

Инновации и инвестиции

УДК 330.322.16:629.78

ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ РЕАЛИЗУЕМОСТИ ПРОЕКТОВ ПО СОЗДАНИЮ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ

А. И. ОРЛОВ,

*доктор экономических наук, доктор технических наук,
кандидат физико-математических наук, профессор,
заведующий лабораторией
экономико-математических методов
в контроллинге научно-образовательного центра
«Контроллинг и управленческие инновации»*

E-mail: prof-orlov@mail.ru

*Московский государственный технический университет
им. Н. Э. Баумана*

В. А. ВОЛКОВ,

заместитель начальника отдела

E-mail: wolf-33@rambler.ru

*ФГУП «Центральный научно-исследовательский институт
машиностроения», г. Королев*

Разработана общая теоретическая модель оценки реализуемости инновационно-инвестиционного проекта. Выделены типовые этапы разработки проектов в ракетно-космической отрасли. Организационно-экономические подходы к оценке реализуемости проектов по созданию ракетно-космической техники представлены в виде алгоритмов. Они учитывают специфику ракетно-космической отрасли, в силу которой подобные проекты имеют как инновационную, так и инвестиционную составляющие.

Ключевые слова: *проект, оценка реализуемости, ракетно-космическая техника, организационно-экономические подходы, алгоритмы оценки.*

Введение

Проекты по созданию ракетно-космической техники (РКТ) обладают рядом особенностей по

сравнению с проектами в других отраслях производства. Во-первых, в них велика инновационная составляющая, обусловленная необходимостью решения вновь возникших научно-технических задач. Как следствие, большую роль играют инновационные риски. Во-вторых, проекты по созданию РКТ требуют для своей реализации значительного ресурсного обеспечения и времени.

Общим подходам к оценке реализуемости инновационных проектов посвящена работа [1]. Инструментальные методы оценки реализуемости наукоемкого инвестиционного проекта разработаны в статье [17]. Методологии оценки финансовой значимости и реализуемости инновационных проектов создания интеллектуальной продукции посвящена работа [6]. Финансовая устойчивость наукоемкого предприятия в качестве фактора оценки реализу-

емости инновационного проекта рассмотрена в статье [16]. Концепция оценки и управления риском при реализации инновационных проектов создания интеллектуальной продукции разработана в статье [14]. Институциональный метод повышения реализуемости наукоемких инвестиционных проектов предложен в статье [15].

При анализе и управлении проектами в ракетно-космической отрасли необходимо учитывать риски их реализации [13] и необходимость значительных капиталовложений. При реализации реализуемости проектов по созданию ракетно-космической техники необходимо проводить анализ, оценку и управление рисками, а также применять статистические и экспертные методы прогнозирования динамики развития технико-экономических показателей проектов. Следовательно, организационно-экономические подходы к оценке реализуемости проектов по созданию РКТ должны быть построены на основе современных научных достижений, в частности, в области математических методов экономики [8], включая статистические [11] и экспертные [10] методы принятия решений в условиях неопределенности и риска [9, 12].

Общая модель оценки реализуемости проекта

Авторами разработана общая теоретическая модель оценки реализуемости инновационно-инвестиционного проекта (далее – проект).

Принимаем, что процесс реализации проекта состоит из m этапов.

Для реализации проекта необходимы ресурсы k типов (т. е. задан список наименований трудовых, временных, материальных, производственных, финансовых ресурсов, необходимых для реализации проекта). Цены на ресурсы являются сопоставимыми, т. е. приведены к фиксированному моменту времени (например, моменту проведения расчетов), что позволяет исключить влияние инфляции на принятие решений.

На i -м этапе ($i = 1, 2, \dots, m$) для реализации проекта необходимы ресурсы в объемах, записанных в виде k -мерного вектора

$$X(i) = x(i, 1), x(i, 2), \dots, x(i, k).$$

Здесь $x(i, j)$ – объем ресурсов типа j , $j = 1, 2, \dots, k$, необходимых для выполнения i -го этапа проекта. Если ресурс типа j не используется для выполнения i -го этапа проекта, то $x(i, j) = 0$, если используется, то $x(i, j) > 0$. Вектор $X(i)$ размерности k описывает

набор ресурсов, необходимых для выполнения i -го этапа проекта.

Объективно существуют ограничения на объемы ресурсов, имеющихся в распоряжении руководства хозяйствующего субъекта (предприятия, корпорации, отрасли), реализующего проект. Пусть $a(i, j)$ – максимальный объем ресурсов типа j , $j = 1, 2, \dots, k$, который может быть выделен для выполнения i -го этапа проекта. Вектор

$$A(i) = a(i, 1), a(i, 2), \dots, a(i, k)$$

размерности k описывает набор ресурсов, имеющихся в распоряжении руководства хозяйствующего субъекта (далее – организации) и могущих быть использованными для выполнения i -го этапа проекта.

Проект может быть реализован тогда и только тогда, когда $x(i, j) \leq a(i, j)$ при всех $i = 1, 2, \dots, m$, $j = 1, 2, \dots, k$, или в векторной форме $X(i) \leq A(i)$ при всех $i = 1, 2, \dots, m$. Если хоть одно из указанных неравенств не будет выполнено, проект реализовать не удастся.

Если выяснено, что проект реализовать не удастся, то могут быть предприняты меры для исправления ситуации. Одно направление разработки таких мер – изменение плана выполнения проекта, приводящее к изменению объемов необходимых ресурсов $X(i)$, $i = 1, 2, \dots, m$, например, продление сроков выполнения работ, частичная замена натуральных испытаний компьютерным моделированием и т. п. Другое направление разработки мер для исправления ситуации – изменение наборов ресурсов $A(i)$, $i = 1, 2, \dots, m$, имеющихся в распоряжении руководства организации и могущих быть использованными для выполнения проекта, например, привлечение новых сотрудников, покупка нового оборудования, взятие кредита в банке. Третье направление – корректировка объемов работ проекта путем управления требованиями [18].

Затем для скорректированного проекта необходимо проверить выполнение указанных ранее неравенств. Если все неравенства выполнены, то проверка закончена, проект реализуем. Если хотя бы одно неравенство не выполнено, то необходимо принять решение либо о целесообразности следующей итерации, либо о признании невозможности реализации проекта и прекращении его разработки.

Если имеется несколько проектов, то возникает возможность управлять их совместным выполнением. Для этого следует поставить и решить оптимизационные задачи о выборе подмножества проектов для реализации, о планировании выполнения проектов, распределении ресурсов и т. п., в

математическом плане достаточно близкие к задачам оптимальной организации производства [3]. При этом проект рассматривается как заказ, который надо выполнить.

Приведенный подход позволяет провести также анализ, оценку и управление рисками при выполнении проекта в ракетно-космической отрасли. Риски разбиваем на две группы. Одни, назовем их рисками проекта, изменяющими объемы необходимых ресурсов $X(i), i = 1, 2, \dots, m$ (как правило, увеличивают, но иногда, при нахождении и внедрении новых научно-технических решений, могут и уменьшить). Другие, назовем их рисками предприятия РКП, приводят к изменению наборов ресурсов $A(i), i = 1, 2, \dots, m$, имеющихся в распоряжении предприятия РКТ и используемых для выполнения проекта.

Алгоритм проверки реализуемости проекта для общей теоретической модели представлен на рис. 1.

Анализ и управление рисками проводится на основе математических моделей. В настоящее время наиболее широко используются модели на основе теории вероятностей и математической статистики.

При вероятностно-статистическом моделировании вектора $X(i)$ и $A(i), i = 1, 2, \dots, m$ рассматриваются как случайные вектора, распределения которых оцениваются статистическими (на основе прошлой информации) и экспертными методами, а также на основе комбинированных моделей. В результате

может быть получена вероятность успешной реализации проекта

$$P = P[X(i) \leq A(i)], \text{ при всех } i = 1, 2, \dots, m,$$

т. е. вероятность одновременного выполнения всех неравенств, указанных в скобках.

Возможность успешной реализации проекта может быть найдена с помощью других методов описания неопределенности, в частности, теории нечеткости, интервальной математики и их синтеза – системной нечеткой интервальной математики [4, 5].

Для прогнозирования потребного ресурсного обеспечения и возможных рисков (возможностей реализации опасных событий, величин ущербов, в вероятностно-статистических моделях – вероятностей таких событий и математических ожиданий случайных ущербов) могут быть использованы современные методы прогнозирования [9, 12].

Подходы к оценке реализуемости проектов по созданию РКТ

Для конкретизации общей модели оценки реализуемости выделим типовые этапы разработки проектов в ракетно-космической отрасли, которые будем применять для моделирования реализуемости проекта:

- 1) разработка аванпроекта (технического предложения);
- 2) разработка эскизного проекта и рабочей документации;
- 3) изготовление опытных изделий комплекса; наземная отработка;
- 4) летные испытания;
- 5) подготовка документации на изделия серийного производства;
- 6) серийное производство;

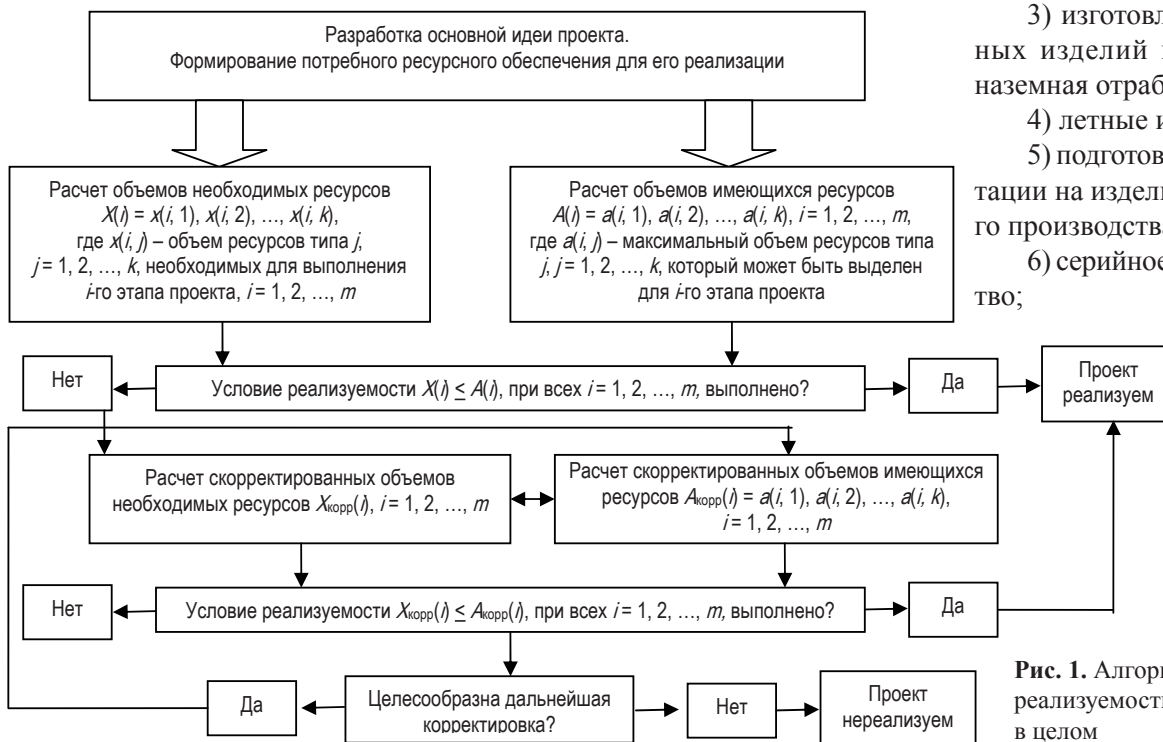


Рис. 1. Алгоритм проверки реализуемости проекта в целом

7) прием в эксплуатацию и эксплуатация ракетной и космической техники.

Деление на этапы может быть проведено и несколько иначе. Так, этап «разработка эскизного проекта и рабочей документации» может быть разделен на два: «эскизный проект» и «разработка рабочей документации на опытные образцы и макеты». В этапе «изготовление опытных изделий комплекса; наземная отработка» могут быть выделены стадии изготовления макетов и опытных изделий комплекса, автономных испытаний, комплексных испытаний, межведомственных испытаний и корректировки рабочей документации. На этапе «серийное производство» можно выделить стадии подготовки и освоения серийного производства, изготовления, испытания изделий, корректировки документации на изделия серийного производства. На этапе «прием в эксплуатацию и эксплуатация ракетной и космической техники» выделяют ввод в эксплуатацию, собственно эксплуатацию и завершение жизненного цикла комплекса (его изделий) на стадии «утилизация».

Для описания предлагаемых подходов к оценке реализуемости проектов нет необходимости в рамках настоящей статьи сосредотачивать внимание на выделении конкретных этапов создания РКТ. Отметим, что может быть также применено деление на этапы, использованное в работе [13].

Первый этап «разработка аванпроекта (технического предложения)» принципиально отличается от последующих. До этого этапа должны быть проведены, как правило, научно-исследовательские (в том числе системные,

проектно-поисковые) работы по обоснованию целесообразности создания изделия (ракетного комплекса и т. д.), формированию его технического облика, правовой охране создаваемых результатов интеллектуальной деятельности и т. д. Разработка аванпроекта (технического проекта), как правило, проводится на конкурсных началах. Организация – победитель конкурса назначается единственным исполнителем опытно-конструкторских работ на весь срок проекта.

Первый этап, в частности, принципиально отличается от последующих тем, что на этапе разработки концепции укрупненно оценивается потребное ресурсное обеспечение, которое отражается в техническом задании на проект.

На следующих этапах конкретизируются и реализуются решения, принятые на первом этапе. Поэтому для этапа I характерно целеполагание (рис. 2), для этапов II–VII – планирование с возможной корректировкой и учетом рисков (рис. 3).

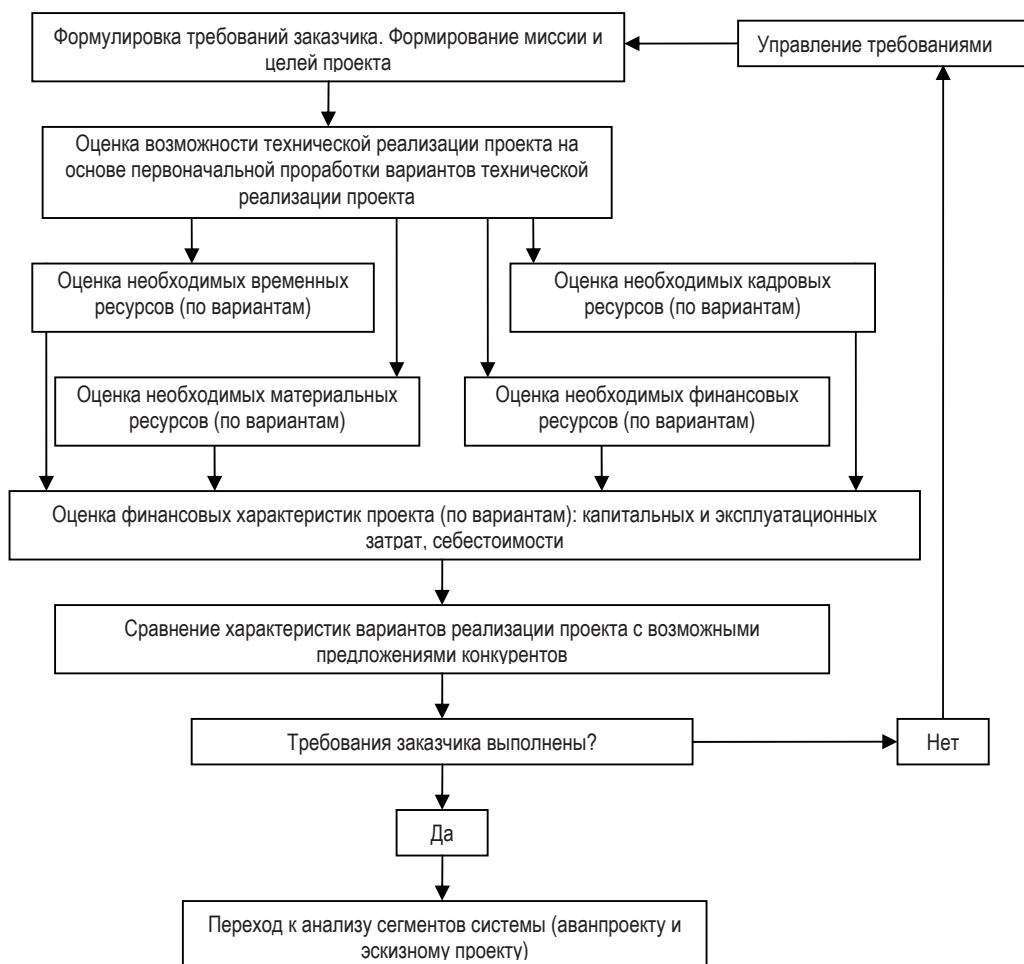


Рис. 2. Алгоритм проверки реализуемости проекта по созданию ракетно-космической техники (этап I «Разработка аванпроекта (технического предложения)»)

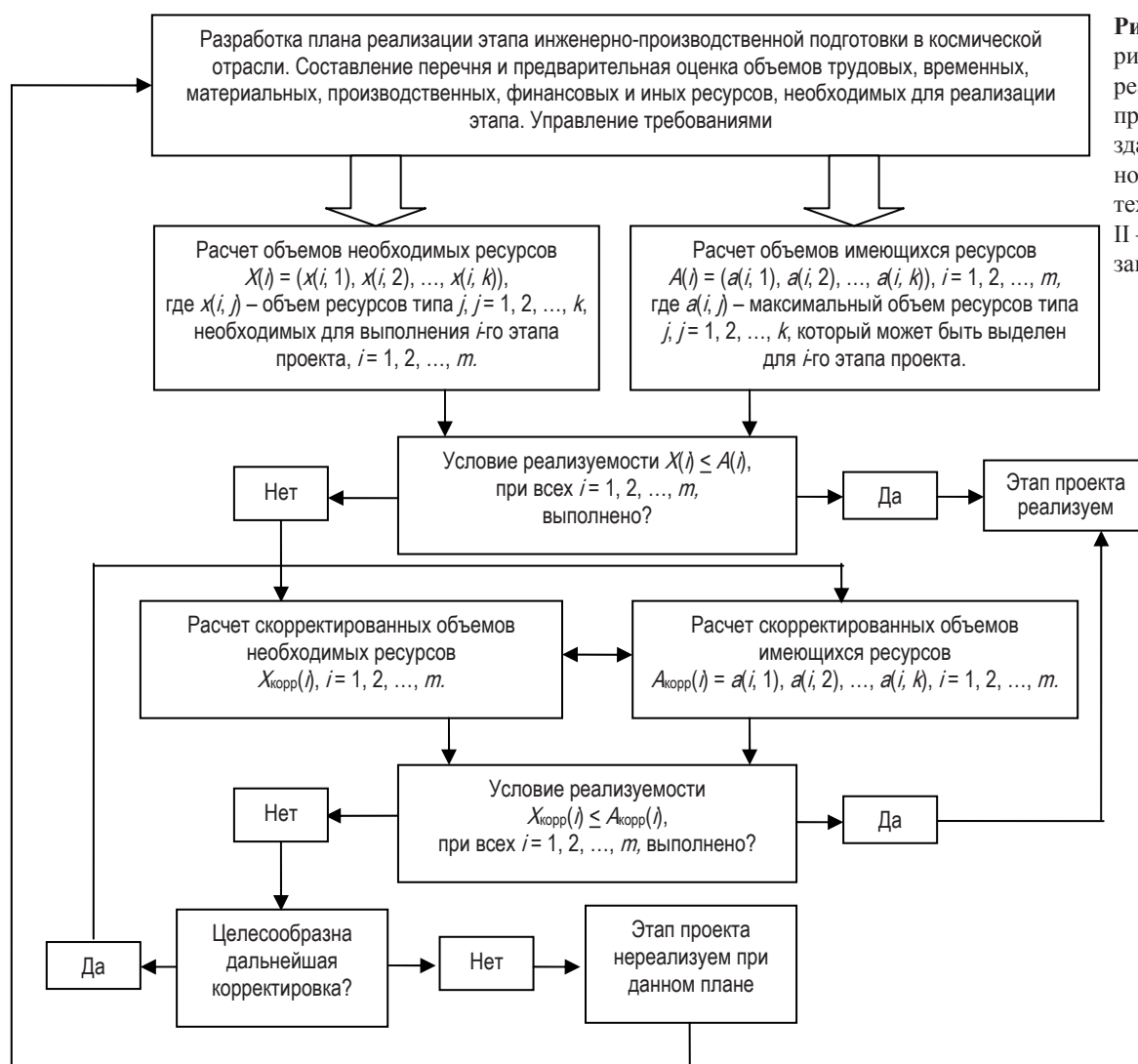


Рис. 3. Алгоритм проверки реализуемости проекта по созданию ракетно-космической техники (этапы II – VII реализации проекта)

На этапах, представленных на рис. 2 и 3, не предусмотрено заключение о нереализуемости проекта. Вместо этого для обеспечения стоящих перед проектом задач в необходимых случаях предусмотрен возврат к началу алгоритма и поиск приемлемого решения на основе управления требованиями.

Заключение

Разработанные организационно-экономические подходы к оценке реализуемости проектов по созданию РКТ представлены в виде алгоритмов на рис. 1–3. Они учитывают специфику ракетно-космической отрасли, в силу которой подобные проекты имеют как инновационную, так и инвестиционную составляющие.

Решение о реализации таких проектов принимается на основе всей совокупности СТЭЭП-факторов (социальных, технологических, экологических, эко-

номических, политических) [2, 7]. Для реализации проектов по созданию РКТ необходимо ресурсное обеспечение, а также соответствующая система организационного управления. Следует подчеркнуть, что для успешного выполнения проекта недостаточно только наличия финансовых ресурсов.

Важная особенность рассматриваемых проектов – значительные риски различной природы, что делает необходимым регулярное применение методов управления требованиями.

Список литературы

1. Бендилов М.А. Оценка реализуемости инновационного проекта // Менеджмент в России и за рубежом. 2001. № 2. С. 27–43.
2. Виленский П.Л., Смоляк С.А., Лившиц В.Н. Оценка эффективности инвестиционных проектов: теория и практика. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Дело, 2008. 1104 с.

3. Вторые Чарновские чтения. Сборник трудов. Материалы II международной научной конференции по организации производства. Москва, 07–08.12.2012. М.: Объединение контроллеров, 2013. 183 с.

4. Луценко Е. В., Орлов А. И. О развитии системной нечеткой интервальной математики // *Философия математики: актуальные проблемы. Математика и реальность. Тезисы III Всероссийской научной конференции, 27–28.09.2013.* М.: Центр стратегической конъюнктуры, 2013. С. 190–193.

5. Луценко Е. В., Орлов А. И. Системная нечеткая интервальная математика (СНИМ) – перспективное направление теоретической и вычислительной математики // *Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ).* Краснодар: КубГАУ, 2013. № 7. С. 255–308. URL: <http://ej.kubagro.ru/2013/07/pdf/15.pdf>.

6. Неволин И. В., Хрусталёв О. Е., Хрусталёв Ю. Е. Методология оценки финансовой значимости и реализуемости инновационных проектов создания интеллектуальной продукции // *Финансовая аналитика: проблемы и решения.* 2013. № 11. С. 39–45.

7. Орлов А. И. Менеджмент: организационно-экономическое моделирование. Ростов н/Д: Феникс, 2009. 475 с.

8. Орлов А. И. Новая парадигма математических методов экономики // *Экономический анализ: теория и практика.* 2013. № 36. С. 25–30.

9. Орлов А. И. Организационно-экономическое моделирование: теория принятия решений. М.: КноРус, 2011. 568 с.

10. Орлов А. И. Организационно-экономическое

моделирование: учебник. Ч. 2. Экспертные оценки. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. 486 с.

11. Орлов А. И. Прикладная статистика. М.: Экзамен, 2006. 671 с.

12. Орлов А. И. Теория принятия решений. М.: Экзамен, 2006. 574 с.

13. Орлов А. И., Цисарский А. Д. Особенности оценки рисков при создании ракетно-космической техники // *Национальные интересы: приоритеты и безопасность.* 2013. № 43. С. 37–46.

14. Хрусталёв Е. Ю., Соколов Н. А., Хрусталёв О. Е. Концепция оценки и управления риском при реализации инновационных проектов создания интеллектуальной продукции // *Экономический анализ: теория и практика.* 2013. № 44. С. 2–13.

15. Хрусталёв Е. Ю., Стрельникова И. А. Институциональный метод повышения реализуемости наукоемких инвестиционных проектов // *Экономический анализ: теория и практика.* 2011. № 3. С. 2–8.

16. Хрусталёв Е. Ю., Хрусталёв О. Е. Финансовая устойчивость наукоемкого предприятия как фактор оценки реализуемости инновационного проекта // *Национальные интересы: приоритеты и безопасность.* 2013. № 33. С. 16–23.

17. Хрусталёв О. Е., Хрусталёв Ю. Е. Инструментальные методы оценки реализуемости наукоемкого инвестиционного проекта // *Экономический анализ: теория и практика.* 2011. № 27. С. 8–18.

18. Цисарский А. Д. Повышение эффективности реализации проектов по созданию перспективных образцов ракетно-космической техники на основе концепции Requirements Engineering // *Национальные интересы: приоритеты и безопасность.* 2013. № 31. С. 25–29.

Innovation and investment

ORGANIZATIONAL AND ECONOMIC APPROACHES TO ESTIMATE THE FEASIBILITY OF SPACECRAFT AND ROCKET ENGINEERING PROJECTS

Aleksander I. ORLOV,
Vladimir A. VOLKOV

Abstract

In this paper we propose a general theoretical model of estimation of innovation-and-investment project feasibility. For this purpose we specified the typical stages of project development in the aerospace industry and highlighted the organizational and economic approaches to estimation of the projects feasibility on rocket and spacecraft technology in terms of algorithms. These algorithms consider the specific features of the spacecraft industry, by virtue of which such projects are both innovative and investment attractive.

Keywords: project, feasibility estimation, rocket and spacecraft technology, organizational and economic approaches, algorithms of estimation

References

1. Bendikov M.A. Otsenka realizuemosti innovatsionnogo proekta [Assessment of innovation project feasibility]. *Menedzhment v Rossii i za rubezhom – Management in Russia and abroad*, 2001, no. 2, pp. 27–43.
2. Vilenskii P.L., Smoliak S.A., Livshits V.N. *Otsenka*

effektivnosti investitsionnykh proektov: teoriia i praktika [Estimation of the effectiveness of investment projects: theory and practice]. Moscow, Delo Publ., 2008, 1104 p.

3. The Charnovskie Second Reading. Collection of works. Proceedings of the II International Conference on the Organization of Production, Moscow, December 07–08, 2012. Moscow, Russian Association of Controllers Publ., 2013, 183 p. (In Russ.)

4. Lutsenko E. V., Orlov A. I. [On development of the system fuzzy interval mathematics]. *Filosofiiia matematiki: aktual'nye problemy. Matematika i real'nost'*. Tezisy III Vserossiiskoi nauchnoi konferentsii, 27–28.09.2013 [Philosophy of Mathematics: Topical Issues. Mathematics and Reality. Proc. 3rd All-Russian Sci. Conf. of September 27–28, 2013]. Moscow, Center for Strategic Conditions Publ., 2013, pp. 190–193. (In Russ.)

5. Lutsenko E. V., Orlov A. I. Sistemnaia nechetkaia interval'naia matematika (SNIM) – perspektivnoe napravlenie teoreticheskoi i vychislitel'noi matematiki [System fuzzy interval mathematics (SFIM) – a promising trend of Theoretical and Computational Mathematics]. *Politematicheskii setevoi elektronnyi nauchnyi zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta – Polythematic network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University*, 2013, no. 7, pp. 255–308. Available at: <http://ej.kubagro.ru/2013/07/pdf/15.pdf>. (In Russ.)

6. Nevolin I. V., Khrustalev O. E., Khrustalev Iu. E. Metodologiya otsenki finansovoi znachimosti i realizuemosti innovatsionnykh proektov sozdaniia intellektual'noi produktsii [Methodology for assessing the financial significance and feasibility of innovative projects on making the intellectual products]. *Finansovaia analitika: problemy i resheniia – Financial analytics: problems and solutions*, 2013, no. 11, pp. 39–45.

7. Orlov A. I. *Menedzhment: organizatsionno-ekonomicheskoe modelirovanie* [Management: organizational-economic modelling]. Rostov-on-Don, Feniks Publ., 2009, 475 p.

8. Orlov A. I. Novaia paradigma matematicheskikh metodov ekonomiki [The new paradigm of mathematical methods of economy]. *Ekonomicheskii analiz: teoriia i praktika – Economic analysis: theory and practice*, 2013, no. 36, pp. 25–30.

9. Orlov A. I. *Organizatsionno-ekonomicheskoe modelirovanie: teoriia priniatiia reshenii* [Organizational and economic modelling: decision theory]. Moscow, KnoRus Publ., 2011, 568 p.

10. Orlov A. I. *Organizatsionno-ekonomicheskoe modelirovanie* [Organizational and economic modelling]. Moscow, BMSTU Publ., 2011, 486 p.

11. Orlov A. I. *Prikladnaia statistika* [Applied Statistics]. Moscow, Ekzamen Publ., 2006, 671 p.

12. Orlov A. I. *Teoriia priniatiia reshenii* [Decision theory]. Moscow, Ekzamen Publ., 2006, 574 p.

13. Orlov A. I., Tsisarskii A. D. Osobennosti otsenki riskov pri sozdaniia raketno-kosmicheskoi tekhniki [The features of risk estimation when developing rocket and spacecraft technology]. *Natsional'nye interesy: priority i bezopasnost' – National interests: priorities and security*, 2013, no. 43, pp. 37–46.

14. Khrustalev E. Iu., Sokolov N. A., Khrustalev O. E. Kontseptsii otsenki i upravleniia riskom pri realizatsii innovatsionnykh proektov sozdaniia intellektual'noi produktsii [The concept of risk estimation and management when implementing the innovation projects on intellectual products]. *Ekonomicheskii analiz: teoriia i praktika – Economic analysis: theory and practice*, 2013, no. 44, pp. 2–13.

15. Khrustalev E. Iu., Strel'nikova I. A. Institutsional'nyi metod povysheniia realizuemosti naukoemkikh investitsionnykh proektov [Institutional method for enhancing the feasibility of high-tech investment projects]. *Ekonomicheskii analiz: teoriia i praktika – Economic analysis: theory and practice*, 2011, no. 3, pp. 2–8.

16. Khrustalev E. Iu., Khrustalev O. E. Finansovaia ustoichivost' naukoemkogo predpriiatiia kak faktor otsenki realizuemosti innovatsionnogo proekta [Financial stability of a high-technology enterprise as a factor to estimate the feasibility of an innovation project]. *Natsional'nye interesy: priority i bezopasnost' – National interests: priorities and security*, 2013, no. 33, pp. 16–23.

17. Khrustalev O. E., Khrustalev Iu. E. Instrumental'nye metody otsenki realizuemosti naukoemkogo investitsionnogo proekta [Instrumental methods for the high-tech investment-project feasibility estimation]. *Ekonomicheskii analiz: teoriia i praktika – Economic analysis: theory and practice*, 2011, no. 27, pp. 8–18.

18. Tsisarskii A. D. Povyshenie effektivnosti realizatsii proektov po sozdaniiu perspektivnykh obraztsov raketno-kosmicheskoi tekhniki na osnove kontseptsii Requirements Engineering [Improving the efficiency of the projects on development of the advanced rocket and spacecraft technology, based on the Requirements-Engineering concept]. *Natsional'nye interesy: priority i bezopasnost' – National interests: priorities and security*, 2013, no. 31, pp. 25–29.

Aleksander I. ORLOV

Bauman Moscow State Technical University,
Moscow, Russian Federation
prof-orlov@mail.ru

Vladimir A. VOLKOV

Central Research Institute of Machine Building,
Korolev, Moscow Region, Russian Federation
wolf-33@rambler.ru