

УДК 65.011.46: 303.732

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Хорошев Н.И., Малых О.В.

ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»,
Пермь, e-mail: horoshev@msa.pstu.ru, oksanamalykh@yandex.ru

В статье рассматриваются вопросы многокритериальной оценки эффективности реализации инвестиционных проектов, которые оказывают влияние на рациональность использования капитала промышленных предприятий. На основе обобщенного механизма ранжирования инвестиционных проектов предложен вариант иерархии оценочных критериев (количественных и качественных) для предприятий целлюлозно-бумажной отрасли. Разработан алгоритм оценки и выбора исследуемых альтернатив, составляющий основу для оценки инвестиционных проектов промышленных предприятий на методическом уровне. Описан каждый из этапов предлагаемой методики: сбор и обработка данных, построение иерархии оценочных критериев, критериальная оценка инвестиционных проектов на основе аналитического метода иерархий, ранжирование исследуемых альтернатив (мероприятий) и планирование их реализации. Приведены результаты оценки эффективности реализации инвестиционных проектов в целлюлозно-бумажной отрасли.

Ключевые слова: инвестиционный проект, бизнес-план, фактор успеха, эффективность, экономический показатель

COMPLEX EVALUATION OF INVESTMENT PROJECTS OF INDUSTRIAL ENTERPRISES

Khoroshev N.I., Malykh O.V.

Perm National Research Polytechnic University, Perm,
e-mail: horoshev@msa.pstu.ru, oksanamalykh@yandex.ru

In the article questions of investment projects efficiency assessment which have impact on capital use rationality of the industrial enterprises are considered. On the basis of investment projects ranking mechanism offered the option of evaluation criteria hierarchy (quantitative and qualitative) for the pulp and paper industry. Alternatives assessment and choice algorithm, making a basis for investment projects assessment of the industrial enterprises at methodical level is developed. The offered technique is described: collecting and processing data, creation of estimated criteria hierarchy, criteria assessment of investment projects on the basis of hierarchy analytical method, alternatives (actions) ranging and planning of their realization. Results of investment projects efficiency assessment in pulp-and-paper branch are given.

Keywords: investment project, business plan, success factor, effectiveness, economic indicator

Одной из важных задач отечественных промышленных предприятий на текущий момент времени является модернизация основных средств, вовлеченных в процесс производства, и повышение эффективности их использования с учетом современного уровня развития техники и технологий [1]. При этом процесс выявления эффективных инвестиционных проектов (ИП) [2–4] с учетом множества критериев и накладываемых ограничений информационного, материального, интеллектуального и финансового характера определяет успех деятельности предприятий как субъектов экономической деятельности. В этой связи существует объективная потребность в методической проработке вопросов анализа и многокритериальной оценки (количественного и качественного ранжирования) инвестиционных проектов и лучших практик, направленных на обеспечение модернизации ключевых промышленных процессов и объектов.

Цель и задачи. С учетом обозначенной проблемы выбора наилучших проектов среди рассматриваемого множества альтернатив основной целью исследования является разработка методики оценки инвестиционных проектов промышленных предприятий, направленной на повышение эффективности процессов модернизации основных средств и их использования. При этом необходимо решить взаимосвязанные задачи, содержащие формализацию множества критериев (иерархии критериев) для комплексной оценки инвестиционных проектов, разработку алгоритма анализа их эффективности, являющегося основой для построения методики, и ранжирование наиболее актуальных проектов в конкретной (рассматриваемой) отрасли народного хозяйства.

Разработка иерархии критериев

Для реализации комплексной оценки ИП в первую очередь необходимо формализовать

множество критериев количественного и качественного содержания, то есть разработать иерархию критериев под специфику деятельности конкретного промышленного предприятия.

На рис. 1 представлен унифицированный механизм ранжирования ИП на основе метода аналитической иерархии [5], который включает в себя следующие основные этапы:

1) постановка проблемы (формирование цели и решаемых задач);

2) декомпозиция проблемы и расчет приоритетов, связанных с построением иерархии критериев;

3) ранжирование альтернатив (определение порядка реализации наиболее эффективных проектов).

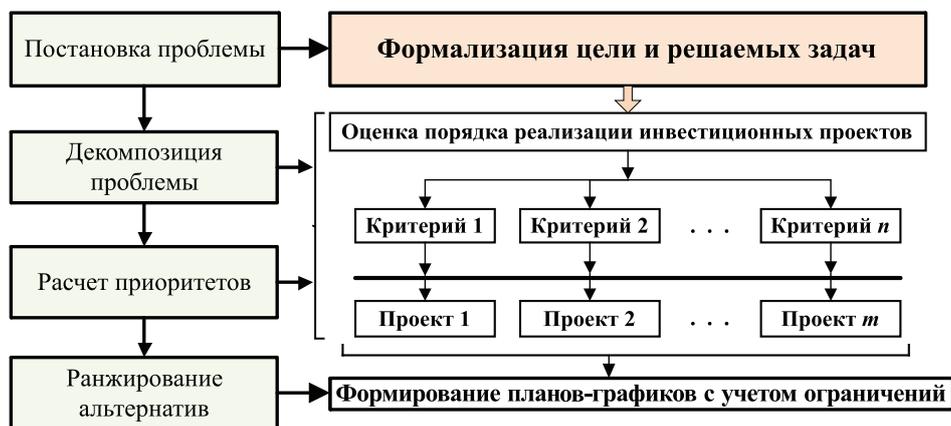


Рис. 1. Механизм ранжирования инвестиционных проектов

Отметим, что критерии могут быть как простыми (рис. 1), так и составными (с несколькими уровнями вложенности).

Используя рассмотренный выше механизм, можно получить необходимую иерархию критериев для конкретного объекта исследования и осуществить его оценку

с помощью множества показателей (с учетом специфики деятельности предприятия).

Рассмотрим построение иерархии составных критериев для оценки проектов, реализуемых, например, предприятиями целлюлозно-бумажной промышленности (ЦБП) (рис. 2).



Рис. 2. Иерархия составных критериев для оценки проектов ЦБП

Далее в качестве математического аппарата, используемого в методике оценки ИП промышленных предприятий, рассмотрим метод анализа иерархий (МАИ). Данный метод представляет собой логическую конструкцию, которая обеспечивает с помощью простых и обоснованных правил решение многокритериальной задачи, содержащей как

количественные, так и качественные параметры (факторы) [5].

Алгоритм анализа эффективности проектов

Разработаем алгоритм оценки эффективности и выбора исследуемых альтернатив (их ранжирования) как основу методики оценки ИП промышленных предприятий (рис. 3).

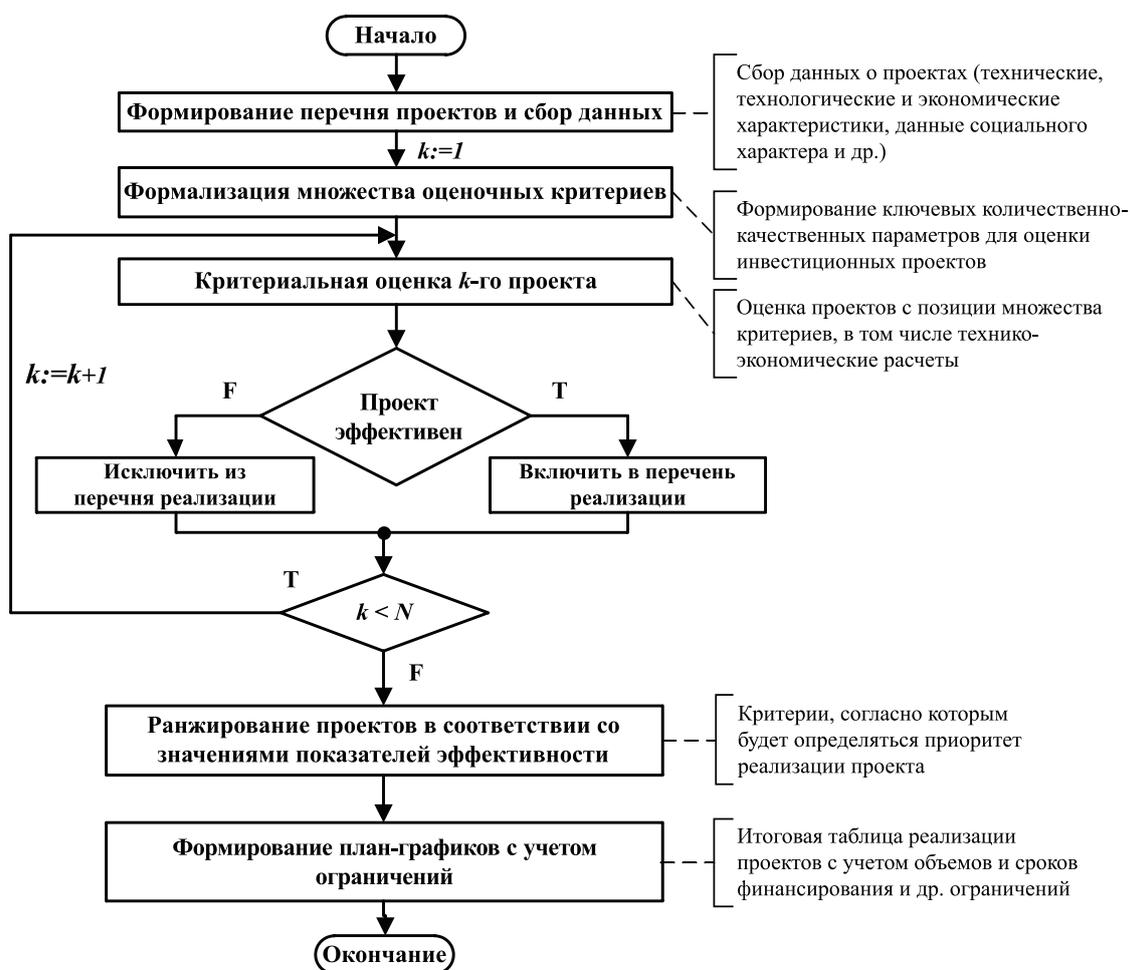


Рис. 3. Алгоритм оценки эффективности и выбора инвестиционных проектов:
 N – общее количество инвестиционных проектов; T – истина; F – ложь

С учетом приведенного алгоритма (рис. 3) отметим основные этапы предлагаемой методики.

На первом этапе осуществляется сбор данных (технических, технологических, социальных, экономических и др.) и формирование перечня проектов, актуальных для рассматриваемой отрасли (промышленного предприятия).

На втором этапе строится простая или сложная иерархия критериев количественного и качественного содержания для ком-

плексной оценки инвестиционных проектов (рис. 1, 2).

Третий этап связан с критериальной оценкой инвестиционных проектов на основе МАИ. То есть после иерархической декомпозиции проблемы (задачи) необходимо определить значимость критериев (K) и оценить согласно им каждую из рассматриваемых альтернатив (A), определив при этом наиболее важную из них.

Значимость критериев определяется матрицей парных сравнений в виде квадратной таблицы чисел (табл. 1).

Таблица 1
Матрица парных сравнений для определения значимости критериев

Цель	K1	K2	K3
K1	w_{11}	w_{12}	w_{13}
K2	w_{21}	w_{22}	w_{23}
K3	w_{31}	w_{32}	w_{33}

Сравнивая набор критериев друг с другом, получили обратно симметричную матрицу, которая имеет следующее свойство:

$$w_{ij} = 1/w_{ji}, \quad (1)$$

где индексы i и j – номер строки и номер столбца, на пересечении которых стоит элемент w_{ij} .

При сравнении элемента с самим собой имеем равную значимость, поэтому главная диагональ состоит из единиц ($w_{ij} = 1$ при $i = j$).

Аналогично осуществляется оценка значимости рассматриваемых альтернатив (проектов) по каждому из критериев (табл. 2), то есть построение обратно симметричной матрицы ($a_{ij} = 1$ при $i = j$).

Таблица 2
Матрица парных сравнений для определения значимости альтернатив

K1	A1	A2	A3
A1	a_{11}	a_{12}	a_{13}
A2	a_{21}	a_{22}	a_{23}
A3	a_{31}	a_{32}	a_{33}

При этом оценка преимущества одной альтернативы над другой может осуществляться либо составлением для них отношения значений конкретного параметра (фактора), либо использованием существующих оценочных таблиц [5].

Согласно матрицам парных сравнений (табл. 1 и 2) формируются векторы приоритетов q и p из элементов (2):

$$q_j = \frac{\sqrt[n]{w_{j1} \cdot w_{j2} \cdot \dots \cdot w_{jn}}}{\sum_{j=1}^n \sqrt[n]{w_{j1} \cdot w_{j2} \cdot \dots \cdot w_{jn}}};$$

$$p_{i,j} = \frac{\sqrt[m]{a_{i1} \cdot a_{i2} \cdot \dots \cdot a_{im}}}{\sum_{i=1}^m \sqrt[m]{a_{i1} \cdot a_{i2} \cdot \dots \cdot a_{im}}}, \quad (2)$$

где q_j – элемент вектора приоритетов критериев; $p_{i,j}$ – элемент вектора приоритетов

альтернатив, относящийся к конкретному уровню иерархии; i и j – порядковые номера альтернативы и критерия; n и m – количество критериев и альтернатив.

Подобная процедура расчета векторов приоритетов согласно (2) выполняется для всех матриц парных сравнений на каждом из уровней построенной иерархии критериев.

В заключение происходит вычисление глобальных приоритетов альтернатив (3):

$$S_i = \sum_{j=1}^n p_{i,j} \cdot q_j. \quad (3)$$

После построения иерархии и определения величин глобальных приоритетов альтернатив (проектов) следует оценка адекватности произведенных вычислений, заключающаяся в расчете индекса согласованности ИС. Для этого согласно (4) определяется сумма каждого j -го столбца матрицы суждений (табл. 2):

$$u_j = \sum_{i=1}^n a_{i,j}; \quad b_j = u_j p_{i,j}. \quad (4)$$

Сумма чисел b_j (5) отражает пропорциональность предпочтений:

$$\lambda_{\max} = b_1 + b_2 + b_3 + \dots + b_n. \quad (5)$$

Таким образом, чем ближе величина λ_{\max} к n (числу альтернатив (объектов) в матрице парных сравнений), тем более согласованы суждения.

Отклонение от согласованности выражается индексом согласованности (6):

$$ИС = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}. \quad (6)$$

Для определения точности согласованности суждений необходимо ИС сравнить со случайным индексом (СИ), соответствующим матрице со случайными суждениями, выбранными из следующей шкалы: 1/9, 1/8, 1/7, 1/6, 1/5, 1/4, 1/3, 1/2, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9.

$$ОС = \frac{ИС}{СИ}, \quad (7)$$

где ОС – отношение согласованности.

В (7) приемлемым является случай, когда $ОС \leq 0,1$.

Четвертый этап методики (рис. 3) включает в себя выбор группы эффективных проектов и их ранжирование в соответствии со значениями глобальных приоритетов (3).

На заключительном пятом этапе формируются план-графики реализации инвестиционных проектов (мероприятий) с учетом объемов и сроков финансирования, а также других ограничений (информационного, материального, интеллектуального и финансового характера).

Результаты оценки эффективности ИП

На основе предлагаемой методики была осуществлена комплексная оценка ИП для промышленных предприятий целлюлозно-бумажной отрасли с использованием разработанного варианта иерархии критериев (рис. 2). При этом проанализированы численные значения параметров (критериев, табл. 3) по следующим проектам:

1) «Энергомодуль на местных топливах» (ИП₁) – утилизация отходов предприя-

тий ЦБП на основе современной экологически безопасной плазмозлектрохимической технологии с целью получения электрической и тепловой энергии;

2) «Система энергетического менеджмента» (ИП₂) – оптимизация процессов генерации, распределения и потребления топливно-энергетических ресурсов предприятия [6, 7];

3) «Производство древесного угля» (ИП₃) – создание дополнительного постоянного источника доходов и диверсификация бизнеса.

Таблица 3

Сводная информация значений синтеза критериев по проектам

Обозначение проекта	Консолидированный критерий оценки проекта (первый уровень)			
	K1	K2	K3	K4
ИП ₁	0,18	0,20	0,34	0,23
ИП ₂	0,67	0,61	0,12	0,52
ИП ₃	0,07	0,11	0,25	0,11
Значимость базовых критериев	0,47	0,42	0,07	0,10

Исходя из табл. 3 и (3) произведена оценка глобальных приоритетов ИП (рис. 4):

$$S_1 = 0,18 \cdot 0,47 + 0,20 \cdot 0,42 + 0,34 \cdot 0,07 + 0,23 \cdot 0,10 = 0,216; S_2 = 0,67 \cdot 0,47 + 0,61 \cdot 0,42 + 0,12 \cdot 0,07 + 0,52 \cdot 0,10 = 0,632; S_3 = 0,07 \cdot 0,47 + 0,11 \cdot 0,42 + 0,25 \cdot 0,07 + 0,23 \cdot 0,10 = 0,120.$$

Заключение

Согласно рассмотренной методике оценки ИП промышленных предприятий все альтернативы были ранжированы в порядке убывания значений показателя глобального приоритета (S_i), то есть {ИП₂, ИП₁, ИП₃}. Таким образом, наиболее значимым явился проект «Система энергетического менеджмента».

Предлагаемый вариант многокритериальной оценки ИП может быть с успехом применен при реализации промышленной программы модернизации производственных процессов и объектов.

Список литературы

1. Елтышев Д.К., Хорошев Н.И. Системный подход к формированию и реализации программ энергосбережения и повышения энергетической эффективности // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 5–4. – С. 697–701.
2. Ковалев В.В. Методы оценки инвестиционных проектов. – М.: Финансы и статистика, 1998. – 144 с.
3. Мылников Л.А., Хорошев Н.И., Трусов А.В. Обзор концепций информационного управления инновационными проектами // Информационные ресурсы России. – 2010. – № 3. – С. 34–39.
4. Попков В.П., Семенов В.П. Организация и финансирование инвестиций. – СПб.: Питер, 2001. – 224 с.
5. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий: пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1993. – 320 с.
6. Франк Т., Кычкин А.В., Мусихина К.Г. Государственное управление проектами в области энергосбережения как

база для эффективного внедрения лучших практик // Менеджмент в России и за рубежом. – 2014. – № 3. – С. 98–104.

7. Хорошев Н.И., Елтышев Д.К., Кычкин А.В. Комплексная оценка эффективности технического обеспечения энергомониторинга // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 5–4. – С. 716–720.

References

1. Eltyshev D.K., Khoroshev N.I. *Fundamentalnie issledovaniâ – Fundamental research*, 2014, no. 5 (v. 4), pp. 697–701.
2. Kovalev V.V. *Metody ocenki investitsionnyh proektov* [Investment projects assessment methods]. M., Finance and statistics, 1998, 144 p.
3. Myl'nikov L.A., Horoshev N.I., Trusov A.V. *Informacionnye resursy Rossii – Information resources of Russia*, 2010, no. 3, pp. 34–39.
4. Popkov V.P., Semenov V.P. *Organizacija i finansirovanie investicij* [Organization and financing of investments]. SPb., Peter, 2001, 224 p.
5. Saati T. *Prinjatje reshenij. Metod analiza ierarhij* [Decision making. The Analytic Hierarchy Process]. Moscow, Radio and communications, 1993, 320 p.
6. Frank T., Kychkin A.V., Musihina K.G. *Menedzhment v Rossii i za rubezhom – Management in Russia and Abroad*, 2014, no. 3, pp. 98–104.
7. Horoshev N.I., Eltyshev D.K., Kychkin A.V. *Fundamental'nye issledovaniâ – Fundamental research*, 2014, no. 5 (v. 4), pp. 716–720.

Рецензенты:

Бочкарев С.В., д.т.н., доцент, профессор кафедры «Микропроцессорные средства автоматизации», Пермский национальный исследовательский политехнический университет, г. Пермь;

Казанцев В.П., д.т.н., доцент, профессор кафедры «Микропроцессорные средства автоматизации», Пермский национальный исследовательский политехнический университет, г. Пермь.

Работа поступила в редакцию 06.11.2014.