

УДК 629.76+629.78

П.Г. ХОРОЛЬСКИЙ

НИИ энергетики Днепропетровского национального университета, Украина

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНВЕСТИЦИОННО ПРИВЛЕКАТЕЛЬНЫХ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

*Представлены основы методологии проектирования инвестиционно привлекательных больших и сложных технических систем. Она разрабатывается применительно к ракетно-космическим системам. За основу принята практически без изменений известная методология микропроектирования, например, объектов ракетно-космической техники. Развитию подлежит методология макропроектирования, за основу которой, в свою очередь, может быть принята разрабатываемая в настоящее время методология проектирования по критерию экономической эффективности. Введены новый векторный критерий оптимальности и отрицательные обратные связи между подсистемами, ведущими микро- и макропроектирование.*

**Ключевые слова:** большие технические системы, сложные технические системы, макропроектирование, микропроектирование, инвестиционный проект, бизнес-проектирование, ракетно-космическая техника, критерий, оптимальное проектирование, обратная связь.

### Введение

Знаменем современности является особенная привлекательность космической деятельности (КД) [1]. В условиях жесткой конкуренции необходимы инновации для достижения соответствующих преимуществ [2]. Необходимым условием развития КД является государственное управление и бюджетное финансирование [1, 3], которых в Украине и РФ хронически не хватает [1, 3, 4]. Со снижением финансирования НИОКР темпы роста инновационного потенциала отрасли начинают снижаться, что обуславливает ее экспортную ориентацию [3].

### 1. Формулирование проблемы

В таких условиях для разработчиков таких больших (БТС) и сложных технических систем (СТС), как ракетно-космические комплексы и системы, жизненно важным условием осуществления их деятельности является привлечение инвестиций (ИН) [3]. Для этого и вообще для создания и внедрения инноваций необходима разработка новых методик проектирования (ПР) [2].

Проектирование суть создание нового [5], что всегда представляет проблему. В нашем случае она состоит в разработке методологии (МЕ) создания привлекательных для потенциальных инвесторов БТС и СТС, ПР которых уже проблемно [7, 8].

МЕ ПР с учетом экономических факторов посвящено много работ (см., например, [9, 10]), а также библиографию в [11]). Наиболее близки результаты [11]–[14] по разработке МЕ ПР ракет-носителей (РН) для условий государственного финансирования по критериям чистого дисконтированного дохода (ЧДД) NPV

[12], чистого дохода [11], дисконтированной бюджетной эффективности [13, 14]. ПР осуществляется в 5 этапов: 1) обоснование веса полезной нагрузки (ПН)  $G_{ПН}$  для заданных орбит путем анализа альтернативных вариантов РН; 2) традиционное ПР по критерию  $G_{ПН} \rightarrow \max$ ; 3), 4) – определение обобщенного показателя надежности  $P_0$  из условия  $NPV \rightarrow \max$  при ограничении на  $G_{ПН}$ ; 5) определение значений внутренних параметров РН с учетом  $P_0$ . Ключевым моментом МЕ является определения показателя конкурентоспособности РН, определяющим ожидаемую долю рынка. Такая МЕ представляет собой лишь частное решение рассматриваемой проблемы.

**Общие соотношения.** Основные соотношения, используемые здесь, известны, например, из [11 – 22, 25].

**Постановка задачи.** Целью работы является разработка основ МЕ ПР БТС, СТС из числа ракетно-космической техники (РКТ), обеспечивающих привлечение ИН для осуществления этих проектов, которые назовем инвестиционно привлекательными.

Инвестиционные программы направлены на развитие предприятий. ПР – разновидность управления и в нашем случае его можно рассматривать как задачу управления развитием предприятия как единым кросс-функциональным бизнес-процессом, постановка которой дана в [15]. ПР СТС включает этапы макро- и микропроектирования. Существующая МЕ ПР РН позволяет их строить практически с любыми характеристиками [6]. Отсюда – это задача макропроектирования – формирования требований ( $\vec{T}$ ) к СТС. Для ракетно-космических

комплексов необходимо определить  $\bar{T}$ : как минимум, диапазоны параметров орбит выведения и  $G_{ПН}$ , характеристики надежности, и, при необходимости, – стоимость пуска или фрахта РН, готовность, требования по безопасности ПН и т. п.

Инновации построены на комбинациях известных решений (ТР) [2]. Конкуренция уже означает их наличие. Морфологический синтез обеспечивает получение всего множества ТР  $\Omega$  [24]. Тогда имеем дело с задачей оптимального ПР [25], требующей определения вектора критериев оптимальности  $\bar{J}$ .

## 2. Решение проблемы

Потенциальному инвестору необходимо представить инвестиционный проект (ИП), представляющий собой потоки платежей по периодам [19] в форме бизнес-плана [22]. ИП в общем случае оценивается по векторному критерию, который следует принять в качестве  $\bar{J}$ , включающему [18, 19]: 1) ЧДД, 2) внутреннюю норму доходности (ВНД), 3) индексы доходности, 4) срок окупаемости, 5) рентабельность и др. – с учетом рисков. Основные из них – ЧДД, а также ВНД [19]. Риск учитывают разными методами [11, 15 – 22], в частности – в ставке дисконта, принимаемой инвестором.

Для расчета  $\bar{J}$  необходимо знание потоков платежей, определяемых при маркетинговом анализе (МА) в ходе бизнес-проектирования по МЕ, например, из [15, 22]. МА позволяет установить рыночную нишу продукта (приводящую к искомому  $\bar{T}$ ) и ожидаемую долю рынка, определяемую в соответствии со значениями показателя конкурентоспособности, например, по МЕ из [11– 15, 22]. МЕ определения  $\bar{T}$  по проектным моделям оптимизацией  $\bar{J}$  на множестве  $\Omega$  известна [25]. Затем – традиционное микропроектирование.

Значение  $\bar{T}$  необходимо определять в течение всего жизненного цикла (ЖЦ) СТС на соответственно сокращенном  $\Omega$  при каждой итерации ПР, т. е. при каждом директивном уточнении исходных данных и технических заданий, даже в отсутствии текущей потребности в ИН (т. к. конкуренция на рынке постоянна). Задачи подсистемы макропроектирования (ПМПР) в структуре управления предприятием следует возложить на маркетинговые службы и установить между ними и подсистемой микропроектирования (ПМиПР) дискретные отрицательные обратные связи. В течение ЖЦ модели расчета  $\bar{T}$  должны уточняться на основе поступающей информации, что обеспечит соответствие разработки текущей и прогнозируемой рыночной ситуации.

## Заключение

Методология проектирования инвестиционно привлекательных СТС является развитием методологии проектирования по критерию экономической эф-

фективности. Эта МЕ суть оптимальное макропроектирование СТС, определение требований к ней, т. е. для РН – диапазонов параметров орбит выведения и весов ПН, характеристик надежности. Критерий проектирования – векторный, состоящий из оцениваемых предполагаемым инвестором частных критериев эффективности ИП. Между ПМПР и ПМиПР должны быть установлены отрицательные обратные связи. Такое ПР должно осуществляться в течение всего ЖЦ продукта.

Дальнейшие исследования должны быть посвящены детализации разрабатываемой методологии.

## Литература

1. Дячук І.Д. Економічна ефективність космічної діяльності / І.Д. Дячук // Наука та науко- ведення. – 2001. – № 1. – С. 14-19.
2. Гудков А.Г. К вопросу формулирования принципов инновационно-технологической оптимизации / А.Г. Гудков // Известия вузов. Машино- строение. – 2003. – № 11. – С. 49-64.
3. Бакланов А.Г. Специфика авиакосмического маркетинга / А.Г. Бакланов // Полет. – 2004. – № 9. – С. 59-60.
4. Гудков А.Г. Инновационно-технологическая оптимизация наукоемких высокотехнологичных изделий / А.Г. Гудков // Известия вузов. Машино- строение. – 2002. – № 7. – С. 45-50.
5. Хилл П. Наука и искусство проектирования. Методы проектирования, научное обоснование решений / П. Хилл. – М.: Мир, 1973. – 263 с.
6. Шеверов Д.Н. Проектирование беспилотных летательных аппаратов / Д.Н. Шеверов. – М.: Машиностроение, 1978. – 264 с.
7. Матвеевский С.Ф. Основы системного проектирования комплексов летательных аппаратов / С.Ф. Матвеевский. – М.: Машиностроение, 1987. – 240 с.
8. Виноградов В.А. Эффективность сложных систем. Динамические модели / В.А. Виногра- дов, В.А. Грущанский, С.И. Довгодуш и др. – М.: Наука, 1989. – 285 с.
9. Мишин В.П. Основы проектирования лета- тельных аппаратов (транспортные системы) / В.П. Мишин, В.К. Безвербый, Б.М. Панкратов и др.; Под ред. В.П. Мишина. – М.: Машиностроение, 1985. – 360 с.
10. Шеверов Д.Н. Проектирование беспилот- ных летательных аппаратов / Д.Н. Шеверов. – М.: Машиностроение, 1978. – 264 с.
11. Мащенко А.Н. Методологические аспекты проектирования ракеты-носителя по критерию экономической эффективности / А.Н. Мищенко, А.И. Федякин // Космічна наука і технологія. – 2004. – № 2/3. – С. 68-73.
12. Мащенко А.Н. Основные этапы проекти- рования ракет-носителей по экономическому кри- терию / А.Н. Мищенко, А.И. Федякин // Техниче- ская механика. – 2001. – № 2. – С. 134-138.

13. Мащенко А.Н. Выбор параметров изделий ракетно-космической техники в условиях глобальной конкуренции / А.Н. Мищенко, А.И. Федякин // Космонавтика и ракетостроение. – 2006. – № 2 (43). – С. 124-133.

14. Мащенко А.Н. Методологические аспекты создания космических ракетных комплексов с учетом требований безопасности / А.Н. Мищенко, А.И. Федякин // Космічна наука і технологія. – 2007. – № 1. – С. 37-43.

15. Карибский А.В.. Модели и методы управления бизнес-процессами развития технико-экономических систем / А.В. Карибский, Н.В. Шестаков // Автоматика и телемеханика. – 1999. – № 6. – С. 117-129.

16. Гурьев Е.К.. Системная оптимизация производственных возможностей отрасли космического машиностроения / Е.К. Гурьев, А.М. Никулин // Фундаментальные и прикладные проблемы космонавтики. – 2002. – № 12. – С. 8-10.

17. Ревенко В.Л. Экономико-математические методы и модели инвестиционной деятельности судоходной компании / В.Л. Ревенко, И.А. Лапки на // Кибернетика и системный анализ. – 1997. – № 4. – С. 142-154.

18. Чернов В.Б. Оценка финансовой реализуемости и коммерческой эффективности комплексного инвестиционного проекта / В.Б. Чернов // Экономика и математические методы. – 2005. – № 2. – С. 29-37.

19. Бронштейн Е.М. Сравнительный анализ показателей эффективности инвестиционных проектов /

Е.М. Кронштейн, Д.А. Черняк // Экономика и математические методы. – 2005. – № 2. – С. 21-28.

20. Смоляк С.А. Три проблемы теории эффективности инвестиций / С.А. Смоляк // Экономика и математические методы. – 1999. – № 4. – С. 87-104.

21. Кузнецова О.А., Ливищ В.Н. Структура капитала. анализ методов её учета при оценке инвестиционных проектов / О.А. Кузнецова, В.Н. Ливищ // Экономика и математические методы. – 1995. – № 4. – С. 12-31.

22. Савчук В.П. Анализ и разработка инвестиционных проектов / В.П. Савчук, С.И. Прилипко, Е.Г. Величко. – Киев: Абсолют-В, Эльга, 1999. – 304 с.

23. Автономов В.Н. Создание современной техники: основы теории и практики / В.Н. Автономов. – М.: Машиностроение, 1991. – 304 с.

24. Одрин В.М. Морфологические методы решения проблемных задач – раздел технологии научного и технического творчества. V. Морфологический синтез: суть, назначение, классификация и общая характеристика методов / В.М. Одрин // Управляющие системы и машины. – 2003. – № 1. – С. 5-17.

25. Вязгин В.А. Математические методы автоматизированного проектирования / В.А. Вязгин, В.В. Федоров. – М.: Высш. шк., 1989. – 184 с.

Поступила в редакцию 12.05.2008

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф., проректор Н.М. Дронь, Днепропетровский национальный университет, Днепропетровск.

## ПРОЕКТУВАННЯ ІНВЕСТИЦІЙНО ПРИВАБЛИВИХ СКЛАДНИХ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

*П.Г. Хорольський*

Представлені основи методології проектування інвестиційно привабливих великих та складних технічних систем. Вона розроблюється відповідно до ракетно-космічних систем. За основу прийнята практично без змін відома методологія мікропроектуювання, наприклад, об'єктів ракетно-космічної техніки. Розвитку підлягає методологія макропроектуювання, за основу якої, в свою чергу, може бути прийнята методологія проектування по критерію економічної ефективності, що розроблюється в цей час. Введені новий векторний критерій оптимальності та негативні зворотні зв'язки між підсистемами, що ведуть мікро- та макропроектуювання.

**Ключові слова:** великі технічні системи, складні технічні системи, макропроектуювання, мікропроектуювання, інвестиційний проект, бізнес-проектуювання, ракетно-космічна техніка, критерій, оптимальне проектування, зворотний зв'язок.

## DESIGNING OF THE COMPLEX TECHNICAL SYSTEMS ATTRACTIVE TO INVESTORS

*P.G. Horolsky*

Bases of methodology of designing big and complex technical systems attractive to investors are submitted. It is developed with reference to space-rocket systems. For a basis the known methodology of microdesigning, for example, objects of space-rocket technics is accepted practically without changes. The methodology of macrodesigning for which basis the methodology of designing developed now by criterion of economic efficiency, in turn, can be accepted is subject to development. The new vector criterion of an optimality and negative feedback between the subsystems conducting microdesigning and macrodesigning are entered.

**Key words:** big technical systems, difficult technical systems, macrodesigning, microdesigning, investment project, business-planning, space-rocket system, criterion, optimum planning, feed-back.

**Хорольський Петр Георгиевич** – канд. техн. наук, ведучий научний співробітник, НІІ енергетики Дніпропетровського національного університету, Дніпропетровськ, Україна, e-mail: dron@mail.dsu.dp.ua.