

УДК 624.012.3

## РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ И СОЦИОЭКОКОМПЛЕКСОВ С УЧЕТОМ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА

*Бендерский Е.Б. к.т.н., Коваль А.С. соискатель,  
Савицкий Н.В. д.т.н., Коваль Е.А. соискатель*

*ГВУЗ «Приднепровская государственная академия строительства  
и архитектуры», г. Днепрпетровск*

**Актуальность работы.** Объект недвижимости имеет тройственную сущность выступая как физический объект, как объект экономических отношений, как объект правовых отношений. Поэтому на протяжении всего срока жизни здания параллельно развиваются три цикла: физический, экономический, правовой.

Как физический объект жилое здание проходит следующие стадии жизненного цикла:

- 1) создание (обоснование, проектирование, строительство);
- 2) эксплуатация (ввод в эксплуатацию, функциональное использование, физический и моральный износ, текущие и капитальные ремонты, реконструкция, изменение функционального назначения);
- 3) ликвидация (прекращение функционального использования, снос).

Особенностью инвестирования в недвижимость является то, что при этом следует учитывать, что сравниваются выгоды, полученные в будущем через длительные промежутки времени, с производимыми в настоящее время затратами по проекту.

Указанная экономическая неравнозначность результатов и затрат при определении суммарного эффекта отражает понятие временной ценности денег или неодинаковой стоимости денег во времени. Различная ценность равных денежных сумм в разные моменты времени объясняется, прежде всего, естественным обесценением денег вследствие инфляции и, кроме того, их способностью приносить доход в результате инвестирования. До настоящего времени не существует методики оценки недвижимости с учетом из полного жизненного цикла.

**Цель исследования** – разработка методики технико-экономической оценки объектов недвижимости с учетом их полного жизненного цикла для выбора наиболее рационального варианта.

**Изложение материала исследований.** Эффективность инвестиций характеризует экономическую целесообразность реализации проекта и определяется сопоставлением в денежном выражении получаемого результата (эффекта) с затратами.

В настоящее время международная практика проведения технико-экономических расчетов использует методы, предложенные UNIDO (United Nations Industrial Development Organization) [1].

Наиболее часто в практике используются метод оценки эффективности инвестиций с учетом дисконтирования - метод расчета чистой

дисконтированной (текущей) стоимости (net present value - NPV). Дисконтирование – это приведение разновременных экономических показателей к какому-либо одному моменту времени. Наиболее часто оно осуществляется к началу или к концу расчетного периода.

В общем случае дисконтирование к любому году расчетного периода производится по формуле:

$$\tilde{N}_\tau = \tilde{N}_t (1 + p)^{\tau-t}, \quad (1)$$

где  $\tau$  - год, к которому осуществляется дисконтирование;

$t$  - год, от которого осуществляется дисконтирование;

$C_t$  – значение дисконтируемого показателя в год  $t$ ;

$p$  – норма дисконта;

$\alpha_t = (1+p)^{\tau-t}$  – дисконтный множитель или коэффициент дисконтирования.

Норма дисконта – это минимальная норма дохода, ниже которой инвестору вложение капитала невыгодно. В частности, если инвестор вкладывает собственный капитал, норма дисконта должна быть выше банковского процента по депозитным вкладам, если инвестор использует заемный капитал – выше процента по долгосрочным кредитам, акционерный капитал – выше дивидендов по акциям.

На практике норма дисконта устанавливается больше цены капитала в результате инфляции и разной степени риска инвестирования проектов, т.е.

$$p = p_{cp} + b + c, \quad (2)$$

где  $p_{cp}$  – средневзвешенная цена капитала без учета инфляции и риска;

$b$  – темп инфляции;

$c$  – рисковая премия, зависящая от степени риска инвестирования.

Метод расчета чистой текущей стоимости (ЧДС) является одним из основных при экономической оценке инвестиционных проектов.

Для разовых инвестиций расчет чистой дисконтированной стоимости, приведенной к начальному периоду эксплуатации, осуществляется по формуле:

$$C_{i,0} = K_{i,0} + \frac{E_i}{(1+p)^t} + \frac{K_i(\tau=t)}{(1+p)^t}, \quad (3)$$

где  $K_{i,0}$  – капитальные вложения (инвестиции) на строительство здания по  $i$ -му варианту;

$E_i$  – годовые эксплуатационные расходы на содержание здания при  $i$ -м варианте;

$t$  - срок службы (эксплуатации) здания, год;

$p$  – норма дисконта;

$K_i(\tau=t)$  - капитальные затраты на ликвидацию (снос) здания по  $i$ -му варианту.

Наиболее популярный метод оценки эффективности инвестиций в условиях рыночной экономики - метод чистой дисконтированной (текущей)

стоимости (NPV) представляет наибольший интерес для инвестора капитала. При сравнительной оценке методом NPV основным показателем является первоначальная стоимость строительства или капитальные вложения и менее существенным показателем – уровень расходов по эксплуатации здания. Эти расходы, относящиеся к будущему, имеют сравнительно небольшое значение, поскольку их доля в стоимости в настоящее время сравнительно невелика.

Метод расчета совокупной (дисконтированной) стоимости (совокупных затрат, общих расходов) (aggregate value - AV) заключается в преобразовании всех затрат по строительству и расходов по эксплуатации жилого здания за весь предполагаемый срок его службы в расчетную сумму в году ожидаемого сноса здания (так называемые накопленные затраты). Этот метод представляет наибольший интерес для домовладельцев, поскольку при его использовании в должной мере учитывается как уровень расходов по эксплуатации за срок службы здания, так и первоначальная стоимость строительства здания.

Совокупные затраты на строительство и эксплуатацию здания определяются согласно зависимости:

$$C_{i,t} = K_{i,0}g^t + E_i \frac{g^t - 1}{g - 1} + K_i(\tau = t), \quad (4)$$

где  $K_{i,0}$  – капитальные вложения (инвестиции) на строительство здания по  $i$ -му варианту;

$K_i(\tau = t)$ - капитальные затраты на ликвидацию (снос) здания по  $i$ -му варианту;

$E_i$  – годовые эксплуатационные расходы на содержание здания при  $i$ -м варианте;

$t$  - срок службы (эксплуатации), год;

$p$  – норма дисконта;

$g$  – коэффициент накопления:  $g=1+p$ ;

$g^t$  – коэффициент дисконтирования (дисконтный множитель) к концу расчетного периода:  $g^t=(1+p)^t$ ;

$(g^t-1)/(g-1)$  – коэффициент возрастания текущих платежей, приведенных к будущему моменту времени для ряда однородных по периодам платежей.

При выводе уравнения (4) для определения совокупной стоимости (т.е. капитальных затрат и эксплуатационных расходов) за расчетный период исходят из предположения, что капитальные затраты единовременны, а годовые эксплуатационные расходы в течение всего расчетного срока постоянны. Оба предположения в большинстве случаев соответствуют действительности. В этом методе все расходы, производимые постоянно в отдельные годы в течение срока службы здания приводятся к их будущему значению на расчетный момент срока службы здания. Для этого используют для капитальных затрат процентный годовой прирост  $g^t=(1+p)^t$ , а для годовых эксплуатационных расходов накопления  $(g^t-1)/(g-1)$ , преобразованные в форму итога расходов в конце каждого года.

Рациональное проектирование конструкций предполагает выбор наилучшего варианта из возможных решений по заданным критериям при определенных ограничениях.

Цель рационального проектирования конструкций жилых зданий заключается в разработке такого проекта по заданному критерию оптимальности, который бы удовлетворял всем требованиям СНиП, ДБН, выступающими заданными ограничениями.

Требования можно сформулировать в виде системы неравенств:

$$y_i (x_1, x_2, x_3, \dots, x_n) \leq 0 \quad (i = 1, 2, \dots, m), \quad (5)$$

где  $x_i$  - определяющие параметры проектирования конструкций зданий;

$y_i$  - оператор общего вида.

Задача рационального проектирования жилых зданий состоит в том, чтобы при выполнении условий (5) обеспечить минимум критерия, по которому оценивается проект. Этот критерий зависит от параметров  $x_i$  и называется целевой функцией. В качестве целевой функции чаще всего принимается стоимость:

$$C(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n) = \min. \quad (6)$$

Математическая модель задачи оптимизации формулируется в форме задачи нелинейного математического программирования: минимизировать совокупную дисконтированную стоимость:

чистую дисконтированную стоимость, приведенную к начальному периоду эксплуатации:

$$C_{i,0} \rightarrow \min, \quad (7)$$

совокупную дисконтированную стоимость, приведенную к концу расчетного срока службы здания:

$$C_{i,t} \rightarrow \min, \quad (8)$$

Для определения рационального варианта здания на основе технико-экономического анализа согласно разработанной методики могут быть построены оптимизационные процедуры.

Для стоимостной оценки могут использоваться базисные, мировые, прогнозные и расчетные цены.

Базисная цена  $C_{m,0}$  – это цена на ресурс, сложившаяся на определенный момент времени  $t_0$ .

Мировая цена  $C_{m,0,m}$  – цена на данный ресурс, сложившаяся на мировом рынке на данный момент в валютном исчислении.

Расчетные цены – цены, приведенные к некоторому моменту времени и соответствующие ценам в этот момент.

Прогнозная цена – цена, соответствующая условиям осуществления проекта  $C_{m,t}$  в год  $t$ .

Капитальные затраты в зависимостях (3...8) представляют собой стоимость строительства в составе проекта рабочей документации, которая включает в основном затраты подрядчика и состоит из пяти слагаемых:

$$K_i = DC + NEx + PN + IC + EnEx, \quad (9)$$

где  $K_i$  – стоимость строительства;

$DC$  – прямые затраты (direct cost);

$NEx$  – накладные расходы;

$PN$  – сметная прибыль (плановые накопления);

$IC$  – затраты на приобретение технологического оборудования, инвентаря;

$EnEx$  – прочие затраты, связанные с дополнительными затратами при производстве строительно-монтажных работ в зимнее время, затраты на строительство временных зданий и сооружений и др.

Годовые эксплуатационные расходы на содержание здания в зависимостях (3...8) состоят, в основном, из затрат на отопление здания и проведения ремонтов (без учета затрат на текущее содержание здания и территории, горячее и холодное водоснабжение, канализацию, электроснабжение, эксплуатацию лифтов):

$$E_i = E_h + E_m, \quad (10)$$

где:  $E_h$  – затраты на отопление здания;

$E_m$  – затраты на проведение ремонтов здания.

При централизованном теплоснабжении затраты на отопление здания определяются по формуле:

$$E_h = C_h Q_y k_n, \quad (11)$$

где  $C_h$  – стоимость 1 Гкал тепловой энергии, денежная ед./Гкал;

$Q_y$  – годовое теплотребление зданием за отопительный период;

$k_n$  – коэффициент перехода от ГДж к Гкал.

$$Q_y = Q * GD, \quad (12)$$

где  $Q$  – общие тепловые потери через ограждающие конструкции для здания в целом, Вт/°C;

$GD$  – число градусо-суток отопительного периода, принимается согласно СНиП 2.01.01-82.

Необходимость введения коэффициента перехода  $k_n$  обусловлена тем, что обычно тариф на тепловую энергию устанавливается в Гкал, а теплотребление зданием определяется в ГДж.

$$k_n = \frac{24 \cdot 3600}{4,19 \cdot 10^9};$$

24; 3600 – соответственно, количество часов в одних сутках и секунд в одном часе;

$4,19 \cdot 10^9$  – соотношение Дж/сек и Гкал;

Прогнозируемые ежегодные затраты на текущие и капитальные ремонты нормируются согласно «Положению о проведении планово-предупредительного ремонта жилых и общественных зданий» следующим образом:

$$E_m = E_{yd} + E_{cp}, \quad (13)$$

где:  $E_{yd}$  – затраты на текущие ремонты;  
 $E_{cp}$  – затраты на капитальные ремонты.

$$E_{yd} = 0,0075 K_i, \quad (14)$$

$$E_{cp} = 0,017 K_i. \quad (15)$$

Таким образом, на основе предложенной методики возможно вариантное проектирование жилых зданий и социоэкокомплексов с учетом их жизненного цикла

### **Выводы**

1. На основе международной практики предложен метода оценки эффективности инвестиций с учетом дисконтирования - метод расчета чистой дисконтированной (текущей) стоимости (net present value - NPV) и метод расчета совокупной (дисконтированной) стоимости (совокупных затрат, общих расходов) (aggregate value - AV), которые учитывают полный жизненный цикл зданий и жилых образований.

2. Получены расчетные формулы для использования метода расчета чистой дисконтированной (текущей) стоимости (net present value - NPV) и метод расчета совокупной (дисконтированной) стоимости (aggregate value - AV). Показаны области преимущественного применения указанных методов.

### **ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ**

1. Оценка эффективности инвестиций в энергосберегающие проекты /Н.В. Савицкий, В.И. Большаков, Т.Д. Никифорова, И.И. Куличенко // Энергоэффективность – 2002: збірник наукових праць.- Київ, 2002.- С. 111-112.

2. Правила и нормы технической эксплуатации жилищного фонда. – М.: Стройиздат, 1990.- 263 с.