

УДК 69.05

**Шейна Светлана Георгиевна**

ФГБОУ ВПО «Ростовский государственный строительный университет»<sup>1</sup>

Россия, Ростов-на-Дону

Проректор по научной работе и инновационной деятельности

Доктор технического наук

E-Mail: [Rgsu-gsh@mail.ru](mailto:Rgsu-gsh@mail.ru)

**Баркалов Сергей Алексеевич**

ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный архитектурно-строительный университет»

Россия, Воронеж

Заведующий кафедрой «Управление строительством»

Доктор технических наук

E-Mail: [sbarkalov@nm.ru](mailto:sbarkalov@nm.ru)

**Чередниченко Надежда Дмитриевна**

ФГБОУ ВПО «Ростовский государственный строительный университет»

Россия, Ростов-на-Дону

Ассистент кафедры «Городское строительство и хозяйство»

E-Mail: [Nadin-Che@yandex.ru](mailto:Nadin-Che@yandex.ru)

## **Формирование целей, предпочтений и критериев эффективности проектов**

**Аннотация:** В статье с системной позиции рассматривается содержание категорий цели, предпочтений и критериев эффективности проектов, а также предложены процедуры, позволяющие упорядочить процесс формирования и использования этих категорий при работе с реальными проектами.

Понятно, что сравнение проектов возможно только при определенной и однозначно сформулированной цели в форме ее четкого определения на количественных или качественных шкалах. Основным методом решения этой задачи является так называемая квантификация целей как разновидность широко распространенного приема декомпозиции, трактуемой применительно к категории «цель проекта». Квантификация целей – это последовательное расчленение глобальной цели проекта на подцели разных уровней, и формирование таким способом системной иерархии целей и подцелей (частных целей). Естественно, что при этом на нижнем уровне иерархии должен быть сформирован полный и не избыточный набор измеримых целей при заданных ограничениях. В статье предлагается алгоритм, позволяющий осуществлять такую операцию.

При определении рационального уровня квантификации большую роль играет измеримость подцелей, рассматриваемая как их свойство, которое обеспечивает выбор лучшего проекта на некотором множестве, образующих полное множество возможных исходов парного сравнения проектов. Предлагается процедура сравнения и выбора наилучшего по отношению к некоторой цели проекта из заданного множества с помощью размеченных графов.

**Ключевые слова:** Проект; цель; эффективность; предпочтение; критерий; ограничение; процедура; размеченный граф; квантификация целей; дерево целей; функция доверия.

Идентификационный номер статьи в журнале 75TVN114

---

<sup>1</sup> 344022, Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая, 162

**Svetlana Sheina**

Rostov State University of Civil Engineering  
Russia, Rostov-on-Don  
E-Mail: [Rgsu-gsh@mail.ru](mailto:Rgsu-gsh@mail.ru)

**Sergey Barkalov**

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering  
Russia, Voronezh  
E-Mail: [sbarkalov@nm.ru](mailto:sbarkalov@nm.ru)

**Nadezda Cherednichenko**

Rostov State University of Civil Engineering  
Russia, Rostov-on-Don  
E-Mail: [Nadin-Che@yandex.ru](mailto:Nadin-Che@yandex.ru)

## **Formation of the purposes, preferences and criteria of efficiency of projects**

**Abstract:** In article from a system position the content of categories of the purpose, preferences and criteria of efficiency of projects is considered, and also the procedures, allowing to order process of formation and use of these categories during the work with real projects are offered.

It is clear that comparison of projects possibly only at the certain and unambiguously formulated purpose in a form of its accurate definition on quantitative or qualitative scales. The main method of the solution of this task is so-called quantifications is more whole as a kind of widespread reception of the decomposition treated in relation to the category "project purpose". Quantification of the purposes is a consecutive partition of the global purpose of the project on local goals of different levels, and formation in such a way system hierarchy of the purposes and local goals (the private purposes). It is natural that thus at the bottom level of hierarchy the excess set of the measurable purposes has to be created full and not at the set restrictions. In article the algorithm, allowing to carry out such operation is offered.

When determining rational level of quantification large role plays measurability of the local goals considered as their property which provides a choice of the best project on some set, forming a full set of possible outcomes of pair comparison of projects. Procedure of comparison and choice of the best project in relation to some purpose from the set set by means of the marked counts is offered.

**Keywords:** the project; the purpose; efficiency; preference; criterion; restriction; the procedure; the marked count; quantification are more whole; a tree is more whole; trust function.

Identification number of article 75TVN114

## Введение

Проекты замышляются и реализуются для удовлетворения определенных потребностей. Поэтому принято говорить о желаемых результатах, которые достигаются в результате их воплощения или, сокращенно и условно, о целях проектов. Сравнить проекты можно по-разному. Однако, как показывает практика, наиболее конструктивным представляется сравнение проектов на основе оценивания их эффективности, связываемой с достижением или выполнением цели. При этом сопоставление следует проводить по определенным критериям, позволяющим при анализе нескольких проектов одного и того же целевого назначения отдать предпочтение одному или нескольким из них.

Несмотря на кажущуюся простоту и очевидность понятий «цель проекта», «эффективность проекта», «критерий эффективности проекта» и «предпочтение», формирование и формализованное представление этих понятий, а также их практическое применение вызывают определенные трудности и недопонимания, зачастую влекущие за собой принятие ошибочных решений. Цель статьи заключается в том, чтобы с системной позиции рассмотреть содержание категорий цели, предпочтений и критериев эффективности проектов, а также предложить процедуры, позволяющие упорядочить процесс формирования и использования этих категорий при работе с реальными проектами.

## Цели проектов

Начнем с того очевидного условия, что сравнение проектов возможно только при определенной и однозначно сформулированной цели в форме ее четкого определения на количественных или качественных шкалах. Основным методом решения этой задачи является так называемая квантификация целей как разновидность широко распространенного приема декомпозиции, трактуемой применительно к категории «цель проекта» [1, 4, 5]. Квантификация целей – это последовательное расчленение глобальной цели проекта на подцели разных уровней, и формирование таким способом системной иерархии целей и подцелей (частных целей). Естественно, что при этом на нижнем уровне иерархии должен быть сформирован полный и не избыточный набор измеримых целей при заданных ограничениях. Как правило, такая операция осуществляется путем реализации пошаговой процедуры, представленной на рис. 1.

*Первый шаг* квантификации делается для того, чтобы определить подцели проекта, то есть выделить совокупность задач, совместное решение которых позволит достичь глобальной цели проекта.

*На втором шаге* каждая из выделенных подцелей должна быть проверена на наличие критерия и ограничений, а также на измеримость и релевантность. Если какая-либо подцель не удовлетворяет этим требованиям, осуществляется возврат к первому шагу.

*Третий шаг* предполагает дальнейшую декомпозицию подцелей проекта. Если такая операция возможна, то осуществляется возврат к шагу 2, но уже с новыми (более детальными) подцелями.

В результате совокупность целей проекта приобретает форму, которую называют «деревом целей и задач». Такое «дерево» может быть построено либо «корнями вниз», либо «кроной вверх». Заметим, что для полноты аналогии можно на дереве целей и задач кроной вверх выделить и «листву», которая есть не что иное, как полный не избыточный набор количественно измеримых целей на верхнем (дерево кроной вверх) уровне иерархии.

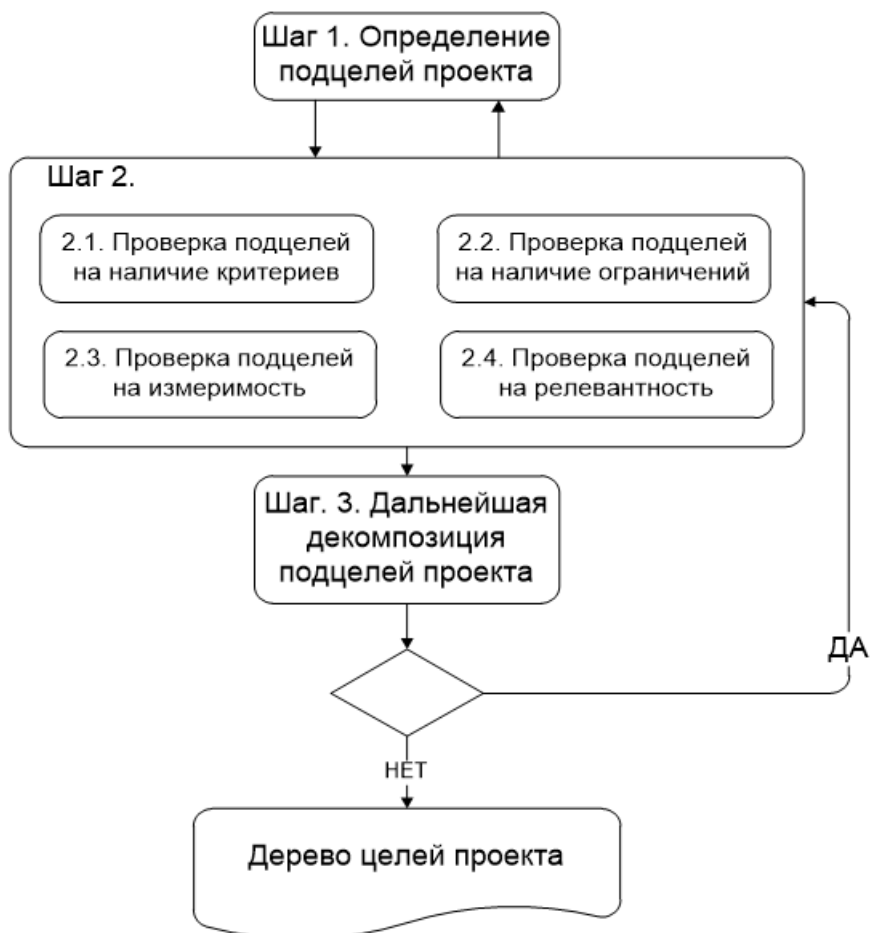


Рис. 1. Обобщенная процедура квантификации целей проекта

### Предпочтения проектов

При определении рационального уровня квантификации большую роль играет измеримость подцелей, рассматриваемая как их свойство, которое обеспечивает выбор лучшего проекта на некотором множестве  $\{^0S_i\}$ . Для пояснения основных правил такого выбора рассмотрим ситуацию, когда задано множество проектов  $^0S = \{^0S_i\}$  одного целевого назначения «А» или предназначенных для достижения цели «А». Для любой пары  $^0S_i$  и  $^0S_j$  из множества  $^0S$  ЛПР (лицо, принимающее решение) может установить одно из следующих

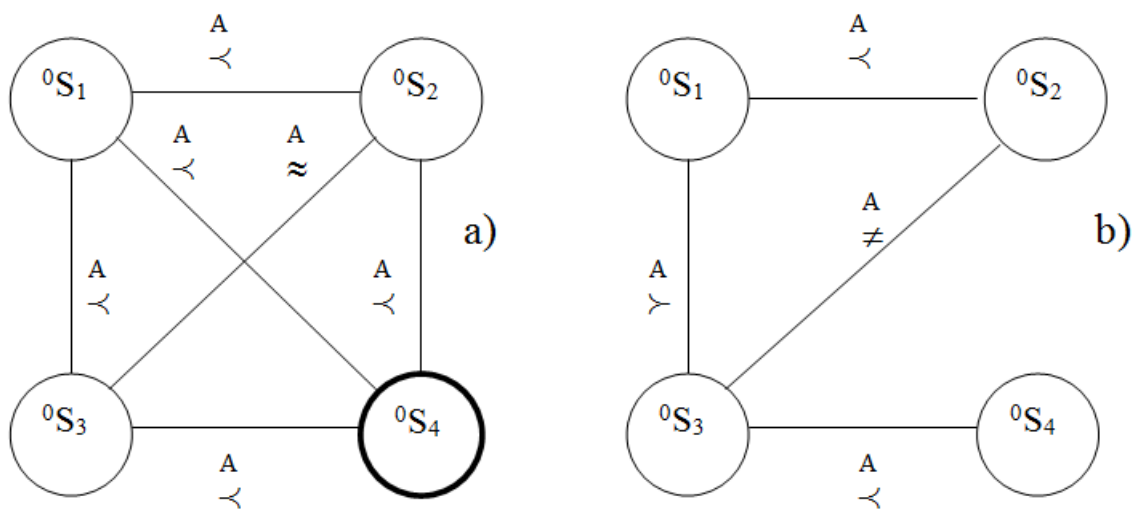
соотношений: 1.  $^0S_i \succ_A ^0S_j$ , где символ « $\succ$ » означает «предпочтительнее по отношению к цели «А»»; 2.  $^0S_i \prec_A ^0S_j$ , где символ « $\prec$ » означает «менее предпочтительно по отношению к цели «А»»; 3.  $^0S_i \approx_A ^0S_j$ , где символ « $\approx$ » означает «эквивалентно по отношению к цели А»; 4.  $^0S_i \neq_A ^0S_j$ , где символ « $\neq$ » означает «несравнимо по отношению к цели «А»» (случай, когда ЛПР не может установить для сравниваемых проектов ни одно из указанных выше соотношений). Очевидно, что 1-4 образуют полное множество возможных исходов парного сравнения проектов из множества  $\{^0S_i\}$ .

Цель «А» считается измеримой, если для любого проекта  $^0S_i \in ^0S$  существует  $^0S_j \in ^0S$  такой, что для  $^0S_i$  и  $^0S_j$  выполняется одно из соотношений  $^0S_i \succ_A ^0S_j$ ,  $^0S_i \prec_A ^0S_j$  или  $^0S_i \approx_A ^0S_j$ , но в

${}^0S$  нет таких пар, что  ${}^0S_i \neq {}^0S_j$ . Если же для пары  ${}^0S_i$  и  ${}^0S_j$  при соблюдении любого из предпочтений 1...3, допускается также и соотношение 4, то такая цель будет частично измеримой.

Простейшая процедура сравнения и выбора наилучшего по отношению к некоторой цели проекта из множества  ${}^0S$  может быть иллюстрирована с помощью размеченных графов, показанных на рис. 2.

В результате совокупность целей проекта приобретает форму, которую называют «деревом целей и задач». Такое «дерево» может быть построено либо «корнями вниз», либо «кроной вверх». Заметим, что для полноты аналогии можно на дереве целей и задач кроной вверх выделить и «листву», которая есть не что иное, как полный не избыточный набор количественно измеримых целей на верхнем (дерево кроной вверх) уровне иерархии.



**Рис. 2.** К процедуре сравнения проектов с помощью размеченного графа

На этих графах вершины – это проекты из множества  ${}^0S$ , а ребра – установленные ЛПР отношения предпочтительности. Граф а) отражает ситуацию измеримости цели «А», а неполный граф б) отражает ситуацию частичной измеримости цели «А», так как отношения предпочтительности на нем установлены не для всех пар вершин (не для всех множеств  ${}^0S$ ). В обоих случаях сопоставляются четыре проекта, но в первом случае а) лучший проект по отношению к рассматриваемой цели выделяется (это –  ${}^0S_4$ ), а во втором б) оказывается, что некоторые проекты несравнимы.

Построение и анализ подобных графов удобен при небольшом количестве сравниваемых проектов. Но уже в случае, когда множество сопоставляемых проектов более пяти, анализ становится громоздким. Поэтому более удобным оказывается введение и использование понятия измеримой цели. С этой целью для множества сравниваемых проектов  $\{{}^0S_i\}$  необходимо выбрать вещественную функцию  $U({}^0S_i)$ , сохраняющую упорядочение вида  ${}^0S_i \succ^A {}^0S_j \Rightarrow U({}^0S_i) > U({}^0S_j)$ . Хотя, количественно измеримая цель всегда измерима, только на множестве  ${}^0S$ , однако может быть определена функция  $U({}^0S) = \max_i U({}^0S_i)$ . В этом случае конечность множества  ${}^0S$  необязательна и процедурно процесс отыскания наилучшего проекта сводится к задаче нахождения экстремума вещественной функции. Но для этого необходимо нахождение упорядочивающей функции  $U({}^0S_i)$ , и тут кроется возможность

установления количественной связи между отношениями предпочтительности и критериями эффективности.

### Критерии эффективности проектов

Формально переход от предпочтений к критериям эффективности основывается на установлении ЛПП на множестве  ${}^0S$  по цели «А» бинарных отношений  $\succ$  или  $\prec$  и определении такой вещественной упорядочивающей функции  $U({}^0S)$ , которая удовлетворяется именно этими бинарными отношениями. Логика определения такой функции сводится к следующему. Если функция  $U({}^0S)$  по определению вещественная, то всегда можно определить положительные ( $\varepsilon > 0$ ) приращения этой функции и, следовательно, можно построить некоторую функцию  $f(\varepsilon)$  от этих приращений. Если значения функции  $U({}^0S)$  определить так, что функция  $f(\varepsilon) = B({}^0S_i R_i {}^0S_j): U({}^0S_i) - U({}^0S_j) = \varepsilon$  позволяет вычислить для каждого  $\varepsilon > 0$  вероятность  $B$  существования на множестве  ${}^0S$  определенного отношения  $R_i$  (либо  $\succ$ , либо  $\prec$ , либо  $\approx$ ), или, иными словами, вероятность истинности для всех  $\{{}^0S_i, {}^0S_j\} \in {}^0S$  утверждения  $(U({}^0S_i) - U({}^0S_j) = \varepsilon) \Rightarrow ({}^0S_i R_i {}^0S_j)$ , то в таком случае  $U({}^0S)$  есть критерий, характеризующий соответствие проектов  ${}^0S_i$  и  ${}^0S_j$  цели «А» (при этом необходимо, чтобы функция  $f(\varepsilon)$  не убывала по  $\varepsilon$ ).

Простейший способ построения функции  $U({}^0S)$  сводится к тому, что для области значений  $\varepsilon$  выделяется множество точек  $\{\varepsilon_m\}$ ,  $m = \{1, 2, \dots, M\}$  и для каждого  $\varepsilon_m$  ЛПП указывает величину  $B$  – вероятность того, что имеет место  $\langle {}^0S_i R_i {}^0S_j \rangle$ , то есть проекты  ${}^0S_i$  и  ${}^0S_j$  связаны отношением  $R_i = \succ, \prec, \approx$ . Ситуация, когда о проектах  ${}^0S_i$  и  ${}^0S_j$  известно только то, что для них  $U({}^0S_i) - U({}^0S_j) = \varepsilon$ , означает, что  $B = f(\varepsilon)$  и искомая функция  $f(\varepsilon)$  аппроксимируется по  $M$  точкам. Если учесть, что  $\varepsilon$  – это приращение критерия при переходе от  ${}^0S_i$  к  ${}^0S_j$ , а  $f(\varepsilon) = B({}^0S_i R_i {}^0S_j)$  – вероятность справедливости утверждения, что  ${}^0S_i R_i {}^0S_j$ , то  $f(\varepsilon)$  есть количественная (в виде значения вероятности) мера того, как критерий  $U({}^0S)$  описывает существующее на множестве  ${}^0S$  отношение предпочтительности  $R_i$ . Это дало основание назвать  $f(\varepsilon)$  функцией доверия данного критерия [2].

Рассуждая аналогично: если из множества возможных значений  $\varepsilon$  выбрать одно конкретное значение  $\varepsilon_\xi$ , то вычисленное для него значение функции  $f(\varepsilon_\xi)$  несет свою информацию о критерии. Значение функции доверия для заданного приращения значения  $\varepsilon_\xi$  названо представительностью критерия  $U({}^0S)$ . Значит, если для некоторого значения  $\varepsilon_\xi$  справедливо неравенство  $U({}^0S_i) - U({}^0S_j) \leq \varepsilon_\xi$ , то проекты  ${}^0S_i$  и  ${}^0S_j$  по цели «А» на множестве  ${}^0S$  неразличимы между собой с заданной представительностью  $f(\varepsilon_\xi)$ , и поэтому приращение  $\varepsilon_\xi$  естественно назвать погрешностью критерия.

Аналог величины  $\varepsilon_\xi$  в физике – погрешность измерения, а  $f(\varepsilon_\xi)$  ассоциируется с чистотой эксперимента. При анализе проектов эта аналогия может быть продолжена так: отношения предпочтительности между проектами нельзя устанавливать только по значению критерия без учета его представительности и погрешности. Всегда необходима проверка представительности и погрешности критерия, используемого для оценки проектов:  $\varepsilon_\xi$  определяет «разрешающую способность» критерия и, следовательно, позволяет установить максимально допустимый уровень ошибок при вычислении его значений;  $f(\varepsilon_\xi)$  позволяет судить о соответствии критерия цели «А».

По степени представительности критерии разделяются на представительные, косвенные и непредставительные [3]. Определенный на множестве  ${}^0S$  критерий  $U({}^0S)$  следует считать представительным, если  $\lim_{\varepsilon \rightarrow \delta} f(\varepsilon) = 1$ , косвенным, если  $0,5 \leq \lim_{\varepsilon \rightarrow \delta} f(\varepsilon) < 1$ , и непредставительным, если  $\lim_{\varepsilon \rightarrow \delta} f(\varepsilon) < 0,5$ . Здесь  $\delta$  соответствует минимальному значению величины  $\varepsilon$  ( $\delta$  и  $\varepsilon$  – только положительные), которое ЛПР может учесть при установлении отношения предпочтительности на множестве  ${}^0S$ .

Представительный критерий гарантирует истинность отношений предпочтительности, установленных по такому критерию: если  $R$  есть отношение  $\succ$ , то лучшему проекту будет соответствовать его максимальное значение (для отношения  $\prec$  – минимальное). Учитывая, что отношение  $R$  на множестве  ${}^0S$  определяет (устанавливает) ЛПР, более точным в данном случае будет утверждение: представительный критерий гарантирует согласованность с представлениями ЛПР отношений предпочтительности на определенном множестве проектов.

Нетрудно видеть, что процедура выбора проектов по единственному представительному критерию сводится к отысканию экстремума.  $U({}^0S_i^*) = \max_{{}^0S_i \in {}^0S} \min U({}^0S_i)$  Эта формальная процедура обеспечена многочисленными

хорошо разработанными методами, что порождает стремление разработчиков свести задачу отыскания лучшего проекта именно к такому виду [3]. Но если при этом по той или иной цели максимизируются или минимизируются значения косвенного или непредставительного критерия, то создается неправильное впечатление о качестве оцениваемых проектов, оптимальным может быть признан неоптимальный или даже просто нежизнеспособный проект.

Из определения косвенного критерия видно, что для него  $U({}^0S_i) - U({}^0S_j) \Rightarrow B({}^0S_i R_i {}^0S_j) > 0,5$ . Это означает, что с вероятностью, не меньшей, чем  $f(\delta)$ , большему значению критерия соответствует лучший (худший) проект.

Косвенный критерий тоже отражает отношения предпочтительности, установленные ЛПР на множестве  ${}^0S$ , но если для представительных критериев связь между отношениями предпочтительности и значениями критериев является функциональной (детерминированной), то для косвенных критериев она носит вероятностный характер. Это существенно усложняет интерпретацию результатов сравнения проектов по косвенному критерию, так как для любого проекта выполнение условия  $U({}^0S_i^*) = \max_{{}^0S_i \in {}^0S} \min U({}^0S_i)$  еще

не означает, что он оптимален. Это условие утверждает лишь то, что с вероятностью  $f(\delta)$  оптимальный проект имеет значение косвенного критерия в интервале  $U({}^0S_i) \pm \delta$ . Чем меньше величина  $\delta$  и больше  $f(\delta)$ , тем уже область, в которой следует искать оптимальный проект.

Пока понятие критерия по единственной цели введено формально в предположении, что можно найти упорядочивающую функцию  $U({}^0S_i)$ . Не касаясь возможностей и способов отыскания  $U({}^0S_i)$ , продолжим обсуждение перехода от цели к критерию эффективности по этой цели.

Прежде всего, необходимо иметь учитывать связь между целью «А» и критерием эффективности проекта по этой цели. Являясь заключительной стадией однозначного определения цели, формирование критерия влияет на интерпретацию свойства проекта, представляемого целью «А» и, что еще важнее – на результирующую оценку эффективности

проекта по этой цели. Так, если цель «А» является количественно измеримой целью нижнего (корнями вниз) уровня дерева целей и задач проекта, то критерием эффективности по такой цели может быть только количественная мера измерения этой цели и никаких вопросов или проблем при этом не возникает. Но если некоторая цель «А» или нестабильна или без специальных мер неизмерима количественно, то именно выбором и формированием показателя эффективности она «доводится» до однозначности и определенности.

Показатели и критерии эффективности – родственные взаимосвязанные категории. Поэтому часто они употребляются как синонимы, что приводит к определенной путанице. Если показатель – это число или понятие, характеризующее эффективность проекта, то критерий эффективности – это правило, позволяющее судить о степени достижения проектом поставленных целей, либо о качестве выполнения проекта. Пусть, например, эффективность некоторого инвестиционного проекта характеризуется единственным показателем – простой нормой прибыли на инвестиции за определенный интервал планирования:  $N = P/I \cdot 100\%$ , где:  $P$  – чистая прибыль от реализации проекта за один интервал планирования;  $I$  – полные инвестиционные затраты за этот же интервал времени. Смысл этого показателя заключается в приблизительной оценке того, какая часть инвестированного капитала возвращается в виде прибыли в течение одного интервала планирования. Очевидно, что чем больше  $N$ , тем выше эффективность проекта. Тогда критерий эффективности данного проекта может быть выражен в следующем виде: проект эффективен, если  $N > N_{KR}$ , где  $N_{KR}$  – критическое значение простой нормы прибыли, то есть минимально допустимое значение, при котором инвестирование капитала еще имеет некий практический смысл.

Очевидно, что, используя один и тот же показатель, можно сконструировать различные критерии эффективности. Следовательно, субъективизм при выборе критериев эффективности проектов неизбежен: для любого проекта можно всегда подобрать такие критерии, что по одному из них он будет эффективным, а по другому – не эффективным. Поэтому при назначении критериев и показателей эффективности проекта, речь может идти лишь об устранении произвола, ориентируясь при этом на представительность, полноту и чувствительность критериев, а также соотносясь с конкретными целями и задачами проекта и его окружения.



## ЛИТЕРАТУРА

1. Новосельцев В.И. Системный анализ: современные концепции. – Воронеж: «Кварта», 2002. – 320 с.
2. Кузнецов В.И. Системное проектирование радиосвязи. Часть 1 (Системотехника). – Воронеж: ВНИИС. – 278 с.
3. Эддоус М., Стэнсфилд Р. Методы принятия решений / Пер. с англ. – М.: «Аудит», 1997. – 590 с.
4. Математические основы управления проектами: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности «Менеджмент»/[С.А. Баркалов и др.]; под ред. В.Н. Буркова. Москва, 2005.
5. Прикладные модели в управлении организационными системами/ Баркалов С.А., Бурков В.Н., Соколовский В.В., Шульженко Н.А.. Тула, 2002.
6. Модели управления конфликтами и рисками/ Баркалов С.А., Новиков Д.А., Новосельцев В.И., Половинкина А.И., Шипилов В.Н. Под редакцией Новикова Д.А./ Воронеж, 2008.
7. Оптимизационные модели и методы в управлении строительным производством/ Семенов П.И., Баркалов С.А., Бурков В.Н., Курочка П.Н., Половинкина А.И. Воронеж, 2007.
8. Алгоритм оптимального распределения ресурсов внутри проекта/ Баркалов С.А., Бурков В.Н., Голенко-Гинзбург Д.И., Сидоренко Е.А. Вестник Воронежского государственного технического университета. 2010. Т.6.№10. С.65-67.

**Рецензент:** Околелова Элла Юрьевна, профессор кафедры экономики и основ предпринимательства ФГБОУВПО «ВГАСУ», доктор экономических наук, доцент, ФГБОУВПО «Воронежский государственный архитектурно-строительный университет».

## REFERENCES

1. Novosel'cev V.I. Sistemnyj analiz: sovremennye koncepcii. – Voronezh: «Kvarta», 2002. – 320 s.
2. Kuznecov V.I. Sistemnoe proektirovanie radiosvjazi. Chast' 1 (Sistemotehnika). – Voronezh: VNIIS. – 278 s.
3. Jeddous M., Stjensfild R. Metody prinjatija reshenij / Per. s angl. – M.: «Audit», 1997. – 590 s.
4. Matematicheskie osnovy upravlenija proektami: uchebnoe posobie dlja studentov vysshih uchebnyh zavedenij, obuchajushhihsja po special'nosti «Menedzhment»/ [S.A. Barkalov i dr.]; pod red. V.N. Burkova. Moskva, 2005.
5. Prikladnye modeli v upravlenii organizacionnymi sistemami/ Barkalov S.A., Burkov V.N., Sokolovskij V.V., Shul'zhenko N.A.. Tula, 2002.
6. Modeli upravlenija konfliktami i riskami/ Barkalov S.A., Novikov D.A., Novosel'cev V.I., Polovinkina A.I., Shipilov V.N. Pod redakciej Novikova D.A./ Voronezh, 2008.
7. Optimizacionnye modeli i metody v upravlenii stroitel'nym proizvodstvom/ Semenov P.I., Barkalov S.A., Burkov V.N., Kurochka P.N., Polovinkina A.I. Voronezh, 2007.
8. Algoritm optimal'nogo raspredelenija resursov vnutri proekta/ Barkalov S.A., Burkov V.N., Golenko-Ginzburg D.I., Sidorenko E.A. Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta. 2010. T.6.№10. S.65-67.