

УДК 338.24

UDC 338.24

08.00.00 Экономические науки

Economic sciences

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИНАНСОВОЙ  
УСТОЙЧИВОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА\***

**MODELLING OF FINANCIAL STABILITY OF  
ROCKET-SPACE COMPLEX COMPANIES**

Батьковский Михаил Александрович  
кандидат экономических наук,  
ведущий научный сотрудник  
batkovsky@yandex.ru  
*АО «Научно-испытательный центр  
«ИНТЕЛЭЛЕКТРОН»,  
Москва, Россия*

Batkovskiy Mikhail Alexandrovich  
Candidate of economic Sciences,  
leading researcher,  
batkovsky@yandex.ru  
*JSC «Scientific-testing center  
«INTERELECTRON»  
Moscow, Russia*

Кравчук Павел Васильевич  
доктор экономических наук,  
финансовый директор,  
p.kravchuk@mail.ru  
*АО «Научно-испытательный центр  
«ИНТЕЛЭЛЕКТРОН»,  
Москва, Россия*

Kravchuk Pavel Vasilievich  
Doctor of economic Sciences,  
chief financial officer,  
p.kravchuk@mail.ru  
*JSC «Scientific-testing center  
«INTERELECTRON»,  
Moscow, Russia*

Хрусталёв Олег Евгеньевич  
кандидат экономических наук,  
старший научный сотрудник,  
stalev777@yandex.ru  
*Центральный экономико-математический  
институт РАН, Москва, Россия*

Khrustalev Oleg Evgenievich  
Candidate of economic Sciences,  
senior scientific worker,  
stalev777@yandex.ru  
*Central Economics and Mathematics Institute RAS,  
Moscow, Russia*

Математическое моделирование является одним из важнейших среди методов исследования экономических систем и процессов. В статье рассмотрена важная проблема управления ракетно-космическим комплексом в современных условиях. Дана краткая характеристика указанной проблемы в увязке с задачами инновационной модернизации и укрепления финансовой устойчивости высокотехнологических предприятий комплекса. Рассматривается часто встречающаяся на практике ситуация, когда предприятие ракетно-космическим комплекса при реализации мероприятий своего развития осуществляет инвестиционный проект, на финансирование которого взят кредит. Доказано, что реализация указанного проекта целесообразна, если в результате его осуществления чистый дисконтированный доход предприятия увеличивается. Разработана модель, которая, обеспечивает оптимизацию финансового обеспечения высокотехнологических предприятий ракетно-космического комплекса при реализации ими проекта модернизации с учетом специфики использования соб-

Mathematical modeling is one of the leading places among methods of research of economic systems and processes. The article considers the main management problem of the rocket-space complex in modern conditions and gives a brief description of this problem in conjunction with the tasks of innovative modernization and financial sustainability of enterprises of the complex. We have considered a common situation where the enterprises of the rocket-space complex in implementation of its development is carrying out an investment project, the financing of which is taken from a loan. It is proved that the implementation of this project can be appropriate, if as a result of the implementation the net present value of the enterprise increases. We have developed a model, which provides optimization of financial providing of high-tech enterprises of the rocket-space complex in the implementation of their modernization project taking into account the specifics of the use of own and borrowed funds

---

\* Статья подготовлена при финансовой поддержке РФФИ, грант № 16-06-00018 «Математическое и логико-лингвистическое моделирование организационно-экономических механизмов снижения и компенсации рисков инновационных проектов создания наукоемкой продукции с длительным жизненным циклом (на примере ракетно-космической техники)»

ственных и заемных средств

Ключевые слова: МОДЕЛИРОВАНИЕ, УПРАВЛЕНИЕ, ОПТИМИЗАЦИЯ, ИНСТРУМЕНТАРИЙ, АНАЛИЗ, МЕТОДЫ

Keywords: SIMULATION, CONTROL, OPTIMIZATION, INSTRUMENTATION, ANALYSIS, METHODS

Doi: 10.21515/1990-4665-131-080

**Введение.** В современных условиях значительно возросла роль математических методов моделирования управленческих задач. Особенно актуальна данная проблема для управления предприятиями ракетно-космического комплекса (РКК), многие из которых производят продукцию оборонного назначения [8]. Повышение эффективности развития отраслей РКК в ближайшие десятилетия возможно только при их переходе от восстановительного роста, не соответствующего новым долгосрочным целям государственного строительства, к устойчивому инновационному развитию [1,10,20]. Для достижения указанной задачи должен быть разработан инструментарий решения ряда управленческих задач в условиях институциональной трансформации и технологической модернизации ракетно-космического комплекса. Он должен позволить проводить технико-экономическую оценку вариантов управленческих решений [16]. С целью решения рассматриваемой задачи в статье разработана экономико-математическая модель, практическая реализация которой позволяет повысить обоснованность управленческих решений в области финансирования деятельности предприятий РКК.

### **Модель обеспечения финансовой устойчивости наукоемкого предприятия**

Когда у высокотехнологичного предприятия собственных ресурсов недостаточно для прогрессивного развития, то его модернизация может осуществляться за счет заемных средств, и в этом случае предприятие финансирует капитальные вложения, используя не только свою чистую прибыль, поступлений от продажи ликвидируемого оборудования, амортиза-

ции и т.д., но и кредита [14,19]. При этом, с нашей точки зрения, необходимо оценить все ожидаемые затраты, которые связаны с расходом собственных и возвратом заемных денежных средств, а также значимость, эффективность и полезность их использования [12].

Для успешного решения такой задачи требуется модельный экономико-математический инструментарий, позволяющий оптимизировать процесс финансового обеспечения высокотехнологичного предприятия при реализации ими проекта модернизации с учетом специфики рационального использования заемных и собственных средств [2]. Однако, в большинстве научно-практических публикаций данной проблематики отмеченная специфика финансирования, которая определяет особенности количественной оценки оптимальности модернизационных проектов, рассматривается крайне редко [22]. Это обстоятельство может исказить результаты анализа эффективности мероприятий, направленных на модернизацию высокотехнологичного предприятия ракетно-космического комплекса [15,21].

При наличии внешнего долга и собственных средств предприятие для реализации мероприятий, связанных со своей модернизацией, должно реализовать инвестиционный проект, требующий на финансирование получение кредита, и своевременно и в полном объеме вернуть долг кредиторам [5]. В этом случае полученный остаток финансовых средств составляет депозитный доход. В завершении инвестиционного цикла, в рамках которого осуществляется реализация предприятием модернизационных мероприятий, им финансируется увеличение оборотных средств [7].

После появления новой производственной структуры предприятия, созданной в результате осуществления модернизационных мероприятий имеющийся долг погашается за счет полученной чистой прибыли. При этом проценты по данному долгу предприятие выплачивает кредиторам с учетом размера задолженности на текущий момент времени. Они позво-

ляют снизить объем налогооблагаемой прибыли высокотехнологичного предприятия. Наблюдаемые притоки и оттоки финансовых средств предприятия связаны с окончаниями периодов инвестиционного цикла (проекта модернизации) и погашения долга [13].

Собственные средства предприятия РКК в конце периода  $t$  инвестиционного цикла равны:

$$\begin{aligned} O_{S_0} &= V_0 + p_0^{+r} - p_0^{-r}, \quad V_0 \leq \bar{V}_0 \\ O_{S_t} &= V_t + p_t^{+r} - p_t^{-r}, \quad t = 1, \dots, \tau, \end{aligned} \quad (1)$$

где  $O_{S_0}$  – остаток депозитных средств в конце начального периода инвестиционного цикла;  $\bar{V}_0$  – заданная величина собственных средств в конце начального периода;  $O_{S_t}$  – остаток депозитных средств в конце промежуточного периода  $t$  инвестиционного цикла;  $p_t^{+r} \geq 0$  – средства, размещаемые на депозите в конце периода  $t$ ;  $V$  – объем собственных средств, направляемых на финансирование проекта модернизации и размещаемых в конце периода  $t$  или начального периода на депозит;  $p_t^{-r} \geq 0$  – средства, снимаемые с депозита в конце периода  $t$ .

Требование не отрицательности остатка средств на депозите до дополнительного их размещения и закрытия депозита в конце последнего этапа инвестиционного цикла, который связан с реализацией мероприятий модернизации, можно выразить следующим образом:

$$p_0^{+r} \leq V_0, \quad p_t^{-r} \leq O_{S_{t-1}}, \quad t = 1, \dots, \tau, \quad O_{S_\tau} = 0 \quad (2)$$

Условие финансовой реализуемости проекта модернизации, направленного на развитие высокотехнологичного предприятия, состоит в не отрицательности сальдо финансовых потоков в каждом периоде инвестиционного цикла:

$$p_t^{-r} + C_t^P + D_t^A + u_t + \sum_{k \in K_2} h_{kt}^{-r} a_k^{-r} + \delta O_{S_{t-1}} - \sum_{k \in K_2} h_{kt}^{+r} a_k^{+r} - p_t^{+r} - g_t - d\Delta(y, w) \geq 0, \quad t = 0, \dots, \tau, \quad (3)$$

где  $C_t^P$ ,  $D_t^A$  – чистая прибыль от реализации продукции и амортиза-

ция в результате операционной деятельности в периодах инвестиционного цикла;  $u_t \geq 0$  – взятие кредита в конце периода  $t$ ;  $h_k^{+r}$  – капитальные затраты на внедрение единицы нового оборудования типа  $k$ , осуществляемые в конце периода  $t$ ;  $h_k^{-r}$  – средства после уплаты налогов от реализации единицы оборудования типа  $k$ ;  $a_k^{+r}$  – средства на приобретение нового или дополнительного оборудования типа  $m \in M_2$  и исключения из эксплуатации и реализации –  $a_k^{-r}$ ;  $\delta$  – чистый удельный депозитный доход за один период инвестиционного цикла (с учетом налога на прибыль);  $O_{S_{t-1}} = 0$ ;  $d_t = 0$  при  $t = \tau$ ;  $d_t = 0$  при  $t \neq \tau$ ;  $g_t \geq 0$  – возврат займа в конце периода  $t$ .

Выплата процентов за кредит в конце периода  $t$  инвестиционного цикла учитывается при расчете чистой прибыли от операционной деятельности. Поэтому:

$$R_t R_{t-1} + v_t - g_t, \quad t = 0, \dots, \tau \quad (4)$$

При этом учитывается также и условие не отрицательности величины внешнего долга предприятия:

$$g_t \leq R_{t-1}, \quad t = 0, \dots, \tau, \quad (5)$$

где  $R_t$  – долг в конце периода  $t$  функционирования предприятия на этапе инвестиционного цикла,  $R_{-1} = 0$ .

Чистая прибыль от реализации продукции, создаваемой предприятием РКК за текущий период  $t$  на этапе инвестиционного цикла, связанного с реализацией проекта его модернизации, с учетом выплачиваемых процентов за кредит и не отрицательности величины налогооблагаемой прибыли, рассчитывается следующим образом:

$$\begin{aligned} C_t^P &= (1-n)(Bl_t(y^t, w^0) + D_0^A + bQ_t^0 - D_1^A - bQ_t - \alpha R_{t-1}), \quad t = 1, \dots, \tau \\ C_t^P(y, w) &= (1-n)(Bl_t(y, w) - \mu R_{t-1}), \quad t = \tau + 1, \dots, T, \end{aligned} \quad (6)$$

где  $R_{t-1}$  – внешний долг предприятия на конец периода  $t-1$ ;  $\mu$  – ставка кредитного процента за один период;  $Bl_t$  – балансовая прибыль модерни-

зированной предприятия за текущий период  $t$  операционной деятельности;  $Q_t^0$  – остаточная стоимость имущества в начальный период инвестиционного цикла;  $Q_t$  – остаточная стоимость имущества в периоде  $t$ ;  $b$  – ставка налога на имущество за период;  $n$  – ставка налога на имущество от величины, включающей этот налог.

Производственная программа предприятия при реализации проекта его модернизации, финансируемого за счет собственных и заемных средств, определяется вектором  $y = (y_i)$ ,  $i = 1, \dots, Y$ . Переменная  $a_i$  определяет количество конечных продуктов вида  $i$ , выпускаемых в текущем периоде времени. Вектора  $w = (w_k)$ ,  $m \in K_1 \cup K_2$  определяют новую, созданную в результате реализации проекта модернизации, структуру трудовых ресурсов и оборудования, а переменная  $w_k$  – количество единиц оборудования вида  $k$ . После окончания инвестиционного цикла и закрытия депозита внешний долг высокотехнологичного предприятия погашается в конце периода  $t$  его функционирования из средств чистого притока от операций за этот период [18]. Поэтому:

$$g_t \leq C_t^P(y, w) + D^A(w), \quad t = \tau + 1, \dots, T \quad (7)$$

Условие полного возврата кредита за период функционирования модернизированного высокотехнологичного предприятия целесообразно выразить следующей зависимостью:

$$\sum_{t=\tau+1}^T g_t = R_\tau, \quad (8)$$

где  $R_T$  – долг кредитору на момент окончания последнего инвестиционного периода  $\tau$ .

В периодах функционирования предприятия при отнесении процентов за кредит на себестоимость создаваемой продукции уменьшение его внешнего долга можно описать соотношением:

$$R_t = R_{t-1} - g_t, \quad t = \tau + 1, \dots, T, \quad (9)$$

а условие не отрицательности долга предприятия выражается следующим образом:

$$g_t \leq R_{t-1}, \quad t = \tau + 1, \dots, T \quad (10)$$

Максимизацию чистого дохода предприятия  $C^{PR}(y, w)$  за  $T$  периодов, приведенного на начало первого периода, можно осуществить с использованием следующего критерия:

$$C^{PR}(y, w) = -V_0 + \sum_{t=0}^{\tau} (1+\lambda)^{-1} \left( P^{-1} + C_t^p + D_t^A + u_t + \sum_{k \in K_2} h_{kt}^{-r} a_k^{-r} + \delta O_{s_{t-1}} - \sum_{k \in K_2} h_{kt}^{+r} a_k^{+r} - p_t^{+r} - g_t \right) - (1+\lambda)^{-1} \Delta(y, w) + \sum_{t=\tau+1}^T (1+\lambda)^{-1} (C_t^p(y, w) - g_t + D^A(w)) \rightarrow \max, \quad (11)$$

где  $\Delta(y, w)$  – дополнительные инвестиции в оборотные средства;  $\lambda$  – альтернативная доходность капитала за период.

Переменные  $h_k^{+r}, h_k^{-r}, k \in K_1, a_k^{+r}, a_k^{-r}, k \in K_2$  должны быть целочисленными. Вследствие этого целочисленными являются также:  $r_k, k \in K_1 \cup K_2$ . Поэтому модель (1)–(11) – это задача частично-целочисленного линейного программирования, которая относится к классу  $NP$  – полных задач. Время решения задач данного класса (или число выполняемых операций) экспоненциально зависит от числа целочисленных переменных, которое в свою очередь определяется уровнем агрегирования модели [17].

Задачи небольшой размерности (по числу дискретных переменных) можно решать с помощью потоковых моделей [3] и современных информационных технологий [4], а также методом ветвей и границ с использованием симплекс-метода для получения оценок целевой функции. Задачи с большим числом дискретных переменных целесообразно решать симплекс-методом (считая все переменные непрерывными), а затем использовать эвристический алгоритм округления [9].

Пусть  $(y, w, h_k^{+r}, h_k^{-r}, a_k^{+r}, a_k^{-r}, p_t^{+r}, p_t^{-r}, u_t, g_t, Os_0)$  представляет собой оптимальное решение задачи (1)–(11). Тогда альтернативные издержки высоко-

технологичного предприятия  $KR_s$  от реализации проекта модернизации при не отрицательности его балансовой прибыли  $Bl_t(y^t, w^0)$  равны:

$$KR_s = \sum_{t=1}^T (1 + \lambda)^{-1} ((1 - n)Bl_t(y^t, w^0) + D_0^A) \quad (12)$$

Чистый доход предприятия за рассматриваемый интервал времени без учета альтернативных издержек равен:

$$C^{DOC} = -V_0 + \sum_{t=0}^{\tau} \left( p^{-1} + C_t^P + D_t^A + u_t + \sum_{k \in K_2} h_{kt}^{-r} a_k^{-r} + \delta O_{S_{t-1}} - \sum_{k \in K_2} h_{kt}^{+r} a_k^{+r} - p_t^{+r} - g_t \right) - \Delta(y, w) + \sum_{t=\tau+1}^T (C_t^P(y, w) - g_t + D^A(w)) \quad (13)$$

При полном возврате займа  $R_T=0$ , откуда  $\sum_{t=0}^{\tau} u_t - \sum_{t=0}^T g_t$ . Использование всех финансовых средств при оптимальном решении рассматриваемой задачи означает выполнение условия  $O_{S_t}=0$ . В силу указанных соотношений чистый доход высокотехнологичного предприятия за рассматриваемый интервал его функционирования без учета альтернативных издержек  $KR_s$  можно представить следующим образом:

$$C^{DOC} = \sum_{t=0}^{\tau} \left( C_t^P + D_t^A + \sum_{k \in K_2} h_{kt}^{-r} a_k^{-r} + \delta O_{S_{t-1}} - \sum_{k \in K_2} h_{kt}^{+r} a_k^{+r} \right) - \Delta(y, w) + \sum_{t=\tau+1}^T (C_t^P(y, w) + D^A(w)) \quad (14)$$

Прирост чистого дисконтированного дохода в результате реализации проекта модернизации можно определить с помощью следующей зависимости:

$$KR(y, w) - KR_s = KR(y, w) - \sum_{t=1}^T (1 + \lambda)^{-1} ((1 - n)Bl_t(y^t, w^0) + D_0^A) \quad (15)$$

Внутреннюю норму рентабельности  $p$  с учетом альтернативных издержек  $KR_s$  целесообразно определять с использованием следующего уравнения:

$$\begin{aligned}
 & -V_0 - KR_s + \sum_{t=0}^{\tau} (1+p)^{-1} \left( p^{-1} + C_t^p + D_t^A + u_t + \sum_{k \in K_2} h_{kt}^{-r} a_k^{-r} + \delta O_{S_{t-1}} - \sum_{k \in K_2} h_{kt}^{+r} a_k^{+r} - p_t^{+r} - g_t \right) - \\
 & -(1+p)^{-1} \Delta(y, w) + \sum_{t=\tau+1}^T (1+p)^{-1} (C_t^p(y, w) - g_t + D^A(w)) = 0
 \end{aligned} \tag{16}$$

Чистый текущий доход с учетом альтернативных издержек  $KR_s$  за  $m$  периодов (накопленное сальдо) равен:

при  $0 \leq m < \tau$  :

$$C_m^{INC} = -V_0 - KR_s + \sum_{t=0}^m \left( p^{-1} + C_t^p + D_t^A + u_t + \sum_{k \in K_2} h_{kt}^{-r} a_k^{-r} + \delta O_{S_{t-1}} - \sum_{k \in K_2} h_{kt}^{+r} a_k^{+r} - p_t^{+r} - g_t \right) \tag{17}$$

при  $m = \tau$ :

$$C_m^{INC} = -V_0 - KR_s + \sum_{t=0}^{\tau} \left( p^{-1} + C_t^p + D_t^A + u_t + \sum_{k \in K_2} h_{kt}^{-r} a_k^{-r} + \delta O_{S_{t-1}} - \sum_{k \in K_2} h_{kt}^{+r} a_k^{+r} - p_t^{+r} - g_t \right) - \Delta(y, t) \tag{18}$$

при  $\tau + 1 \leq m \leq T$ :

$$\begin{aligned}
 C_m^{INC} = & -V_0 - KR_s + \sum_{t=0}^{\tau} \left( p^{-1} + C_t^p + D_t^A + u_t + \sum_{k \in K_2} h_{kt}^{-r} a_k^{-r} + \delta O_{S_{t-1}} - \sum_{k \in K_2} h_{kt}^{+r} a_k^{+r} - p_t^{+r} - g_t \right) - \Delta(y, t) \\
 & + \sum_{t=\tau+1}^m (C_t^p(y, w) - g_t + D^A(w))
 \end{aligned} \tag{19}$$

Срок окупаемости с начала первого периода реализации проекта модернизации высокотехнологичного предприятия, измеряемый целым числом периодов, равен  $S^O = m^*$ , где  $m^*$  – минимальный период, для которого  $C_m^{INC} \geq 0$  для всех  $m \geq m^*$ .

Чистый дисконтированный доход с учетом альтернативных издержек  $KR_s$  за  $m$  периодов можно определить следующим образом:

при  $0 \leq m < \tau$ :

$$C_m^{DI} = -V_0 - KR_s + \sum_{t=0}^m (1+\lambda)^{-1} \left( p^{-1} + C_t^p + D_t^A + u_t + \sum_{k \in K_2} h_{kt}^{-r} a_k^{-r} + \delta O_{S_{t-1}} - \sum_{k \in K_2} h_{kt}^{+r} a_k^{+r} - p_t^{+r} - g_t \right) \tag{20}$$

при  $m = \tau$ :

$$\begin{aligned}
 C_m^{DI} = & -V_0 - KR_s + \sum_{t=0}^{\tau} (1+\lambda)^{-1} \left( p^{-1} + C_t^p + D_t^A + u_t + \sum_{k \in K_2} h_{kt}^{-r} a_k^{-r} + \delta O_{S_{t-1}} - \sum_{k \in K_2} h_{kt}^{+r} a_k^{+r} - p_t^{+r} - g_t \right) - \\
 & -(1+\lambda)^{-1} \Delta(y, w)
 \end{aligned} \tag{21}$$

при  $\tau + 1 \leq m \leq T$ :

$$C_m^{DI} = -V_0 - KR_3 + \sum_{t=0}^{\tau} (1+\lambda)^{-1} \left( p^{-1} + C_t^P + D_t^A + u_t + \sum_{k \in K_2} h_{kt}^{-r} a_k^{-r} + \delta O_{s_{t-1}} - \sum_{k \in K_2} h_{kt}^{+r} a_k^{+r} - p_t^{+r} - g_t \right) - (22)$$

$$- (1+\lambda)^{-1} \Delta(y, w) + \sum_{t=\tau+1}^T (1+\lambda)^{-1} (C_t^P(y, w) - g_t + D^A(w))$$

Срок окупаемости с учетом дисконтирования с начала первого периода реализации проекта модернизации высокотехнологичного предприятия, измеряемый целым числом периодов, равен  $S^D = m^*$ , где  $m^*$  – минимальный период, для которого  $C_m^{DI} \geq 0$  для всех  $m \geq m^*$ .

Накопленное сальдо от операционной и инвестиционной деятельности предприятия за  $m$  периодов определяется следующим образом:

при  $0 \leq m < \tau$ :

$$C_m^{SA} = \sum_{t=0}^m \left( p^{-1} + C_t^P + D_t^A + u_t + \sum_{k \in K_2} h_{kt}^{-r} a_k^{-r} + \delta O_{s_{t-1}} - \sum_{k \in K_2} h_{kt}^{+r} a_k^{+r} - p_t^{+r} \right) (23)$$

при  $m = \tau$ :

$$C_m^{SA} = \sum_{t=0}^{\tau} \left( p^{-1} + C_t^P + D_t^A + u_t + \sum_{k \in K_2} h_{kt}^{-r} a_k^{-r} + \delta O_{s_{t-1}} - \sum_{k \in K_2} h_{kt}^{+r} a_k^{+r} - p_t^{+r} \right) - \Delta(y, w), (24)$$

при  $\tau + 1 \leq m \leq T$ :

$$C_m^{SA} = \sum_{t=0}^{\tau} \left( p^{-1} + C_t^P + D_t^A + u_t + \sum_{k \in K_2} h_{kt}^{-r} a_k^{-r} + \delta O_{s_{t-1}} - \sum_{k \in K_2} h_{kt}^{+r} a_k^{+r} - p_t^{+r} \right) - (25)$$

$$- \Delta(y, w) + \sum_{t=\tau+1}^T (C_t^P(y, w) + D^A(w))$$

Накопленное дисконтированное сальдо от операционной и инвестиционной деятельности высокотехнологичного предприятия за  $m$  периодов будет равно:

при  $0 \leq m < \tau$ :

$$C_m^{SD} = \sum_{t=0}^m (1+\lambda)^{-1} \left( p^{-1} + C_t^P + D_t^A + u_t + \sum_{k \in K_2} h_{kt}^{-r} a_k^{-r} + \delta O_{s_{t-1}} - \sum_{k \in K_2} h_{kt}^{+r} a_k^{+r} - p_t^{+r} \right) (26)$$

при  $m = \tau$ :

$$C_m^{SD} = \sum_{t=0}^{\tau} (1+\lambda)^{-1} \left( p^{-1} + C_t^p + D_t^A + u_t + \sum_{k \in K_2} h_{kt}^{-r} a_k^{-r} + \delta O_{S_{t-1}} - \sum_{k \in K_2} h_{kt}^{+r} a_k^{+r} - p_t^{+r} \right) - (1+\lambda)^{-1} \Delta(y, w) \quad (27)$$

при  $\tau + 1 \leq m \leq T$ :

$$C_m^{SD} = \sum_{t=0}^{\tau} (1+\lambda)^{-1} \left( p^{-1} + C_t^p + D_t^A + u_t + \sum_{k \in K_2} h_{kt}^{-r} a_k^{-r} + \delta O_{S_{t-1}} - \sum_{k \in K_2} h_{kt}^{+r} a_k^{+r} - p_t^{+r} \right) - (1+\lambda)^{-1} \Delta(y, w) + \sum_{t=\tau+1}^m (1+\lambda)^{-1} (C_t^p(y, w) + D^A(w)) \quad (28)$$

Потребность в дополнительном финансировании высокотехнологичного предприятия для реализации проекта его модернизации равна:  $F^P = \max_m |C_m^{SA}|$  при условии  $C_m^{SA} < 0$ . Потребность в дополнительном финансировании проекта с учетом дисконта равна:  $F^{DP} = \max_m |C_m^{SD}|$  при условии  $C_m^{SD} < 0$ .

Учитывая зависимости (1)–(28) можно сделать вывод, что реализация проекта модернизации высокотехнологичного предприятия наукоемкой отрасли промышленности, финансируемого за счет собственных и заемных средств, целесообразна, если в результате его осуществления чистый дисконтированный доход предприятия увеличивается, то есть прирост  $C^{PR}(y, w) - KR_s$  положителен.

**Заключение.** Рассмотренная модель, безусловно, не перекрывает разнообразие всех тех многочисленных ситуаций, которые встречаются в процессе финансового обеспечения высокотехнологичных предприятий ракетно-космического комплекса. Тем не менее, ее можно рекомендовать в качестве отправной точки для дальнейших исследований [11].

Анализируя разработанную модель, можно сформулировать общие выводы об основных этапах моделирования решения аналогичных задач. Такими этапами являются [6,23]:

- на основании содержательной (вербальной) постановки задачи разрабатывается ее математическая модель задачи.

- далее разрабатывается вычислительная модель задачи.
- на основе вычислительной модели задачи настраиваются параметры программной надстройки и находится ее оптимальное решение.
- производится анализ оптимального решения рассматриваемой задачи.

## Литература

1. Авдонин Б.Н., Батьковский А.М., Хрусталеv Е.Ю. Оптимизация управления развитием оборонно-промышленного комплекса в современных условиях // Электронная промышленность. 2014. №3. С. 48-58.
2. Авдонин Б.Н., Батьковский А.М., Батьковский М.А. и др. Развитие инструментария оценки финансовой устойчивости предприятий оборонно-промышленного комплекса // Международный бухгалтерский учет. 2014. № 11 (305). С. 55–66.
3. Барановская Т.П., Лойко В.И. Поточковые модели эффективности интегрированных производственных структур // Политематический сетевой электронный научный журнал КубГАУ. 2006. № 23. С. 121-132.
4. Барановская Т.П., Лойко В.И., Семенов М.И., Трубилин И.Т. Информационные системы и технологии в экономике. – М.: Финансы и статистика, 2003. 416 с.
5. Батьковский А.М. Методологические проблемы совершенствования анализа финансовой устойчивости предприятия радиоэлектронной промышленности // Экономика, предпринимательство и право. 2011. № 1. С. 30-44. 51.
6. Батьковский А.М. Оценка финансовой устойчивости предприятий оборонно-промышленного комплекса // Институциональные и инфраструктурные аспекты развития экономических наук: сборник статей Международной научно-практической конференции (10 февраля 2015 г.). - Уфа: Научный центр «Аэтерна». 2015. С. 31-33.
7. Батьковский А.М. Методологические основы формирования программ инновационного развития предприятий радиоэлектронной промышленности // Экономика, предпринимательство и право. 2011. № 2. С. 38-54.
8. Батьковский А.М. Стратегическое инвестиционное планирование развития предприятий оборонно-промышленного комплекса // Институциональные и инфраструктурные аспекты развития экономических наук: сборник статей Международной научно-практической конференции (10 февраля 2015 г.). - Уфа: Научный центр «Аэтерна». 2015. С. 33-34.
9. Батьковский А.М. Моделирование инновационного развития высокотехнологичных предприятий радиоэлектронной промышленности // Вопросы инновационной экономики. 2011. № 3. С. 36-46. 55.
10. Батьковский А.М., Батьковский М.А. Инновационная модернизация оборонно-промышленного комплекса России. - М.: онтоПринт. 2014. 175 с.
11. Батьковский А.М., Батьковский М.А., Гордейко С.В. и др. Оценка экономической устойчивости предприятий оборонно-промышленного комплекса // Аудит и финансовый анализ. 2011. № 6. С. 120-126.
12. Батьковский А.М., Батьковский М.А., Кравчук П.В. и др. Методология и инструментарий управления инновационной деятельностью экономических систем в условиях транснационализации экономики и ее неустойчивого посткризисного развития. - М.: МЭСИ. 2010. 360 с.

13. Батьковский А.М., Батьковский М.А., Мерзлякова А.П. Модели оценки и прогнозирования финансовой устойчивости высокотехнологичных предприятий // Проблемы экономики и менеджмента. 2011. № 1 (1). С. 35-37.
14. Батьковский А.М., Батьковский М.А., Хрусталев Е.Ю. и др. Регулирование развития базовых высокотехнологичных отраслей. - М.: МЭСИ, 2014. 400 с.
15. Батьковский М.А., Булава И.В., Мингалиев К.Н. Совершенствование управления финансовой устойчивостью предприятия в современных условиях с целью снижения рисков его деятельности // РИСК: Ресурсы, информация, снабжение, конкуренция. 2009. № 3. С. 50-52.
16. Батьковский А.М., Булава И.В., Мингалиев К.Н. Макроэкономический анализ уровня и возможностей финансового обеспечения военной безопасности России // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2009. № 21. С. 58-65.
17. Бородакий Ю.В., Авдонин Б.Н., Батьковский А.М. и др. Моделирование процесса разработки наукоемкой продукции в оборонно-промышленном комплексе // Вопросы радиоэлектроники, серия ЭВТ. 2014. № 2. С. 21-34.
18. Золотарёв А.А. Методы оптимизации распределительных процессов. – М.: Инфра-Инженерия, 2014. 160 с.
19. Лавринов Г.А., Хрусталёв Е.Ю. Методы прогнозирования цен на продукцию военного назначения // Проблемы прогнозирования. 2006. № 1. С. 87-96.
20. Хрусталёв Е.Ю., Стрельникова И.А. Методология качественного управления инвестиционными рисками на промышленных предприятиях // Экономический анализ: теория и практика. 2011. № 4. С. 16-23.
21. Хрусталёв О.Е. Финансовый анализ состояния наукоемких предприятий // Финансовая аналитика: проблемы и решения. 2011. № 32. С. 55-62.
22. Экономическая теория. Концептуальные основы и практика / Под общей редакцией В.Ф. Максимовой. – М.: Издательство «Юнити-Дана», 2012. 751 с.
23. Batkovskiy A.M., Khrustalev E.Yu., Khrustalev O.E. et al. Models and methods for evaluating operational and financial reliability of high-tech enterprises // Journal of Applied Economic Sciences. Romania: European Research Centre of Managerial Studies in Business Administration, Vol. XI, Issue 7(45), Winter 2016. P. 1384-1394.

### References

1. Avdonin B.N., Bat'kovskij A.M., Hrustalev E.Ju. Optimizacija upravljenija razvitiem oboronno-promyshlennogo kompleksa v sovremennyh uslovijah // Jelektronnaja promyshlennost'. 2014. №3. S. 48-58.
2. Avdonin B.N., Bat'kovskij A.M., Bat'kovskij M.A. i dr. Razvitie instrumentarija ocenki finansovoj ustojchivosti predpriyatij oboronno-promyshlennogo kompleksa // Mezhdunarodnyj buhgalterskij uchet. 2014. № 11 (305). S. 55–66.
3. Baranovskaya T.P., Lojko V.I. Potokovye modeli ehffektivnosti integrirovannyh proizvodstvennyh struktur // Politematicheskij setevoj ehlektronnyj nauchnyj zhurnal KubGAU. 2006. № 23. S. 121-132.
4. Baranovskaya T.P., Lojko V.I., Semenov M.I., Trubilin I.T. Informacionnye sistemy i tekhnologii v ehkonomike. – М.: Finansy i statistika, 2003. 416 s.
5. Bat'kovskij A.M. Metodologicheskie problemy sovershenstvovanija analiza finansovoj ustojchivosti predpriyatija radiojelektronnoj promyshlennosti // Jekonomika, predprinimatel'stvo i pravo. 2011. № 1. S. 30-44.
6. Bat'kovskij A.M. Ocenka finansovoj ustojchivosti predpriyatij oboronno-promyshlennogo kompleksa // Institucional'nye i infrastrukturnye aspekty razvitija jekonomicheskikh nauk: sbornik statej Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii (10 fevralja 2015 g.). - Ufa: Nauchnyj centr «Ajeterna», 2015. S. 31-33.

7. Bat'kovskij A.M. Metodologicheskie osnovy formirovaniya programm innovacionnogo razvitija predpriyatij radioelektronnoj promyshlennosti // Jekonomika, predprinimatel'stvo i pravo. 2011. № 2. S. 38-54.

8. Bat'kovskij A.M. Strategicheskoe investicionnoe planirovanie razvitija predpriyatij oboronno-promyshlennogo kompleksa // Institucional'nye i infrastrukturnye aspekty razvitija jekonomicheskikh nauk: sbornik statej Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii (10 fevralja 2015 g.). - Ufa: Nauchnyj centr «Ajeterna». 2015. S. 33-34.

9. Bat'kovskij A.M. Modelirovanie innovacionnogo razvitija vysokotekhnologichnykh predpriyatij radioelektronnoj promyshlennosti // Voprosy innovacionnoj jekonomiki. 2011. № 3. S. 36-46.

10. Bat'kovskij A.M., Bat'kovskij M.A. Innovacionnaja modernizacija oboronno-promyshlennogo kompleksa Rossii. - M.: ontoPrint. 2014. 175 s.

11. Bat'kovskij A.M., Bat'kovskij M.A., Gordejko S.V. i dr. Ocenka jekonomicheskoy ustojchivosti predpriyatij oboronno-promyshlennogo kompleksa // Audit i finansovyj analiz. 2011. № 6. S. 120-126.

12. Bat'kovskij A.M., Bat'kovskij M.A., Kravchuk P.V. i dr. Metodologija i instrumentarij upravljenja innovacionnoj dejatel'nost'ju jekonomicheskikh sistem v uslovijah transnacionalizacii jekonomiki i ee neustojchivogo postkrizisnogo razvitija. - M.: MJeSI. 2010. 360 s.

13. Bat'kovskij A.M., Bat'kovskij M.A., Merzljakova A.P. Modeli ocenki i prognozirovaniya finansovoj ustojchivosti vysokotekhnologichnykh predpriyatij // Problemy jekonomiki i menedzhmenta. 2011. № 1 (1). S. 35-37.

14. Bat'kovskij A.M., Bat'kovskij M.A., Hrustalev E.Ju. i dr. Regulirovanie razvitija bazovykh vysokotekhnologichnykh otraslej. - M.: MJeSI, 2014. 400 s.

15. Bat'kovskij M.A., Bulava I.V., Mingaliev K.N. Sovershenstvovanie upravljenja finansovoj ustojchivost'ju predpriyatija v sovremennykh uslovijah s cel'ju snizhenija riskov ego dejatel'nosti // RISK: Resursy, informacija, snabzhenie, konkurencija. 2009. № 3. S. 50-52.

16. Bat'kovskij A.M., Bulava I.V., Mingaliev K.N. Makrojekonomicheskij analiz urovnja i vozmozhnostej finansovogo obespechenija voennoj bezopasnosti Rossii // Nacional'nye interesy: priority i bezopasnost'. 2009. № 21. S. 58-65.

17. Borodakij Ju.V., Avdonin B.N., Bat'kovskij A.M. i dr. Modelirovanie processa razrabotki naukoemkoj produkcii v oboronno-promyshlennom komplekse // Voprosy radioelektroniki, serija JeVT. 2014 № 2. S. 21-34.

18. Zolotarjov A.A. Metody optimizacii raspredelitel'nykh processov. – M.: Infra-Inzhenerija, 2014. 160 s.

19. Lavrinov G.A., Khrustalev E.Yu. Metody prognozirovaniya cen na produkciju voennogo naznachenija // Problemy prognozirovaniya. 2006. № 1. S. 87-96.

20. Khrustalev E.Yu., Strel'nikova I.A. Metodologija kachestvennogo upravljenja investicionnymi riskami na promyshlennykh predpriyatijah // Jekonomicheskii analiz: teorija i praktika. 2011. № 4. S. 16-23.

21. Khrustalev O.E. Finansovyj analiz sostoyaniya naukoemkih predpriyatij // Finansovaya analitika: problemy i resheniya. 2011. № 32. S. 55-62.

22. Jekonomicheskaja teorija. Konceptual'nye osnovy i praktika / Pod obshei redakciei V.F. Maksimovoi. – M.: Izdatel'stvo «YUniti-Dana», 2012. 751 s.

23. Batkovskiy A.M., Khrustalev E.Yu., Khrustalev O.E. et al. Models and methods for evaluating operational and financial reliability of high-tech enterprises // Journal of Applied Economic Sciences. Romania: European Research Centre of Managerial Studies in Business Administration, Vol. XI, Issue 7(45), Winter 2016. P. 1384-1394.