (15) получается, чем больший удельный вес в себестоимости продукции имеют материалы, тем большую прибыль получают предприятия по отношению к затратам на переработку. При таком ценообразовании предприятия и строительные организации заинтересованы в производстве более материалоемкой продукции.

Рассмотрим также вопрос о том, как правильнее подходить к определению величины Π'_k . Часто при исследовании вопроса об эффективности применения конструкций, изделий, полуфабрикатов или материалов себестоимость их изготовления принимают по данным тех или иных заводов (на основании отчетной себестоимости или плановой), а капитальные вложения определяют с использованием нормативов удельных капитальных вложений. По мнению многих авторов, это неверно, поскольку себестоимость зависит от степени механизации и автоматизации производственных процессов, а, следовательно, и от величины основных фондов. Если в расчете учитывается себестоимость изготовления продукции по данным какого-либо предприятия, то и капитальные вложения следует рассчитывать на основании данных этого же предприятия.

4. Экономический эффект от досрочного ввода объекта в действие.

Величину Π_n , по-видимому, следует определять в зависимости от величины дополнительной прибыли (за вычетом налога с оборота), которая может быть получена за период досрочного ввода объекта в действие. Формулу для определения величины Π_n можно упрощенно записать в виде:

$$\Pi_n = \Pi_p(T_2 - T_1), \quad (16)$$

где Π_p – среднегодовая прибыль за период досрочного ввода объектов в действие;

T_2 и T_1 – продолжительность строительства по сравниваемым вариантам, год.

Недопустимо принимать Π_p равной по величине годовой прибыли к моменту полного освоения проектной мощности. В начальный период освоения проектной мощности предприятия себестоимость производства продукции может быть меньше оптовой цены или превышать ее. Поэтому правильно рассчитывать величину Π_n по формуле:

$$\Pi_n \int_0^{T_M} \frac{\Pi_{p2} V_2 - \Pi_{p1} V_1}{(1 + E_{н.н})} dt, \quad (17)$$

где $\Pi_{p1} = f_1(t)$; $\Pi_{p2} = f_2(t)$; $V_1 = f_3(t)$; $V_2 = f_4(t)$.

В практике при оценке эффективности конструктивных решений зданий и сооружений, как правило, ввиду отсутствия необходимых данных формулы (16) и (17) не используются.

В этом случае ориентировочно величину Π_n рекомендуется определять по известной формуле, но с введением понижающего коэффициента:

$$\Pi_n = \frac{E'_n \Phi (T_2 - T_1)}{(1 + E_{н.н})^{T_{о.м}}}, \quad (18)$$

где Φ – стоимость вводимых в действие основных фондов, включающая стоимость технологического оборудования, руб.;

T_2 и T_1 – продолжительность строительства по сравниваемым вариантам, год;

$T_{о.м}$ – продолжительность освоения проектной мощности, год.

Введением в формулу (18) данного коэффициента $1/(1 + E_{н.н})^{T_{о.м}}$ сделана попытка приблизительно учесть то обстоятельство, что в первый год ввода объекта в действие, как правило, объем выпуска продукции меньше, а себестоимость продукции больше, чем в дальнейшем при достижении им проектной мощности. Поскольку в первый год выпуск продукции меньше проектного, величина прибыли незначительна и экономический эффект будет, как правило, меньше, чем величина $E'_n \Phi (T_2 - T_1)$. По-видимому, целесообразно было бы ввести в формулы (17) и (18) коэффициент меньше 1 с целью оценки вероятности получения ожидаемого эффекта. Практика показала, что, к сожалению, экономия во времени, полученная расчетами и даже реализованная в начальном периоде строительства, не всегда оказывается достаточной для того, чтобы решающим образом повлиять на весь ход строительно-монтажных работ и обеспечить досрочный ввод в действие производственных мощностей. Эффект от сокращения продолжительности строительства и выпуска дополнительного

объема продукции следует учитывать главным образом при оценке вариантов решений, предназначенных для применения при строительстве конкретных объектов и при соблюдении следующих условий [12]:

- строительство в более короткий срок может быть обеспечено материальными, трудовыми и денежными ресурсами; продукция, произведенная на досрочно введенном предприятии, может быть рационально использована в народном хозяйстве; для варианта с большей продолжительностью возведения не имеется возможности более раннего начала строительства; продолжительность возведения для каждого из вариантов определена в соответствии с проектом производства работ как оптимальная по принципу минимума приведенных затрат для каждого варианта, а приведенные затраты рассчитаны на основе данных о себестоимости строительства зданий (сооружений); при определении приведенных затрат учтен разрыв во времени между осуществлением затрат на возведение и получением эффекта от досрочного ввода объекта в

действие; при расчете приведенных затрат учтены потери от замораживания средств в процессе строительства зданий и сооружений и в остальной период до ввода в действие предприятия или пускового комплекса.

Недопустимо, как правило, принимать сокращение продолжительности возведения отдельных конструкций зданий и сооружений и сроков ввода их в действие, поскольку не все работы стоят на критическом пути. Так, по расчетам ВНИИМонтажаспецстроя, который исследовал эффективность крупноблочного монтажа покрытий со стальным настилом, только 15 % работ по монтажу каркаса и покрытий зданий находятся на критическом пути [4, 8].

Вывод

При оценке вариантов конструкций для выбора наиболее эффективных для типовых проектов возможный эффект от досрочного ввода объектов в действие можно учитывать только при условии введения коэффициента вероятности получения этого эффекта.

Литература

1. Левченко, В. Н. Некоторые технические и инженерные решения в области проектирования и строительства промышленных зданий : учебное пособие / В. Н. Левченко. – Киев : УМК ВО, 1989. – 112 с. – Текст : непосредственный.
2. Левченко, В. Н. Анализ эффективности применения строительных конструкций из различных материалов и исследование вопросов снижения материалоемкости строительства : учебное пособие / В. Н. Левченко, В. М. Левин, Д. В. Левченко. – Макеевка : Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, ЭБС АСВ, 2019. – 335 с. – Текст : непосредственный.
3. Левченко, В. Н. Актуальные вопросы проектирования экономических зданий и сооружений путем оптимизации проектных решений и реконструкции действующих предприятий : учебное пособие / В. Н. Левченко, Д. В. Левченко, Н. А. Невгень. – Макеевка : Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, ЭБС АСВ, 2018. – 198 с. – Текст : непосредственный.
4. Лычев, А. С. Оценка нижней границы области вероятности – экономической оптимизации строительных конструкций / А. С. Лычев. – Текст :

References

1. Levchenko, V. N. Some technical and engineering solutions in the field of design and construction of industrial buildings : textbook. – Kiev : UMK VO, 1989. – 112 p. – Text : direct. (in Russian)
2. Levchenko, V. N.; Levin, V. M.; Levchenko, D. V. Analysis of the effectiveness of the use of building structures from various materials and the study of issues of reducing the material consumption of construction : textbook. – Makeevka : Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, EBS ASV, 2019. – 335 p. – Text : direct. (in Russian)
3. Levchenko, V. N.; Levchenko, D. V.; Nevgen N. A. Current issues in the design of economical buildings and structures by optimizing design solutions and reconstruction of existing enterprises : textbook. – Makeevka : Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, EBS DIA, 2018. – 198 p. – Text : direct. (in Russian)
4. Lychev, A. S. Estimation of the lower limit of the probability region - economic optimization of building structures. – Text : direct. – In: *News of Universities. Construction*. – 1994. – № 2. – P. 101–103. (in Russian)
5. Rastorguev, B. S.; Pukhonto, L. M. Basic provisions of recommendations for the design standards of

- непосредственный // Известия ВУЗов. Строительство. – 1994. – № 2. – С. 101–103.
5. Расторгуев, Б. С. Основные положения рекомендаций к нормам проектирования конструкций на действие малоцикловых кратковременных и длительных нагрузок / Б. С. Расторгуев, Л. М. Пухонто. – Москва : МГСУ, 1996. – 887 с. – Текст : непосредственный.
 6. Руководство по определению расчетной стоимости и трудоёмкости сборных железобетонных конструкций на стадии проектирования / Научно-исследовательский институт экономики строительства Госстроя СССР (НИИЭС); Научно-исследовательский институт бетона и железобетона Госстроя СССР (НИИЖБ); Государственный проектно-изыскательский институт (ГИПРОПРОМ-ТРАНССТРОЙ). – Москва : Стройиздат, 1990. – 77 с. – Текст : непосредственный.
 7. Руководство по определению экономической эффективности повышения качества и долговечности строительных конструкций / Научно-исследовательский институт бетона и железобетона Госстроя СССР (НИИЖБ). – Москва : Стройиздат, 1981. – 59 с. – Текст : непосредственный.
 8. Руководство по оценке эффективности и качества проектов промышленных объектов / Центральный научно-исследовательский и проектно-экспериментальный институт промышленных зданий и сооружений Госстроя СССР (ЦНИИпромзданий). – Москва : Стройиздат, 1981. – 56 с. – Текст : непосредственный.
 9. Лейтуш, Т. Л. Методика определения экономической эффективности производства и применения взаимозаменяемых строительных материалов / Т. Л. Лейтуш, В. Г. Фельзенбаум. – Москва : [б. и.], 1966. – 40 с. – Текст : непосредственный.
 10. Хачатуров, Т. С. Экономическая эффективность капитальных вложений / Т. С. Хачатуров. – Москва : Экономика, 1964. – 279 с. – Текст : непосредственный.
 11. Зависимость долговечности строительных конструкций от их параметров и технических свойств строительных материалов / В. Н. Левченко, Е. А. Дмитренко, Н. А. Невген [и др.]. – Текст : электронный // Современное промышленное и гражданское строительство. – 2023. – Том 19, № 1. – С. 15–22. – URL: http://donnasa.ru/publish_house/journals/spgs/2023-1/st_02_levchenko_dmitrenko_nevgen_riabovol_khramogina.pdf (дата обращения: 11.01.2024).
 12. Economic effects of metallie corrosion in the United States / L. H. Bennett; J. Kruger; R. L. Parker [et al.]. – National Bureau of Standards : Washington, D. C., 1978. – 72 с. – Текст : непосредственный.
 - structures for the action of low-cycle short-term and long-term loads. – Moscow : MGSU, 1996. – 887 p. – Text : direct. (in Russian)
 6. Guidelines for determining the estimated cost and labor intensity of prefabricated reinforced concrete structures at the design stage / Research Institute of Construction Economics of the USSR State Construction Committee (NIIES); Research Institute of Concrete and Reinforced Concrete of the USSR State Construction Committee (NIIZHB); State Design and Survey Institute (GIPROPROM-TRANSSTROY). – Moscow : Stroyizdat, 1990. – 77 p. – Text : direct. (in Russian)
 7. Guide to determining the economic efficiency of improving the quality and durability of building structures / Scientific Research Institute of Concrete and Reinforced Concrete of the USSR State Construction Committee (NIIZHB). – Moscow : Stroyizdat, 1981. – 59 p. – Text : direct. (in Russian)
 8. Guidelines for assessing the effectiveness and quality of industrial projects / Central Research and Design-Experimental Institute of Industrial Buildings and Structures of the USSR State Construction Committee (TsNIIPromizdani). – Moscow : Stroyizdat, 1981. – 56 p. – Text : direct. (in Russian)
 9. Leitush, T. L.; Felzenbaum, V. G. Methodology for determining the economic efficiency of production and use of interchangeable building materials. – Moscow : [s. n.], 1966. – 40 p. – Text : direct. (in Russian)
 10. Khachaturov, T. S. Economic efficiency of capital investments. – Moscow : Economics, 1964. – 279 p. – Text : direct. (in Russian)
 11. Levchenko, V. N.; Dmitrenko, E. A.; Nevgen, N. A. [et al.]. Dependence of the durability of building structures on their parameters and technical properties of building materials. – Text : electronic. – In: *Modern industrial and civil construction*. – 2023. – Volume 19, № 1. – P. 15–22. – URL: http://donnasa.ru/publish_house/journals/spgs/2023-1/st_02_levchenko_dmitrenko_nevgen_riabovol_khramogina.pdf (date of access: 11.01.2024). (in Russian)
 12. Bennett, L. H.; Kruger, J.; Parker, R. L. [et al.]. Economic effects of metallie corrosion in the United States. – National Bureau of Standards : Washington, D. C., 1978. – 72 c. – Text : direct.

Левченко Виктор Николаевич – кандидат технических наук, профессор, заведующий кафедрой железобетонных конструкций ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: проектирование экономических строительных конструкций и разработка оптимальных конструктивных и объемно-планировочных решений промышленных зданий и инженерных сооружений.

Невгень Николай Александрович – кандидат технических наук, доцент кафедры железобетонных конструкций ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: проектирование экономичных строительных конструкций и разработка оптимальных конструктивных и объемно-планировочных решений промышленных зданий и инженерных сооружений.

Дмитренко Евгений Анатольевич – кандидат технических наук, доцент кафедры железобетонных конструкций ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: развитие методик определения характеристик напряженно-деформированного состояния железобетонных элементов при сложных режимах силового и температурного воздействий, оценка технического состояния и проектирование железобетонных конструкций.

Гаевская Неля Леонидовна – магистрант ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: проектирование экономичных строительных конструкций и разработка оптимальных конструктивных и объемно-планировочных решений промышленных зданий и инженерных сооружений.

Levchenko Victor – Ph. D. (Eng.), Professor, Head of the Department of Reinforced Concrete Structures, FSBEI HE «Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture». Scientific interests: economically attractive building structures design and developing the structural and spatial designs of industrial buildings and engineering structures.

Nevgen Nikolay – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Reinforced Concrete Structures Department, FSBEI HE «Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture». Scientific interests: economically attractive building structures design and developing the structural and spatial designs of industrial buildings and engineering structures.

Dmitrenko Evgeniy – Ph. D. (Eng.), Associate Professor of Reinforced Concrete Constructions Department, FSBEI HE «Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture». Scientific interests: development of methods of estimation of characteristics of the stress-strain state of reinforced concrete elements under complex modes of power and temperature influences, estimation of technical state and design of reinforced concrete constructions.

Gaevskaya Nelya – master's student, FSBEI HE «Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture». Scientific interests: economically attractive building structures design and developing the structural and spatial designs of industrial buildings and engineering.