

Филиал «Специализированное управление № 33» субподрядное строительное управление, основные виды работ – штукатурные, малярные, облицовочные другие отделочные работы.

Объем подрядных работ – 1 000 тыс. руб., численность – 500 чел., постоянные затраты – 250 тыс. руб., переменные затраты (тыс. руб.) – 700 тыс. руб., точка безубыточности – 833 тыс. руб.

Очевидно, что филиалы обладают различным порогом рентабельности, что следует учитывать при формировании портфеля заказов, разработке и принятии решений.

**Заключение.** При подготовке важных управленческих решений относительно объемов работ, которые необходимо выполнить, следует помнить, что приведенные расчеты могут производиться в пределах определенного диапазона. Вне этого диапазона цены посто-

янные и переменные затраты могут меняться. Предлагаемые элементы управленческого учета на основе расчетов безубыточности, целевом планировании прибыли, определении порогов рентабельности в значительной степени снизят возможные риски и повысят эффективность принимаемых решений.

#### СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Друри, К. Управленческий и производственный учет – М. : ЮНИТИ, 2012. – 735 с.
2. Радчук, А. П. Инструменты эффективного управления затратами общестроительной организации : сборник статей Международной конференции УО «Брестский государственный университет» / А. П. Радчук, И. В. Котляревич, 2018.

Материал поступил в редакцию 08.04.2019

#### **RADCHUK A. P. Break-even Calculation in the General Construction Trust Subdivisions.**

The article considers the issues that have recently arisen in general construction organizations in relation to the decline in construction production demand. The calculations on determining critical volumes of work for the trust subdivisions are produced. Concrete proposals as to the break-even calculation for construction companies that carry out diverse kinds of work are presented.

УДК 69.003.12:338.001.36

**Кочурко А. Н., Срывкина Л. Г.**

### **АНАЛИЗ ПОДХОДОВ К ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ АЛЬТЕРНАТИВ РЕАЛИЗАЦИИ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ НА ПРЕДПРОЕКТНОЙ СТАДИИ**

**Введение.** Предпроектная (предынвестиционная) стадия стала неотъемлемой частью большинства строительных проектов с 1 апреля 2014 года в соответствии с Указом Президента Республики Беларусь «О мерах по совершенствованию строительной деятельности» [1]. Целью её является всестороннее обоснование решения о реализации инвестиционного проекта с позиций необходимости, технической возможности, экономической целесообразности, воздействия на окружающую среду. При этом ТКП 45-1.02-298-2014 «Строительство. Предпроектная (предынвестиционная) документация. Состав, порядок разработки и утверждения» [2] рекомендует производить оценку эффективности инвестиций на полный жизненный цикл проекта, то есть на предынвестиционную, инвестиционную, эксплуатационную и ликвидационную стадии [2, п. 6.10]. С учётом, как правило, значительной продолжительности жизненного цикла объекта выполнить такую оценку проблематично – в первую очередь, в связи с недостатком информации по эксплуатационной стадии.

Сама идея рассмотрения всех возможных издержек, прогнозируемых на полный жизненный цикл объекта недвижимости, не является новой. Она была сформулирована в виде концепции издержек жизненного цикла в конце 1960-х годов. За многие годы её применения и развития исследователи пришли к выводу, что данная методология не является точной наукой или хорошим инструментом для планирования бюджета. В моделях жизненного цикла используется ограниченная, зачастую сомнительная, информация по затратам, поскольку объективные данные такого рода сложно получить. Применение данной концепции имеет смысл только для *сравнения вариантов решений* [3, с. 587].

Действительно, при разработке предпроектной документации на основании показателей объектов-аналогов или укрупненных нормативов стоимости мы можем достаточно точно рассчитать капитальные затраты на строительство с учетом прогнозируемого роста цен за период реализации предынвестиционной и инвестиционной стадий. Но если речь идет об эксплуатации объекта, то горизонт планирования отодвигается на десятки лет. Это само по себе делает показатели очень условными. При этом никаких баз данных по эксплуатации не существует.

Представляется возможным обосновать расходы на коммунальные услуги на период начала эксплуатации. Со всеми остальными показателями, связанными с техническим обслуживанием, текущим ремонтом, санитарным содержанием объекта, возникают сложности.

Таким образом, определение показателей эффективности инвестиций на весь жизненный цикл объекта с учетом эксплуатационной стадии для единственного варианта реализации проекта может не дать практически значимого результата при том, что потребует затрат на сбор данных и выполнение расчетов. Подобные расчеты целесообразно выполнять для выбора одного варианта из нескольких альтернативных при одинаковой степени достоверности исходных данных.

Второй проблемой является отсутствие алгоритма оценки экономической эффективности на полный жизненный цикл объекта. Технический кодекс [2] даёт общие ориентиры в отношении того, какие показатели должны учитываться, но не содержит механизма их обработки. Это затрудняет практическую реализацию данного подхода, поскольку экономическое обоснование в составе предпроектной документации обычно выполняют не специалисты в бизнес-планировании, а работники проектных организаций.

Третьей проблемой является узость предлагаемых техническим кодексом подходов. В научной и учебной литературе описывается целая система показателей экономической эффективности инвестиций: чистая текущая стоимость (*NPV*), чистая терминальная стоимость (*NTV*), период окупаемости (*PP*), индекс доходности (*PI*), внутренняя норма рентабельности (*IRR*) и т. д. Технический кодекс ограничивается рекомендацией применения одного из двух показателей: наибольшей чистой приведенной стоимости (*NPV*) или наименьшей суммы дисконтированных капитальных затрат на строительство и текущих затрат на эксплуатационной стадии проекта [2, п. 3.24]. Это не позволит проанализировать эффективность проекта со всех позиций.

Четвертой проблемой является то, что в техническом кодексе не говорится о необходимости проработки альтернативных вариантов проектных решений. Важность предпроектных проработок подчеркивается многими авторами. Выявлено, что около 60 % общего количества издержек жизненного цикла объекта задаются на предпроектной

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

*Кочурко Анатолий Николаевич, к. э. н., доцент, доцент кафедры экономики и организации строительства Брестского государственного технического университета.*

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

стадии и ранних этапах проектирования при выборе конкретных конструктивных решений и типов оборудования [3, с. 604]. А в дальнейшем, когда запроектированные теоретические показатели начинают реализовываться в виде конкретных финансовых издержек, повлиять на их снижение практически невозможно. Поэтому рассматривать варианты следует на ранних стадиях жизненного цикла объектов, когда на окончательный результат ещё можно воздействовать.

Более того, вариантную проработку следует осуществлять не только в отношении объемно-планировочных, конструктивных решений или решений, связанных с инженерным и технологическим оборудованием, но и для организационно-технологических решений в составе организационно-технологической документации (проектов организации строительства и проектов производства работ, в том числе технологических карт) [4; 5, с. 189].

**1. Предпроектная стадия в структуре жизненного цикла объекта недвижимости.** Жизненный цикл объекта конечной продукции строительства или реконструкции – объекта недвижимости – представляет собой последовательность предынвестиционной, инвестиционной, эксплуатационной и ликвидационной стадий (рисунки 1, 2). Эксплуатационная стадия является наиболее продолжительной и в контексте полного жизненного цикла наиболее затратной. На протяжении этой стадии накапливается физический, функциональный и внешний износ объекта. Очень часто объект, не исчерпав физического срока жизни, становится экономически неэффективным, и возникает вопрос об изменении его назначения или технико-экономических показателей, то есть о реконструкции. В этом случае запускается виток нового жизненного цикла. Если же принимается решение о ликвидации объекта, то возникает деятельность, связанная со сносом объекта, утилизацией отходов и минимизацией воздействия этих процессов на окружающую среду.

Опираясь на результаты предынвестиционных исследований, инвестор (заказчик) принимает решение о переходе к реализации инвестиционного проекта, корректировке первоначального инвестиционного замысла или об отказе от реализации.

На предынвестиционной стадии разрабатывается предпроектная (предынвестиционная) документация, в которой производится технико-экономическое обоснование.

Указанная документация может разрабатываться заказчиком, застройщиком или проектной организацией, имеющими аттестат соответствия, выдаваемый в порядке, установленном Советом Министров Республики Беларусь. Разработка предпроектной (предынвестиционной) документации осуществляется на основании договора подряда до выбора проектной организации и разработки проектной документации. Состав документации и порядок её составления устанавливаются техническим кодексом [2].

Предпроектная документация включает:

- 1) обоснование инвестиций;
- 2) задание на проектирование;
- 3) бизнес-план (в случаях обоснования возможности привлечения инвестиций в основной капитал, долгосрочных кредитов и займов, а также целесообразности оказания мер государственной поддержки организации, реализующей проект).

В сокращенном объеме – в форме задания на проектирование – предпроектная документация разрабатывается в следующих случаях:

- капитальный ремонт и благоустройство объектов строительства первого – пятого класса сложности;
- возведение, реконструкция и реставрация зданий и сооружений пятого класса сложности;
- возведение и реконструкция объектов обустройства нефтяных месторождений в части технологического комплекса сбора и транспорта нефти, газа и воды, который располагается на территории месторождения;
- модернизация технологических объектов промышленности первого – четвертого классов сложности, связанная с повышением уровня экономической безопасности объекта, если она не влечёт изменения основных технико-экономических показателей;
- модернизация помещений зданий и сооружений первого – четвертого классов сложности, связанная с повышением потребительских качеств и безопасности объекта и если она не влечёт из-

менения основных технико-экономических показателей и не затрагивает несущей способности сооружения;

- возведение и реконструкция распределительной инженерной и транспортной инфраструктуры первого – четвертого классов сложности;
- возведение объектов строительства по типовым и рекомендованным для повторного применения проектам.



Рисунок 1 – Структура жизненного цикла объекта недвижимости

**2. Систематизация критериев экономической оценки инвестиций на предпроектной стадии.** При подготовке предпроектной документации технический кодекс требует оценки эффективности инвестиций на протяжении всего жизненного цикла проекта [2, п. 6.10].

Подходы к оценке эффективности инвестиционных проектов, по большому счёту, основываются на анализе показателей затрат и результатов (рисунок 3). При этом сосуществуют две системы оценки эффективности:

- статическая – без учёта фактора времени, во многих источниках её называют общей экономической эффективностью (рисунки 4, 5);
- динамическая – с учётом фактора времени, когда принимается во внимание разница в стоимости денег в различные периоды времени, то есть денежные потоки (результаты и затраты) приводятся к одному моменту с целью сопоставимости.

В динамической оценке инвестиций есть две принципиальные ситуации:

1. Рассмотрение нового проекта, когда необходимо «сегодня» принять решение о целесообразности вложения инвестиций в проект, который в перспективе должен дать отдачу. Именно на данном случае акцентируется внимание в техническом кодексе [2]. То есть при оценке варианта проекта необходимо определить стоимость финансовых потоков на текущий момент (рисунок 6).
2. Рассмотрение дополнительных вложений в существующий проект (расширение, реконструкция и т. п.). Тогда ставится задача прироста результатов по отношению к существующим за период жизненного цикла проекта, то есть определяется интегральный экономический эффект на момент окончания проекта (капитализация денежных потоков) (рисунок 7).

#### Заключение

1. Выделение предпроектной стадии в нормативных подходах, безусловно, является прогрессивным шагом, поскольку это даёт возможность проработать детали проекта до начала его непосредственной реализации и в дальнейшем избежать масштабных затрат. Но механизм практической реализации данного подхода требует дальнейшей разработки.

2. Целесообразно именно на данной стадии осуществлять разработку вариантов объемно-планировочных, конструктивных, а также вопросов, связанных с инженерным и технологическим оборудованием. Это предоставит возможность в дальнейшем существенно сократить эксплуатационные затраты.

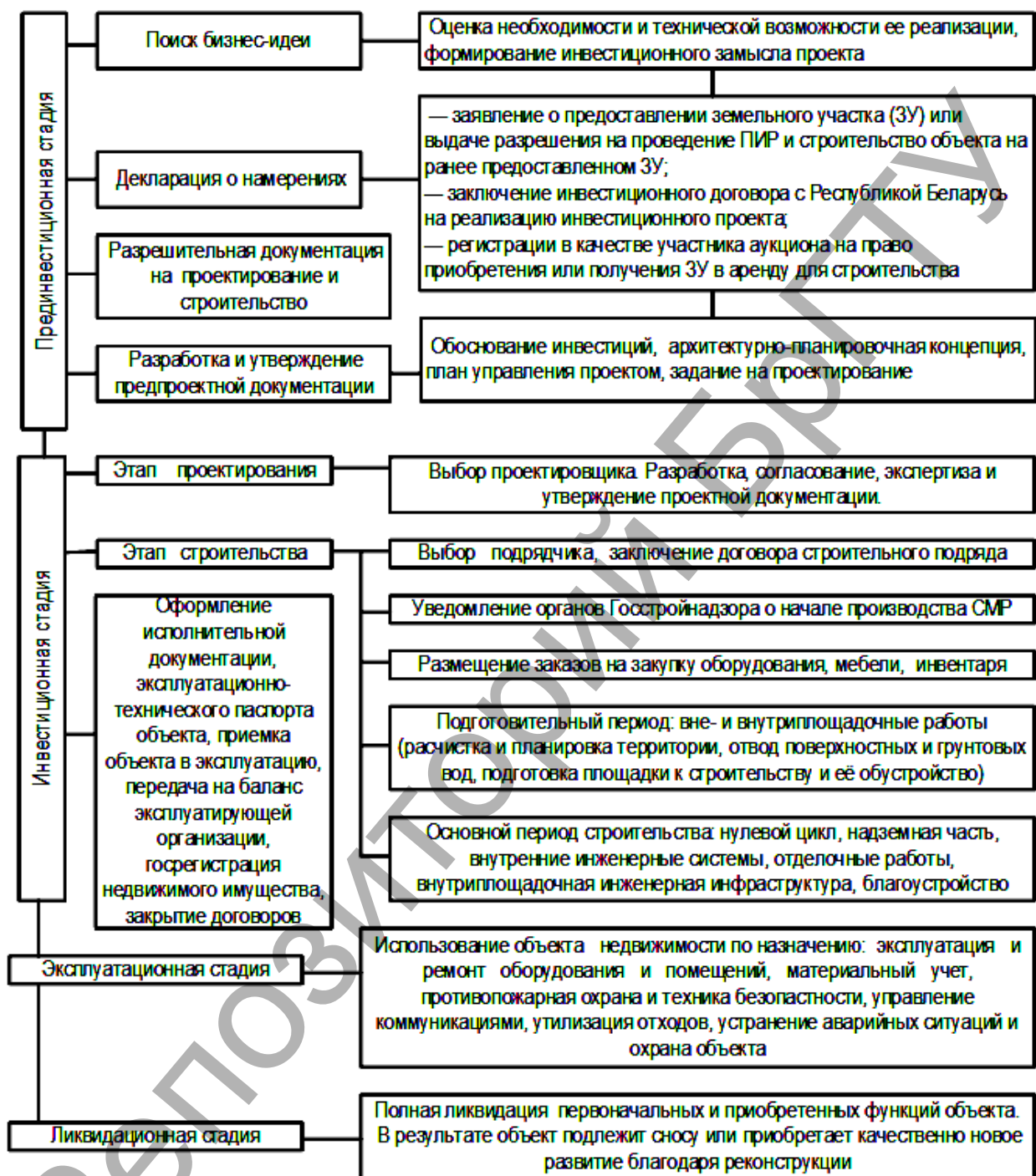


Рисунок 2 – Содержание процессов жизненного цикла объекта недвижимости

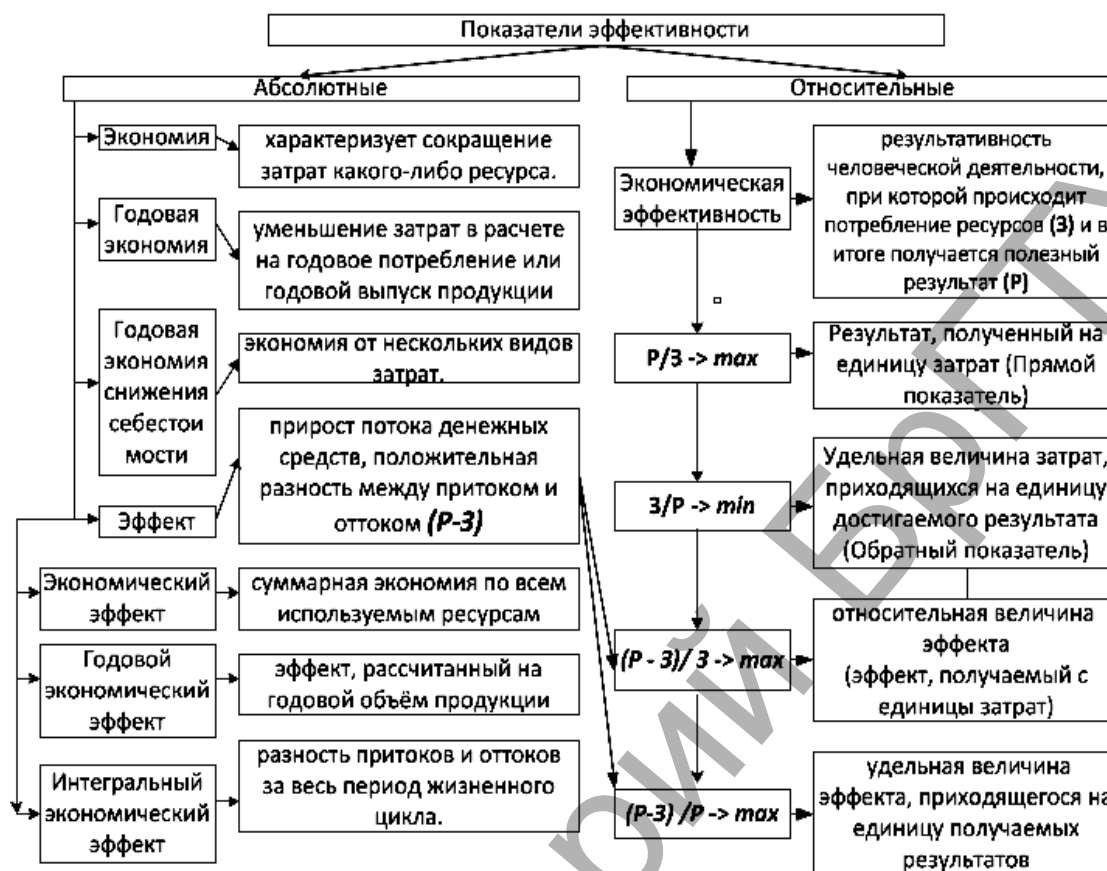
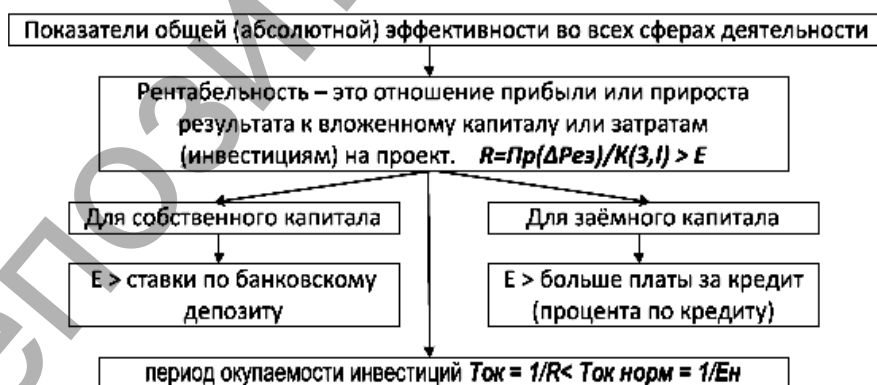


Рисунок 3 – Понятия и показатели оценки эффективности деятельности предприятия



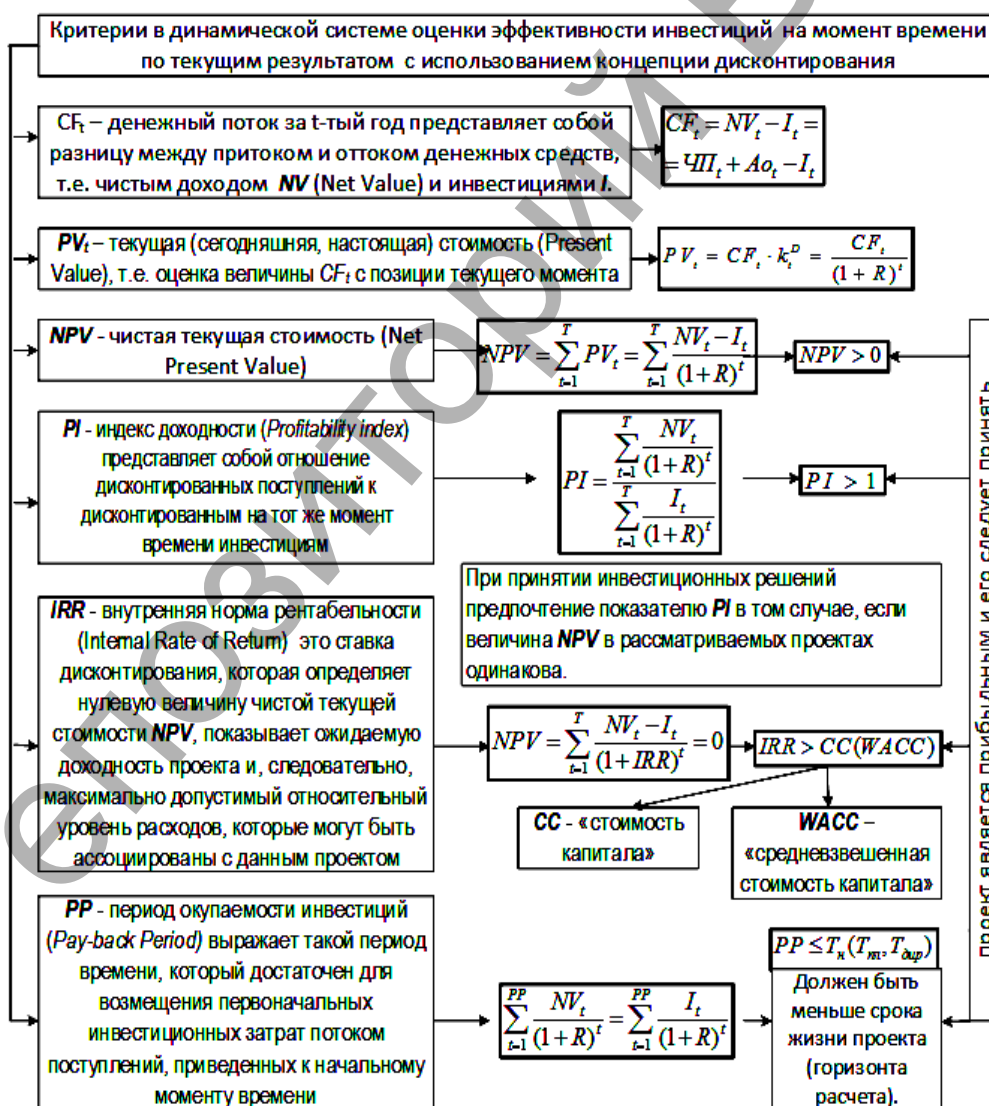
$R$  – рентабельность;  $Pr$  – прибыль;  $\Delta Rez$  – прирост результата;  $K$  – капиталовложения,  $Z$  – затраты;  $I$  – инвестиции;  $E_n$  – нормативная эффективность инвестиций;  $T_{ок\ норм}$  – нормативный период окупаемости инвестиций

Рисунок 4 – Показатели общей эффективности инвестиционного проекта



$R_{пр}$  – рентабельность по чистой прибыли;  $R_{отр}$  – среднеотраслевая фактическая рентабельность;  $R_{баз}$  – рентабельность варианта, принятого за базу сравнения;  $T_{возв}$  – период возврата инвестиций;  $T_{стр}$  – продолжительность строительства;  $T_{окуп}$  – период от ввода объекта в эксплуатацию до момента превышения инвестиционных затрат потоком денежных поступлений

Рисунок 5 – Критерии статической (без учета фактора времени) системы оценки экономической эффективности инвестиций



$ЧП$  – чистая прибыль,  $A_o$  – амортизационные отчисления,  $k^D$  – коэффициент дисконтирования,  $R$  – ставка дисконтирования,  $T_n$  ( $T_{пл}$ ,  $T_{дир}$ ) – нормативный (планируемый, директивный) срок жизни проекта

Рисунок 6 – Критерии динамической (с учетом фактора времени) системы оценки экономической эффективности инвестиций с приведением к моменту начала реализации проекта (дисконтирование)

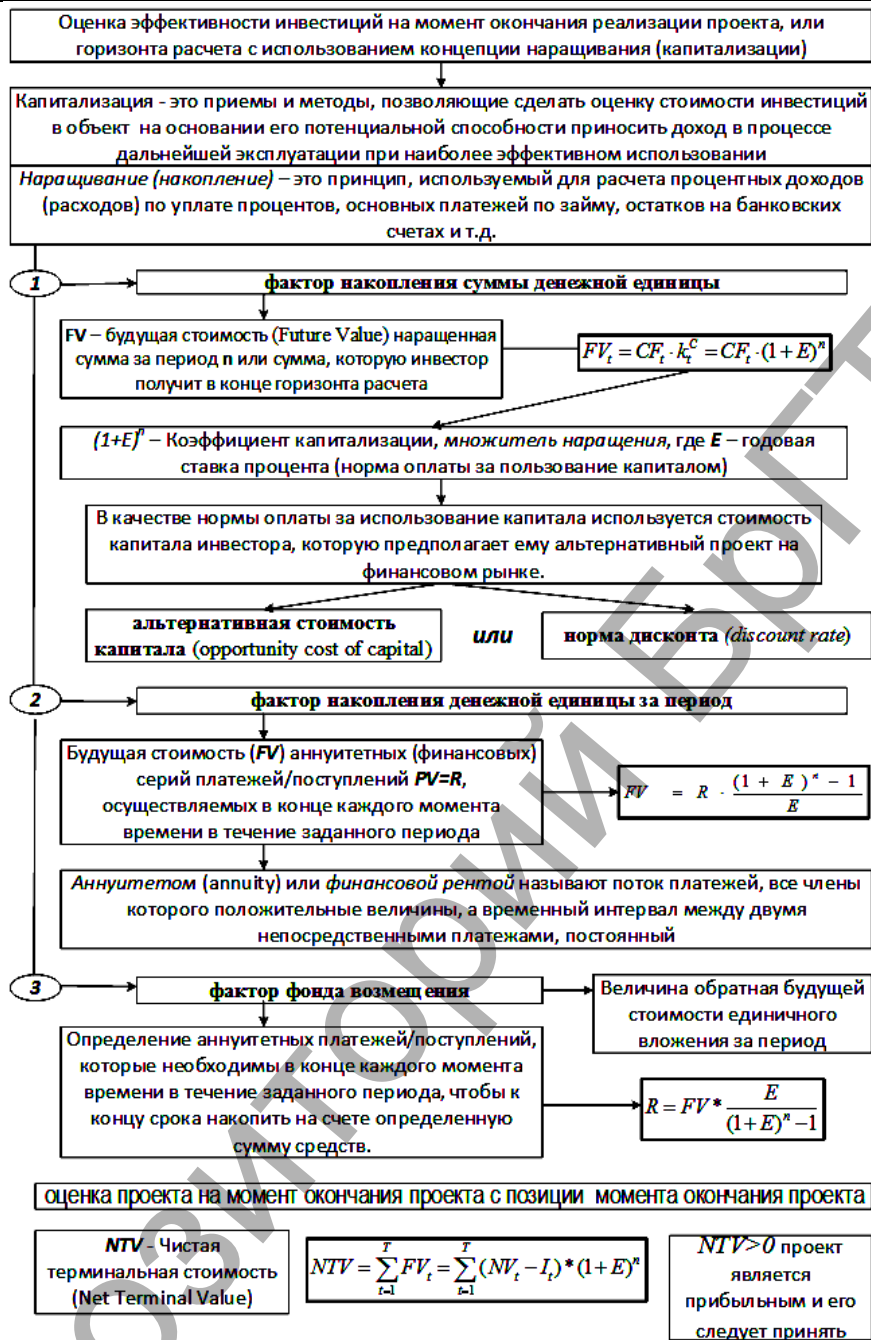


Рисунок 7 – Критерии динамической (с учетом фактора времени) системы оценки экономической эффективности инвестиций с приведением к моменту окончания проекта (капитализация)

К сожалению, вариантная проработка не является обязательной и не учитывается в базовых затратах труда на разработку документации проектного обеспечения строительной деятельности. А заказчики, застройщики, инвесторы, желая получить сиюминутную экономию на капитальных затратах, зачастую не думают о будущем объекта. Предлагается для объектов, финансируемых с привлечением средств республиканского или местного бюджета, сделать анализ вариантов на предпроектной стадии обязательным. Это несущественно скажется на стоимости разработки предпроектной документации, но даст значительную экономию в контексте издержек полного жизненного цикла объекта.

3. В статье представлена система критериев статической и динамической оценки эффективности инвестиций, которая может применяться на предпроектной стадии для обоснования выбора вариантов проектных решений. Применение во всех случаях единственного критерия чистой текущей стоимости, как это предписывает тех-

нический кодекс [2], является недостаточным, поскольку инвесторы могут ставить разные цели. Например, в одних случаях их интересует максимизация прибыли, в других – ликвидность проекта (наименьший срок окупаемости).

4. Учитывать при оценке эффективности инвестиций полный жизненный цикл объекта имеет смысл только в случае сравнения вариантов «при прочих равных условиях», в связи с удалённостью горизонта планирования, сложностью прогнозирования и отсутствием объективных эксплуатационных данных.

**СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. О мерах по совершенствованию строительной деятельности [Электронный ресурс] : Указ Президента Республики Беларусь, 14 янв. 2014 г., № 26 : в ред. Указа от 10.12.2018 // ЭТАЛОН-ONLINE / Нац. центр правовой информ. Республики Беларусь. – Минск, 2019.

2. Строительство. Предпроектная (предынвестиционная) документация. Состав, порядок разработки и утверждения: ТКП 45-1.02-298-2014 (02250). – Введ. 20.07.2014. – Минск : Минстройархитектуры, 2018. – 52 с.
3. Тарасевич, Е.И. Управление эксплуатацией недвижимости: учеб. / Е.И. Тарасевич. – Санкт-Петербург : Издательство «МКС», 2006. – 838 с.
4. Кочурко, А. Н. Экономическое обоснование вариантов проектов производства работ / А. Н. Кочурко, Л. Г. Срывкина // Вестник БрГТУ. – 2012. - № 1(73): Строительство и архитектура. – С. 142–146.
5. Экономика строительства. Курсовое и дипломное проектирование : учебное пособие / А. Н. Кочурко [и др.]. – Минск : Издательство Гревцова, 2012. – 396 с.

Материал поступил в редакцию 03.02.2019

**KOCHURKO A. N., SRYVKINA L. G. The analysis of approaches to assessment of efficiency of alternatives of implementation of investment projects at the predesign stage**

In this article we identify the problems of investment justification, which are not yet solved in current regulatory literature. We reason the consideration of alternative design solutions at the pre-project stage of the investment project implementation. We systemize the criteria for static and dynamic assessments of economic efficiency of investments.

UDC 624.012.46

**Drahan A. V.**

**AN INNOVATIVE APPROACH TO CRACK WIDTH PREDICTION OF REINFORCED CONCRETE ELEMENTS**

**Introduction.** Currently the CEN TC/250 is completing the development of a new (second) generation of structural EuroCodes and among them pr EN1992. In accordance with the actual codes [3] serviceability limit States (SLS) for reinforced concrete structures are applied to ensure (for checking) their functionality and structural integrity under service loading conditions. Cracking analysis (crack width estimation) constitutes a main step in the serviceability design of concrete structures, because cracks of excessive width contribute to corrosion of the reinforcement, surface degradation and consequently damage the structures durability. Moreover, cracks can to decrease axial and flexural stiffness of reinforced concrete member. It is recognized in prEN1992 [3] that cracking in reinforced concrete members may be of two forms (modes):

1. Cracking due to restraint provides by structure volume change (shrinkage, temperature, imposed strains);
2. Cracking due to applied loads. It should be pointed, that this paper only the cracking due to applied loads is discussed.

As it was shown in [1] to control the crack width at RC-members designer can use the guidelines prescribed in various design codes [2, 3, 2, 5], which are based on certain analytical solution or empirical equations to crack width assessment. Recently, the study on crack width control has been continued and numerous formulas of the crack width calculation are proposed. However, almost of them was developed based on regression analysis of experimental data. Detailed analysis shows that all approaches can be divided on the following groups:

1. Empirical (or full-empirical) approaches (ACI 224.2R-86 [5], Gergely P. and Lutz L. A. [6], Mulin N. M. [7], Gusha U. P. [8] etc.).
2. Fracture-Mechanics theory approaches (Piradov A. B., Gvelesiani L. O., Piradov K. A., Guzeev E. A. [9, 10], Oh B.H., Kang Y.-J. [11], Shah S. P., Swartz S. E. [12], etc.).
3. «Tension-Stiffening» theory approaches (CEB-fib Model Code 1990 [13], Pedziwiatr J. [14], SNB 5.03.01-02 [2], Murashev V. I. [15], Nemirovskij J. N. [16], etc.).
4. «Bond-slip» theory approach (Holmberg A [17], Farra B. [18], Noakowski P. [19], Alvares M. [20], an proposed method, etc.).

The crack width calculations are based on the basic case of a prismatic reinforced concrete bar subjected to tension, what is modeling the tensile zone of the RC-element. With regard to behavior under increasing tensile strain, four stages are distinguished in general case:

- the uncracked stage;
- the crack formation;
- the stabilized cracking stage;
- the steel yielding stage.

For carrying out crack width calculations, it is necessary to know whether the crack formation stage or the stabilized cracking stage ap-

plies. It should be pointed, that the formulation given for the value of the crack width in general case provides an estimate of the surface crack width for members subjected to pure tension. For members, subjected to bending, the value represent the crack width at the level of reinforcement. In this case crack spacing and crack width will generally be larger of the extreme tensile fibre of the section. In order to estimate the value of crack width at the extreme tensile fibre, the crack width may be multiplied with factor  $(h-x)/(c-x)$  in accordance with [17].

This study presents an analytical method to estimate the tensile and flexural crack width of reinforced concrete members based on the original conventional crack theory and bond-slip relation [17–20]. The validity, accuracy and efficiency of the proposed analytical method are established by comparing the results of the proposed model with experimental data as well as with results obtained from the analytical study.

The comparison between the proposed analytical solution and experimental data, the analytical solution of fib MC2010 [4] and project pr EN1992-1-1[3] was performed.

**1. CODES PROVISION**

**1.1. fib MC2010**

In accordance with fib MC2010 [4] requirements for all stages of cracking, the design crack width  $w_d$  may be calculated by:

$$w_d = 2l_{s,max} (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} - \epsilon_{cs}), \quad (1.1.1)$$

where:

$l_{s,max}$  denoted the length over which slip between concrete and steel bars occurs. The steel and concrete strains, which occur within this length, contribute to the width of the crack. For the length  $l_{s,max}$  the following expression applies:

$$l_{s,max} = k \cdot c + \frac{1}{4} \frac{f_{ctm}}{\tau_{bms}} \frac{\sigma_s}{\rho_{s,ef}}, \quad (1.1.2)$$

where:

$k$  is an empirical parameter to take the influence of the concrete cover into consideration; as a simplifications,  $k = 1,0$  can be assumed;

$c$  is the concrete cover;

$\tau_{bms}$  is mean bond strength between steel and concrete (see Table 76-2 [4]).

In equation (1.1.1):

$\epsilon_{sm}$  is the average steel strain over the length  $l_{s,max}$ ;

$\epsilon_{cm}$  is the average concrete strain over the length  $l_{s,max}$ ;

$\epsilon_{cs}$  is the strain of the concrete due to free shrinkage.