

Посилання на статтю

Голубятников В.Т. Оценка производственно-экономической устойчивости инвестиционно-строительного проекта в процессе его реализации / В.Т. Голубятников // Управління проектами та розвиток виробництва: Зб.наук.пр. – Луганськ: вид-во СНУ ім. В.Далія, 2013 - №2(46). - С. 17-24. - Режим доступу: <http://www.pmdp.org.ua/>

УДК 004.9:519.876

В.Т. Голубятников

ОЦЕНКА ПРОИЗВОДСТВЕННО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ИНВЕСТИЦИОННО-СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОЕКТА В ПРОЦЕССЕ ЕГО РЕАЛИЗАЦИИ

Рассмотрены оценочные показатели оценки устойчивости инвестиционно-строительных проектов при их реализации в условиях неопределённости. Предложен алгоритм определения устойчивости проекта по показателям оптимальности состава подрядчиков, вероятности выполнения работ по проекту и величины страхового запроса ресурсов в стоимостном выражении. Рис. 1, табл. 1, ист. 11.

Ключевые слова: проект, строительство, устойчивость, критерий, оптимальность, вероятность, система.

В.Т. Голубятников

ОЦІНКА ВИРОБНИЧО-ЕКОНОМІЧНОЇ СТІЙКОСТІ ІНВЕСТИЦІЙНО-БУДІВЕЛЬНОГО ПРОЕКТУ У ПРОЦЕСІ ЙОГО РЕАЛІЗАЦІЇ

Розглянуто оціночні показники оцінки стійкості інвестиційно-будівельних проектів при їх реалізації в умовах невизначеності. Запропоновано алгоритм визначення стійкості проекту за показниками оптимальності складу підрядників, ймовірності виконання робіт за проектом і величини страхового запиту ресурсів у вартісному вираженні. Рис. 1, табл. 1, дж. 11.

V.T. Holubiatnikov

ASSESSMENT OF INDUSTRIAL AND ECONOMIC STABILITY OF INVESTMENT AND CONSTRUCTION PROJECT DURING ITS IMPLEMENTATION

Indicators for assessing the sustainability of the investment and construction project during its implementation in uncertainty conditions are considered. Algorithm for project stability determination in terms of optimality of contractors, the likelihood of the project works implementation and the value of the insurance request resources in terms of value is suggested.

Постановка проблеми в общем виде и ее связь с важными научными или практическими заданиями. Производственно-экономическая устойчивость проекта представляет собой состояние оптимального упорядочения взаимосвязей между производственными и экономическими элементами системы проекта с последующим формированием их пространственно-временной последовательности.

К категории самых важных вопросов исследования и оценки состояния проекта, относится разработка форматизированного показателя устойчивости, являющегося функцией множества переменных, представляющихся определенными совокупностями. Поэтому, введение с последующей оценкой интегрального показателя оценки производственно-экономической устойчивости инвестиционно-строительного проекта подразумевает анализ всех производственных, экономических и финансовых процессов, протекающих на протяжении жизненного цикла проекта, влияющих на величину этого показателя.

Актуальность статьи состоит в том, что моделирование поведения инвестиционно-строительных проектов в условиях динамического изменения их внутренней структуры и внешнего окружения, требует постоянного анализа состояния проекта на основе таких универсальных и действенных инструментов исследования, как устойчивость проекта.

Анализ последних исследований и публикаций. Вопросам исследования устойчивости функционирования сложных систем в изменчивой внешней среде посвящен целый ряд трудов украинских и зарубежных ученых, сущность которых сводится к сложным теоретическим описаниям устойчивости с позиции динамического программирования и геометрических методов анализа и синтеза нелинейных систем, что затрудняет их использование в практике управления проектами инвестиционно-строительного характера [1,2].

В своих исследованиях процессов управления инвестиционно-строительными проектами В.А. Рач определяет понятие проекта и его продукта как «відокремлені часовими рамками інвестиційні заходи по виконанню технологічної послідовності для створення у межах заданих параметрів та бюджетних обмежень нового унікального об'єкта нерухомості, наявність та використання якого необхідне для досягнення мети інвестування» [3].

Проблемам анализа устойчивости посвящены работы таких ученых как А. Колобов, Н. Омельченко, Т. Канчавели и др. [4,5,6], исследующих деятельность промышленных предприятий. При этом они отмечают зависимость устойчивости организационно-экономической системы предприятия от таких показателей, как характеристики финансово-экономической стабильности; производственно-хозяйственной деятельности; степень удовлетворения потребительского спроса; влияние конкурентной среды; рыночной среды потребителей и ее изменчивость.

С.Д. Бушуев, И.И. Мазур, В.Д. Шапиро, В.Н. Бурков и др. отмечают, что стабильность функционирования проекта зависит от постоянства взаимосвязей всех его составляющих элементов [7,8,9].

Однако следует отметить, что анализ устойчивости инвестиционно-строительного проекта требует нового осмысления критериев оценки устойчивости с позиции специфики его назначения, целей реализации и особенностей подходов к определению оценочных показателей и алгоритмизации принятия решений.

Материал предлагаемой статьи базируется на предыдущих исследованиях автора по оптимизации состава подрядных строительных организаций как участников инвестиционно-строительных проектов, представленных в работах [10,11].

Цель исследования предопределяет построение алгоритма анализа устойчивости инвестиционно-строительных проектов по показателям оптимальности комплекта подрядных строительных организаций, как участников проекта, вероятности выполнения работ и страховому запросу в строительном выражении.

Основные полученные результаты. Под устойчивым положением проекта будем понимать способность проекта выдерживать плановые показатели на всём протяжении жизненного цикла при различных изменениях его инфраструктуры и колебаний внешней среды.

Производственно-экономическая устойчивость инвестиционно-строительного проекта в силу своей специфики, которая определяется освоением значительных объемов капитальных вложений в проект, сложностью комплектования субподрядных организаций как участников проекта и упорядочения взаимосвязей между ними, требует определенной вероятности оценки временных и стоимостных показателей проекта.

Рассматривая проект с точки зрения его устойчивости в процессе реализации и выделив из множества критериев оценки устойчивости вышеприведенные, целесообразно сгруппировать их по трем блокам:

- оптимальный выбор комбинации подрядчиков;
- вероятная оценка длительности совершения всех работ по проекту в отдельности и общего периода выполнения проекта;
- оптимизация страхового запаса проекта.

Для определения производственно-экономической устойчивости инвестиционно-строительного проекта примем интегральный показатель устойчивости, который в общем виде можно описать следующим образом:

$$I = K_1 I_1 + K_2 I_2 + K_n I_n;$$
$$K = \overline{1, n};$$
$$I_n = \overline{1, n}.$$

где K_1, K_2, K_n – коэффициенты, учитывающие значимость взаимоотношений показателей оптимальной комбинации подрядчиков, вероятностной оценки продолжительности проекта и уровня его страхового запаса; I – обобщенный показатель устойчивости; I_n – локальный показатель устойчивости.

Удобство этого показателя заключается в том, что при необходимости введения новой составляющей показателя в исследования и анализ изменений состояния за определенный временной лаг его реализации, ее легко встроить в разработанную структуру интегрального показателя « I ».

Рассмотрение автором интегрального показателя формирования состава участников выполнения подрядных строительных работ более подробно представлено в предыдущей работе автора [10].

Смысл интегрального критерия формирования состава участников проекта состоит в сведении всего множества показателей, используемых для выбора подрядчиков проекта, к единому, интегральному показателю.

Проводится предварительная оптимизация в рамках каждой комбинации подрядчиков τ_i . Исходя из ресурсного профиля проекта, для каждой комбинации τ_i могут быть определены наименьший период времени $T_{\tau_i}^{\min}$ и наибольший период времени $T_{\tau_i}^{\max}$, в течении которого эти подрядчики могут реализовать проект. В рамках каждой комбинации подрядчиков может быть решена задача оптимизации стоимости выполнения проекта по критерию:

$$Cp.проекта = f(Cv, r, T) \rightarrow \min; T_{\tau_i}^{\min} \leq T \leq T_{\tau_i}^{\max},$$

или

$$Cp.проекта = Cv \cdot \left(\frac{1}{(1+r)^T} \right) \rightarrow \min; T_{\tau_i} \leq T \leq T_{\tau_i}^{\max},$$

где $Cp.проекта$ – исходная стоимость проекта, или его фазы;

r – дисконтная процентная ставка;

T – период дисконтирования;

Cv – будущая стоимость проекта в определенный момент дисконтирования.

Результатом оптимизации будут значения $C_{\rho\tau_i}^{onm}, T_{\tau_i}^{onm}$ для каждой комбинации подрядчиков τ_i .

Для окончательного выбора комбинации подрядчиков воспользуемся интегральным критерием, учитывающим свойства подрядчиков. Каждая комбинация подрядчиков $\tau_i \in \tau, \tau_n = \{P_1, \dots, P_N\}$ может быть оценена по интегральному критерию оптимальности $I(\tau_n)$:

$$I(\tau_n) = \sum_{P_i} \sum_j \alpha_j \tau_j^{P_i} + \sum_m \alpha_m I_{n.проекта}^{\tau_n},$$

где α_j – весовые коэффициенты свойств подрядчиков P_j ;

α_m – весовые коэффициенты интегральных характеристик проекта $I_{n.проекта}^{\tau_n}$, а именно: срока выполнения проекта $T_{\tau_i}^{onm}$ и стоимости проекта $C_{\rho\tau_i}^{onm}$;

$\tau_j^{P_i}$ – значения коэффициентов, характеризующих свойства подрядчиков P_j .

Выделяется для рассмотрения также вероятностная оценка устойчивости проекта.

Цель методов вероятностной оценки устойчивости проекта состоит в анализе всех путей от начального события сетевой модели до конечного события с точки зрения вероятной длительности совершения всех работ на выбранном пути (рис.1). Вероятность выполнения всех работ на выбранном пути за период выполнения проекта должна быть меньше вероятности выполнения всего проекта за тот же период.

В качестве основных могут быть рассмотрены следующие вероятностные законы распределения:

1. Нормальный закон распределения.
2. Распределение Вейбулла.
3. Гамма-распределение.

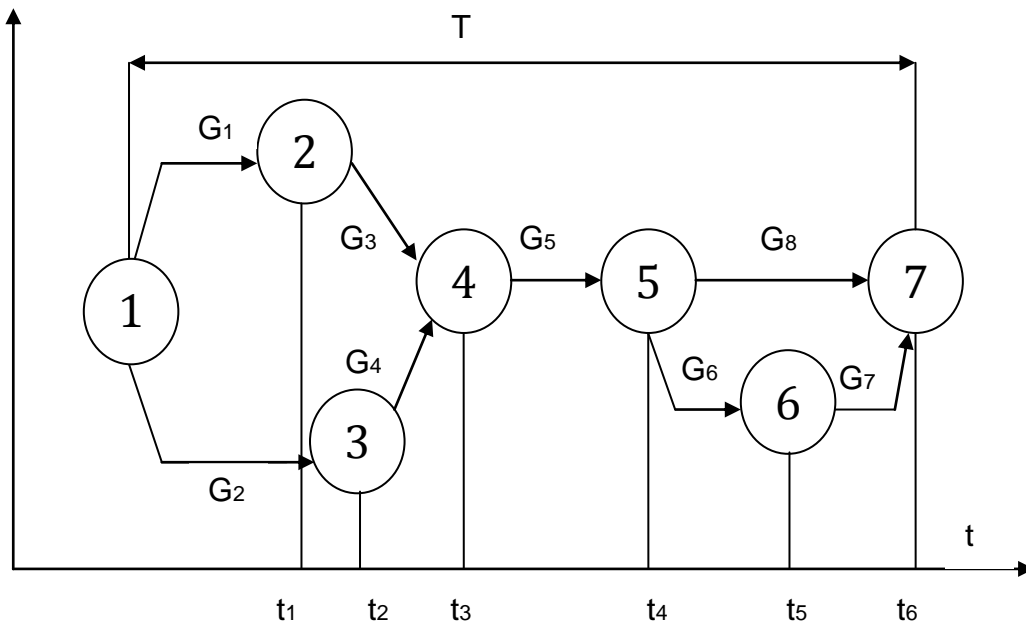


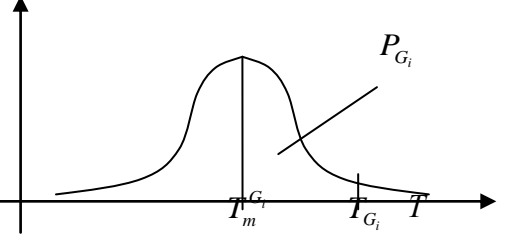
Рис. 1. Сетевая модель инвестиционно-строительного проекта в календарной сетке (общий вид)

Для всех дальнейших расчетов выберем нормальный закон распределения (табл. 1).

1. Сформируем множество путей $L = \{l_j\}, j = \overline{1, M}$ от начального события сетевой модели до конечного события.

2. Определим требуемую вероятность для каждой работы G_i по формуле $P_j^{G_i} = \sqrt[M]{P_{\text{проекта}}}$, где M – число работ G_i в выбранном пути l_j .

Основные параметры, учитываемые при вероятностной оценке устойчивости проекта

Задаваемые параметры для каждой G_i	Полученное вероятностное распределение для каждой G_i
T_{G_i} – принятая длительность работы G_i . P_{G_i} – вероятность выполнения работы G_i за время T_{G_i} .	
$T_m^{G_i}$ – математическое ожидание работы G_i	$f(T_{G_i}, S(T_{G_i})) = \frac{1}{S\sqrt{2\rho}} e^{-\frac{(T-T_m^{G_i})^2}{2S^2}}$

Основные этапы оценки устойчивости проекта:

3. Если $P_j^{G_i} < \sqrt[M]{P_{\text{проекта}}}$, то исходя из имеющегося закона распределения, получим T^{G_i} , то есть такое T^{G_i} , при котором вероятность выполнения работы G_i равна $P_j^{G_i}$.

4. Вычислим $\sum_i T_i^{G_i}; i = \overline{1, G}$, где G – число работ в рассматриваемом пути.

Если $\sum_i T_i^{G_i} \leq T_{\text{проекта}}$, то критерий устойчивости считается выполненным.

Каков бы ни был критический путь в сетевой модели проекта, вероятность выполнения всего проекта за интервал времени $T_{\text{проекта}}$ должна быть не ниже заданной вероятности $T_{\text{проекта}}$.

Расчет устойчивости проекта может быть проведен в такой последовательности:

1. Сформируем множество путей $L = \{l_j\}; j = \overline{1, n}$ от начального события сетевой модели до конечного события.

2. Для каждой работы G_i зададим:

T_{G_i} – рассчитанное время выполнения работы G_i ;

$\tau_H^{G_i}$ – коэффициент неожиданности выполнения работы G_i ; $0 < \tau_H^{G_i} < 1$.

$T_m^{G_i}$ – математическое ожидание времени выполнения работы G_i .

3. По заданным параметрам каждой работы G_i определим закон распределения

$$4. \varphi(T_m^{G_i}, \sigma(T_{G_i})) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(T-T_m^{G_i})^2}{2\sigma^2}}.$$

5. Если $\tau_H^{G_i} = 1$, примем $\tau_H^{G_i}$ равным $\approx 0,99$, то есть примем доверительный интервал $\Delta = \pm 3\sigma$.

6. Определим потребную вероятность каждой работы G_i . В общем случае имеет место следующая взаимосвязь между вероятностью реализации проекта $P_{\text{проекта}}$ за время $T_{\text{проекта}}$:

$$P_{\text{проекта}} = \prod_{ji} P_j^{G_i};$$

для дальнейших расчетов можно принять

$$P_j^{G_i} = \sqrt[M]{P_{\text{проекта}}},$$

где M – число работ в выбранном пути l_i .

7. Между $P_j^{G_i}$ и $T_j^{G_i}$ в соответствии с нормальным законом распределения существует следующая взаимосвязь:

$$P_j^{G_i} = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^T e^{-\frac{(T-T_m^{G_i})^2}{2\sigma^2}} dT,$$

Описанная зависимость не может быть выражена с помощью элементарных функций, поэтому для расчетов необходимо воспользоваться табличными значениями зависимости $P_j^{G_i} = P_j^{G_i}(T)$.

8. Исходя из имеющегося закона распределения, получим T^{G_i} , то есть такое T^{G_i} , при котором вероятность выполнения работы G_i равна $P_j^{G_i}$.

9. Вычислим

$$\sum_i T_i^{G_i}; i = \overline{1, l},$$

где l – число работ в рассматриваемом пути. Если

$$\sum_i T_i^{G_i} \leq T_{\text{проекта}},$$

то критерий устойчивости считается выполненным.

Рассмотрим оценку устойчивости инвестиционно-строительного проекта с позиции определения его страхового запаса.

Проект устойчив, если величина страхового запаса $C_{\text{проекта}}^{onm}$ достаточна для завершения проекта за период $T_{\text{проекта}}$ с вероятностью $P_{\text{проекта}}$.

Страховой запас проекта представляет собой зарезервированный объем финансовых средств, предназначенный для обеспечения требуемой устойчивости проекта, вне зависимости от свершения неблагоприятных незапланированных событий.

Выделяются следующие этапы расчета потребного страхового запаса проекта:

1. Формирование множества путей l_j , для которых $P_{l_j} < P_{\text{проекта}}$.
2. Определение потребных значений $P_{G_i}^{norm}$ в рамках каждого пути l_j и соответствующих сроков выполнения работ G_i :

$$P_{G_i}^{norm} = \sqrt[M]{P_{\text{проекта}}}$$

где $P_{G_i}^{norm}$ – потребная величина вероятности выполнения работы G_i .

$P_{\text{проекта}}$ – потребная величина вероятности выполнения проекта в целом за период $T_{\text{проекта}}$.

3. Расчет потребного страхового запаса ΔC_{l_j} для каждого пути l_j .

$$\Delta C_{l_j} = \sum_i C_{G_i}, i = 1, \dots, M,$$

где C_{G_i} – увеличение стоимости работы G_i , вызванное сокращением сроков выполнения работы или привлечением дополнительных подрядчиков для ее выполнения; ΔC_{l_j} суммарное увеличение стоимости выполнения всех работ на данном пути l_j .

4. Выбор $\max \Delta C_{l_j}$.

Выводы

1. В результате проведения исследований установлены и определены основные критерии устойчивости инвестиционно-строительных проектов в процессе их реализации, а именно оптимальность состава подрядных строительных организаций, соответствующих профилю стоимостных показателей, наличие страховых запасов ресурсов.

При этом установленные критерии устойчивости определяют соответствующие показатели оценки.

2. Представлена последовательность исследования и анализа устойчивости проекта на основе определения трех показателей: показателя оптимальности состава участников, показателя соответствия вероятности выполнения работ общей вероятности соблюдения срока реализации проекта и показателя страхового ресурсного запаса.

3. Решение задач оценки устойчивости инновационно-инвестиционного проекта предопределяет эффективное освоение капитальных вложений в строительство и своевременную его реализацию. Предложенные методы оценки устойчивости могут быть использованы при конструировании соответствующих математических моделей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Краснощёченко, В.И. Нелинейные системы: геометрические методы анализа и синтеза. / В.И. Краснощёченко, А.П. Крищенко. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. – 520 с.
2. Бурков, В.Н. Теория активных систем: состояние и перспективы / В.Н. Бурков, Д.А. Новиков. – М.: Синтег, 1999. – 128 с.
3. Рач, В.А. Категорійний апарат проектів девелопменту нерухомості / В.А. Рач, О.С. Шарова // Управління проектами та розвиток виробництва: Зб. наук. праць. – Луганськ: вид-во СНУ ім. В. Даля, 2008. – №2 (26).
4. Моделирование производственно-сбытовых систем и процессов управления: Монография / Под ред. А.А. Колобова, Л.Ф. Шклярского. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005.
5. Колобов, А.А. Методы оценки уровня сервиса поставок в условиях машиностроительного производства / А.А. Колобов, Н.Н. Омельченко // Вестник машиностроения, 1995. – №1. – С.40-43.
6. Омельченко, Н.Н. Показатели обеспечения устойчивости функционирования предприятия в современных условиях / Н.Н. Омельченко, Т.Г. Канчавели // Изв. ВУЗов. Машиностроение, 2001. – №4-6. – С.113-118.
7. Бушуев, С.Д. Управління стратегічною довірою в програмах організаційного розвитку на основі когнітивних карт / Бушуев С.Д., Гоц В.В. // Управління проектами та розвиток виробництва: Зб. наук. праць. –Луганськ: вид-во СНУ ім. В. Даля, 2009. — №1.
8. Мазур, Н.Н. Управление проектами / Мазур Н.Н., Шапиро В.Д., Ольдерогге Н.Г.: под общ. ред. Н.Н. Мазура. – 3-е изд. – М.: Омега-Л, 2004.
9. Азаров, Н.Я. Инновационные механизмы управления программами развития / Азаров Н.Я., Ярошенко Ф.Я., Бушуев С.Д. – К.: «Саммит-Книга», 2011. – 328 с.
10. Голубятников, В.Т. Формування складу субпідрядних організацій при розробці та реалізації будівельних проектів / В.Т. Голубятников // Управління проектами та розвиток виробництва: Зб. наук. праць. –Луганськ: вид-во СНУ ім. В. Даля, 2009. – №2(30).
11. Голубятников, В.Т. Інвестиції та регіональна проектна діяльність: навч. посіб. / Голубятников В.Т., Лазар П.Д., Голубятнікова Н.В., Савченко К.В. – Львів.: Вид-во ЛРІДУ НАДУ, 2011.

Рецензент статті
д.т.н., доц. Медведєва О.М.

Стаття надійшла до редакції
15.05.2013 р.