

УДК 338.34

Батьковский А.М., Ефимова Н.С., Калачанов В.Д. Моделирование динамики инновационного развития предприятий радиоэлектронной промышленности

Modeling the dynamics of innovative development of enterprises of the radio electronic industry

Батьковский Александр Михайлович

д.э.н., профессор, кафедра «Системы управления экономическими объектами»,
Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)
г. Москва, РФ

Ефимова Наталья Сергеевна

к.э.н., заместитель заведующего кафедрой, кафедра «Системы управления экономическими объектами»
Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)
г. Москва, РФ

Калачанов Вячеслав Дмитриевич

д.э.н., заведующий кафедрой «Системы управления экономическими объектами»,
Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)
г. Москва, РФ

Batkovskiy Alexander M.

Doctor of Economics, Professor, Department of a control system of economic objects,
Moscow aviation institute (national research university)
Moscow, Russia

Efimova Natalya S.

Candidate of Economic Sciences, Deputy Head of Department, Department of a control system of economic objects,
Moscow aviation institute (national research university)
Moscow, Russia

Kalachanov Vyacheslav D.

Doctor of economic sciences, head of department, Department of a control system of economic objects,
Moscow aviation institute (national research university)
Moscow, Russia

Аннотация. Цель исследования - разработка инструментария моделирования динамики инновационного развития предприятий. В процессе исследования использовались: методы сравнения, экономико-математического моделирования, анализа экономической информации, обработки статистических данных и другие методы. Разработана модель управления программой инновационного развития на основе оценки эффективности процесса ее реализации. Представлен инструментарий определения динамики развития потенциалов предприятий. Реализация результатов исследования, представленных в данной статье, на практике позволит повысить научную обоснованность управленческих решений, регламентирующих инновационное развитие предприятий радиоэлектронной промышленности.

Ключевые слова: предприятие, инновационное развитие, моделирование, радиоэлектронная промышленность.

Abstract. The purpose of the research - development of tools for modeling the dynamics of changes in innovation development of enterprises. In the process of research, the following methods were used: methods of comparison, economic-mathematical modeling, analysis of economic information, processing of statistical data, and other methods. The model of management of the program of innovative development is developed on the basis of an estimation of efficiency of process of its realization. The toolkit of definition of dynamics of development of potentials of the enterprises is presented. Realization of the results of the research presented in this article, in the practice of management will improve the scientific validity of management decisions that regulate the innovative development of enterprises of the radio electronic industry.

Keywords: enterprise, innovative development, modeling, radio-electronic industry.

Результативность программы инновационного развития предприятия во многом определяется эффективностью управления ею. Основная задача данного управления - максимальное достижение установленных программных заданий [1]. Для ее решения необходимо построить систему формализованной критериальной оценки эффективности динамики инновационного развития предприятий: развития их материально-технической базы; роста инновационного потенциала и др. При этом должны анализироваться различные варианты реализации инновационной программы, обеспечивающие градиентную чувствительность относительно перебираемых альтернативных управленческих решений в зависимости от промежуточных результатов каждого этапа выполнения программы или решения отдельных управленческих задач [2; 3]. Решение данной задачи можно рассмотреть на примере предприятий радиоэлектронной промышленности [4].

Для разработки модели управления программой инновационного развития предприятий радиоэлектронной промышленности рассмотрим величины Q_k - объемы работ по достижению целевых показателей программы P_k . Текущий уровень работ Q_k является функцией затрат по всем элементам программы: $Q_k = Q_k(C_1, C_2, \dots, C_v)$, $k=1, \dots, K$. В общем случае целевые показатели P_k ($k = 1, \dots, K$) можно проранжировать по определенной системе приоритетов $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$. Заметим, что величина $\beta_k \times (Q_k/C_v)$ характеризует эффективность выполнения программы v в процессе достижения целевого показателя P_k с учетом его приоритетности. В этом случае модель управления программой инновационного развития на основе оценки эффективности процесса ее реализации можно представить в самом общем виде как совокупность ряда этапов [5]:

1. На первом этапе обозначим через R множество элементов программы k , для которых объем работ Q_k не обеспечивает достижения целевого показателя программы P_k . При этом возможны два варианта:

а) R - пустое множество. Это значит, что все целевые показатели программы достижимы, т.е. она реализуема.

б) R - непустое множество, тогда осуществляется переход к этапу 2.

2. Далее построим матрицу $\|\beta_k \times (Q_k/C_v)\|$, ($k \in R$, $v=1, \dots, V$). В ней определим номер $v_R \in \{v=1, \dots, V, k \in R / \max \beta_k \times (Q_k/C_v)\}$ наибольшего элемента матрицы и того целереализующего элемента программы, который дает наибольший эффект.

3. Определим величину приращения ΔC_{v_i} , обеспечивающую достижение или максимальное приближение к целевому показателю P_k в зависимости от объема располагаемых финансовых ресурсов, а также новые значения объемов Q_k ($k=1, \dots, K$).

4. Вычисляем новые значения объемов Q_k ($k = 1, \dots, K$) и переходим к первому этапу.

Главными характеристиками оценки программы являются объемы

ресурсов (финансовых, трудовых, материальных и др.) и показатели их целевой эффективности [6]. Регулирование процесса выполнения программы необходимо осуществлять с помощью приоритета β_k каждого k -го показателя эффективности. Тогда появляется возможность ранжирования составных элементов программы с точки зрения предпочтений в их ресурсном обеспечении: чем выше приоритет β_k , тем большее предпочтение в ресурсах будет иметь мероприятие, проект или работа программы. Указанные приоритеты β_k показателей целевой эффективности P_k задаются и регулируются в процессе текущего выполнения программы с помощью их изменения [7, 8].

Реализацию предложенной модели можно проиллюстрировать на примере предлагаемого инструментария управления динамикой изменения потенциала предприятий радиоэлектронной промышленности. Для разработки рассматриваемого инструментария необходимо рассмотреть модель функции данной динамики. Необходимость анализа этой характеристики может быть связана с решением проблемы обеспечения заданного уровня или повышения конкурентоспособности предприятия [9].

Допустим, необходимо показать результат реализации функционально-технологического процесса, учитывая связанность всех реализуемых функций, в условиях преобразования ресурса NN (входа) в результат NT . Данное преобразование реализуется в промежутке времени $\Delta t = t_1 - t_0$ и оценено издержками z . При моделировании, допускаем, что затраты осуществляются одновременно (z) в момент конечного временного интервала t_1 . Допустим, что накопленный к начальному временному интервалу t_0 потенциал процесса равен $\Pi(t_0)$ (рисунок 1).

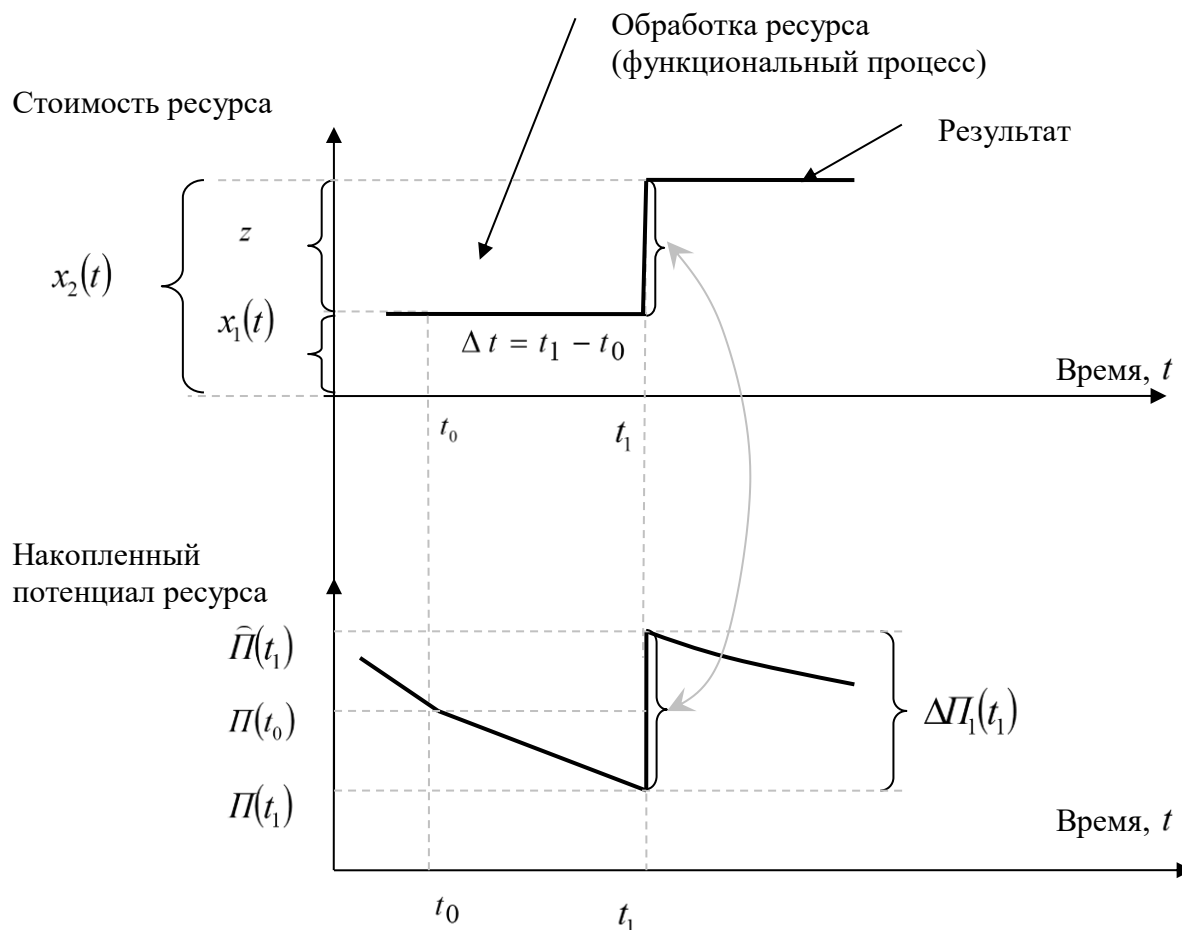


Рисунок 1. Динамика изменения накопленного потенциала при выполнении функционального процесса

Следует учитывать, что, чем длиннее временной интервал Δt , тем ниже накопленный потенциал. Преобразование ресурса NN в результат NT обеспечит возможность получения потенциала $\hat{\Pi}(t_1)$. При этом, величину трансформации можно представить в виде:

$$\Delta\Pi(t_1) = \hat{\Pi}(t_1) - \Pi(t_1). \quad (1)$$

Определив величину $x_1(t_0)$, соответствующую $\Pi(t_0)$, нужно определить стоимость результата:

$$x_2(t_1) = x_1(t_0) + z. \quad (2)$$

Накопленный потенциал во времени t_0 – это результат функционально-структурного процесса и поэтому его можно выразить следующим соотношением:

$$\Pi(\alpha, \Delta t) = \hat{\Pi}(t_1) - \Pi(t_0) = [\Pi(t_1) + z] - \Pi(t_0). \quad (3)$$

Далее при определении издержек z рассчитывается накопленный потенциал функционально-структурного цикла, итогом которого является NT . Он определяется соотношением:

$$\Pi(\alpha, t_1) \cong z\Delta t - \frac{\alpha \Delta t}{1 + \alpha \Delta t} \Pi(t_0). \quad (4)$$

Процент рыночной прибыли α рассматривается на временном отрезке $\Delta t = t_1 - t_0$. Так как цикл имеет временные ограничения, то при $1 + \alpha \Delta t \rightarrow 1$ формула (4) упрощается:

$$\Pi(\alpha, t_1) \cong z\Delta t - \alpha \Delta t \Pi(t_0). \quad (5)$$

Формула (5) свидетельствует, что малое значение Δt приравнивает производственные издержки и потенциал производственной деятельности предприятия. Поэтому она может быть приведена к следующему виду:

$$\Delta \Pi(t_1) = z(t_1). \quad (6)$$

Рассмотренные подходы могут использоваться для расчета затрат в разрезе интенсивности или динамики $\Delta t = t_1 - t_0$. Подобное допущение объяснимо отсутствием контроля времени производства таких затрат [10]. Если считать, что затраты осуществлены в точке на временной оси δ , предшествующей началу функционального процесса t_0 , то справедливым будет определение потенциала в момент времени $t_0 + \delta$ по следующей формуле:

$$\Pi(t_0 + \delta) = \Pi(t_0) + z. \quad (7)$$

На протяжении периода $\Delta t = t_1 - t_0$ составляющая накопленного потенциала процесса уменьшается, как и в первом случае. Воспользовавшись соотношением между потенциалами в два последовательных момента времени, можно записать:

$$\hat{\Pi}(t_1) \approx \frac{1}{(1 + \alpha \Delta t)} [\Pi(t_0) + z\Delta t]. \quad (8)$$

Приращение потенциала рассматриваемого процесса в этом случае определяется следующим образом:

$$\hat{\Pi}(t_1) - \Pi(t_0) \approx \frac{1}{(1 + \alpha \Delta t)} [\Pi(t_0) + z\Delta t] - \Pi(t_0) = \frac{\Delta t}{(1 + \alpha \Delta t)} [z - \alpha \Pi(t_0)]. \quad (9)$$

Графическая интерпретация рассмотренной ситуации представлена на рисунке 2.

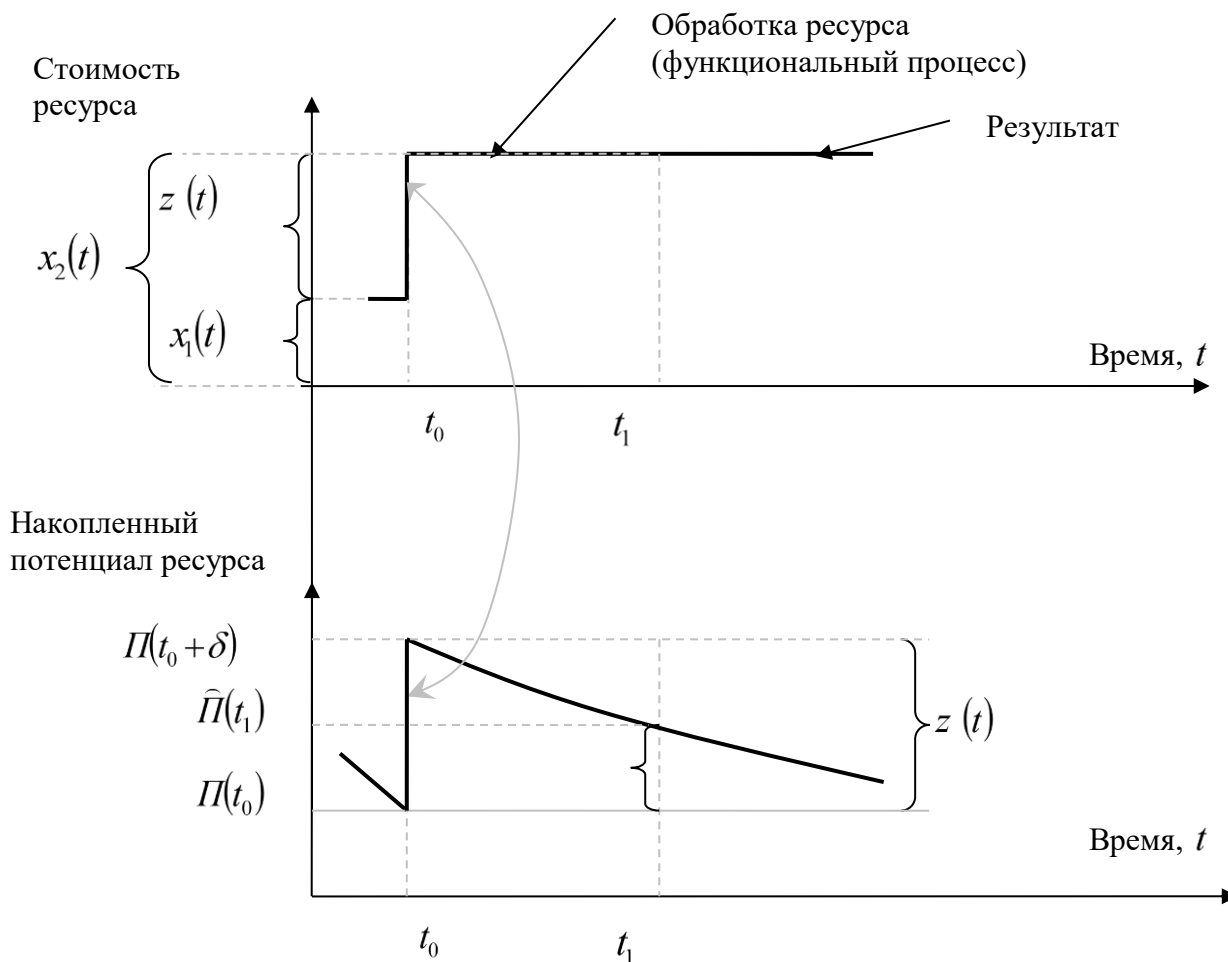


Рисунок 2. Динамика изменения накопленного потенциала в ходе выполнении функционального процесса при осуществлении затрат до его начала

Таким образом, накопленный потенциал функционального процесса для определенных выше условий рассчитывается соотношением:

$$P(\alpha, t_1) \cong \frac{\Delta t}{(1 + \alpha \Delta t)} [z - \alpha P(t_0)]. \quad (10)$$

Сравнение выражений (4) и (10) позволяет отметить их различие в $z\Delta t$ и $z\Delta t / (1 + \alpha \Delta t)$. При $\alpha \rightarrow 0$ и $1 + \alpha \Delta t \rightarrow 1$ очевидно совпадение моделей определения потенциалов, на основании чего можно сделать вывод о независимости момента вложения затрат в процесс на величину его накопленного потенциала.

Композиция функциональных процессов может быть рассмотрена в качестве системы, величина накопленного потенциала которой зависит от их организации [11; 12]. Например, потенциал функциональной системы, состоящей из двух последовательных бизнес-процессов, определяется исходя из следующих положений. Учитывая неизменный характер воздействий на ресурсы в течение выполнения функционального процесса, их стоимостные характеристики $x_1(t)$, $x_2(t)$, $x_3(t)$, $x_4(t)$ связаны соотношениями:

$$\begin{aligned}
 x_2(t) &= x_1(t) + z_1(t) = x_1(t) + \int_{\tau=t_0}^{t_1} z_{y1}(\tau) d\tau \\
 x_3(t) &= x_2(t) + z_2(t) = x_2(t) + \int_{\tau=t_1}^{t_2} z_{y2}(\tau) d\tau, \quad (11)
 \end{aligned}$$

$$x_4(t) = x_3(t) + p(t)$$

где $z_{y1}(t)$, $z_{y2}(t)$ - затраты, связанные с выполнением соответственно первого и второго процессов; $p(t)$ - результативность функционирования системы процессов.

Из соотношения (11) следует, что потенциал Ресурса 1, вовлеченного в процесс 1, оценивается исходя из первоначальной стоимости этого ресурса и затрат $z_1(t)$, произведенных за время $\Delta t_1 = t_1 - t_0$, отведенного на функциональный процесс 1.

Аналогичная констатация касается и ситуации в отношении Ресурса 2 (после выполнения процесса 2). Его накопленный потенциал определяется стоимостью после выполнения процесса 1, увеличенной на сумму затрат $z_2(t)$, внесенных за период $\Delta t_2 = t_2 - t_1$ (длительность выполнения процесса 2). В рассматриваемой конструкции процессов принято допущение о том, что прибыль (результативность) $p(t)$ оценивается для всей системы в целом, а для каждого отдельно взятого процесса ее величина равна нулю. Тогда, используя (11), можно записать следующие выражения:

$$\begin{aligned}
 x_3(t) &= x_1(t) + z_1(t) + z_2(t) \\
 x_4(t) &= x_1(t) + z_1(t) + z_2(t) + p(t) \quad (12)
 \end{aligned}$$

Учитывая модель расчета потенциалов произвольного числа последовательных денежных потоков, потенциал системы, состоящей из двух последовательно выполняемых процессов за период $(t - \tau)$, вычисляется по формуле:

$$X(\alpha, t) = \int_{\tau=0}^t f_{\Sigma}(t - \tau) e^{-\tau\alpha} d\tau = \sum_{i=0}^{\infty} f_i e^{-(t-iT)} \times 1(t - iT). \quad (13)$$

Для конкретного случая (зная периоды окончания процессов (обработки ресурсов) t_1 и t_2) можно определить потенциал системы следующим образом:

$$X(\alpha, t) = x_1 e^{-t\alpha} + z_1 e^{-(t-t_1)\alpha} \times 1(t - t_1) + z_2 e^{-(t-t_2)\alpha} \times 1(t - t_2). \quad (14)$$

Фиксируя время окончания процесса 2, как $t = t_2$ (рисунок 3), накопленный потенциал функционального процесса для рассматриваемых условий выражение выше примет вид:

$$П(\alpha, t) = x_1 e^{-t_2\alpha} + z_1 e^{-(t_2-t_1)\alpha} + z_2. \quad (15)$$

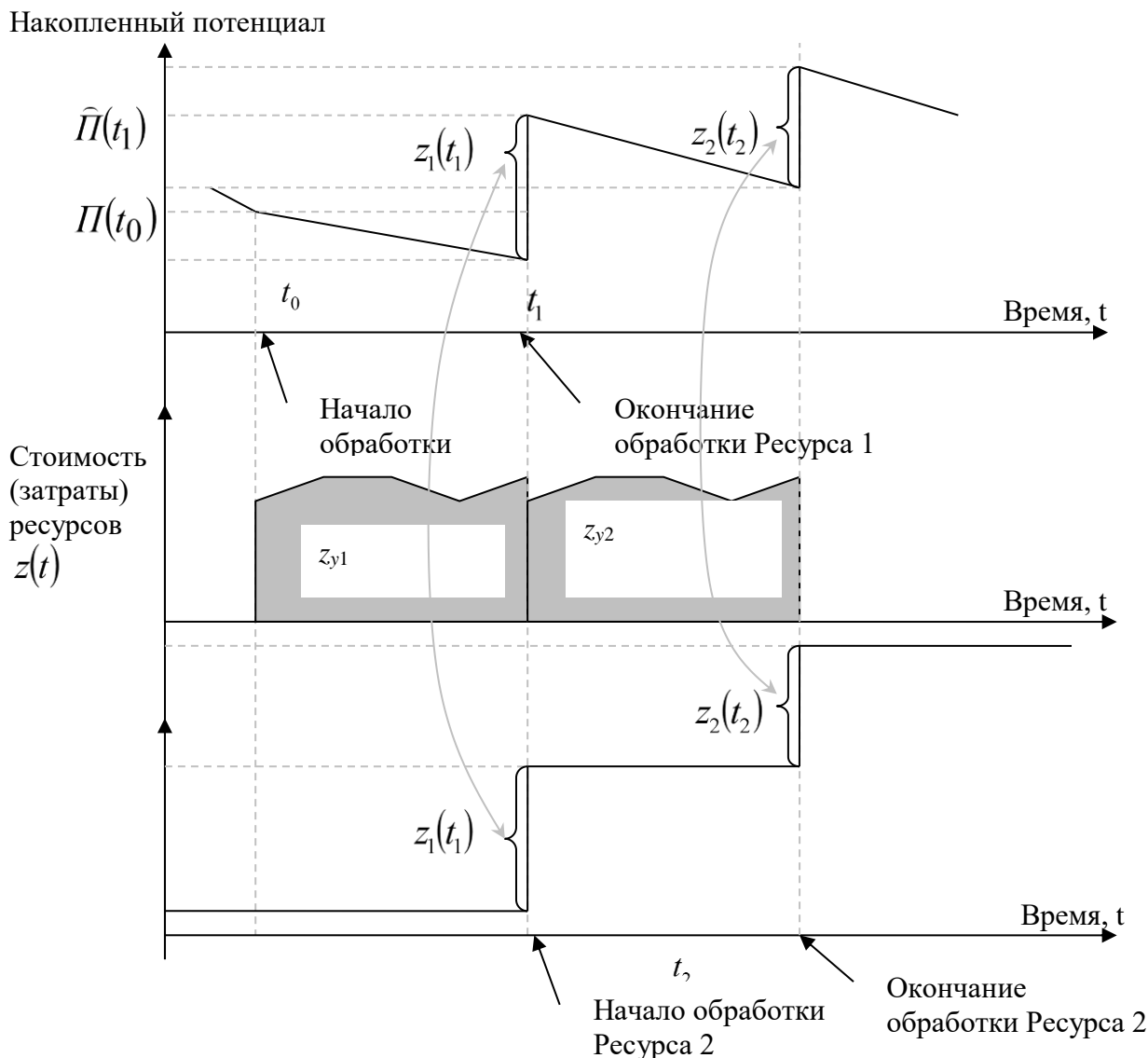


Рисунок 3. Определение потенциала функциональной системы, состоящей из двух последовательно выполняемых бизнес-процессов

При учете результативности функциональной системы сумма потенциалов ее процессов должна быть увеличена на потенциал прибыли. Потенциал функциональной системы, состоящей из двух параллельно выполняемых процессов, определяется как сумма их потенциалов:

$$P(\alpha, t) = P_1(\alpha, t) + P_2(\alpha, t). \quad (16)$$

Статья разработана при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ), проект № 16-06-00028.

Библиографический список

1. Мингалиев К.Н., Батьковский А.М., Батьковский М.А., Булава И.В., Божко В.П., Пустовитова Т.И., Трейгер Е.М., Ярошук М.П. Финансовое

оздоровление предприятий в условиях рецессии и посткризисного развития российской экономики (теория и инструментарий). / Под ред. К.Н. Мингалиева. – М.: МАОК, 2010. – 339 с.

2. Morrissey R., Guarraia P., Pauwels V., Sampathkuma S. Building Efficient Organizations. 2018. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.bain.com/publications/articles/building-efficient-organizations.aspx>

3. Ganjezadeh F., Lei H., Goraya P., Olivar E. Organizational performance and indicators: trends and opportunities. // 27th International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing Modena. Italy. 27-30 June 2017. Part 1 of 3. / Editors: Marcello Pellicciari, Margherita Peruzzini. – pp. 1925-1933.

4. Бородакий Ю.В., Авдонин Б.Н., Батьковский А.М., Кравчук П.В. Моделирование процесса разработки наукоемкой продукции в оборонно-промышленном комплексе. // Вопросы радиоэлектроники, серия Электронная вычислительная техника (ЭВТ). – 2014. – № 2. – С. 21-34.

5. Батьковский А.М., Батьковский М.А. Инновационная модернизация оборонно-промышленного комплекса России. – М.: онтоПринт, 2014. – 175 с.

6. Hong X., Zhao D., Wang Z. Managing technology licensing for stochastic R&D: from the perspective of an enterprise information system. // Enterprise Information Systems. – 2016. – Vol. 10(8). – pp. 845-862. <http://dx.doi.org/10.1080/17517575.2015.1021855>

7. Авдонин Б.Н., Батьковский А.М., Кравчук П.В. Теоретические основы и инструментарий управления развитием высокотехнологичных предприятий. // Электронная промышленность. – 2014. – № 2. – С. 112-121.

8. Илышева Н.Н., Крылов С.И. Учет, анализ и стратегическое управление инновационной деятельностью. – М.: Финансы и статистика, 2014. – 216 с.

9. Мантуров Д.В., Ефимова Н.С. Внедрение систем информационного обеспечения наукоемкой продукции для организации производства в авиастроении. // Вооружение и экономика. – 2012. – № 3 (19). – С. 50-55.

10. McNamara C. Organizational Performance Management - Evaluating and Improving Organizations. Guidelines about achieving stronger organizational performance. 2018. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://managementhelp.org/organizationalperformance/index.html>

11. Батьковский А.М. Экономико-математический инструментарий анализа инновационной деятельности высокотехнологичных предприятий. // Экономический анализ: теория и практика. – 2011. – № 12. – С. 51-60.

12. Radu C. Modern Instruments For Measuring Organizational Performance. 2018. [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.academia.edu/1628842/Modern_Instruments_For_Measuring_Organizational_Performance

Bibliograficheski spisok

1. Mingaliyev K.N., Bat'kovskiy A.M., Bat'kovskiy M.A., Bulava I.V., Bozhko V.P., Pustovitova T.I., Treyger Ye.M., Yaroshuk M.P. Finansovoye ozdorovleniye

predpriyatiy v usloviyakh retsessii i postkrizisnogo razvitiya rossiyskoy ekonomiki (teoriya i instrumentariy). / Pod red. K.N. Mingaliyeva. – М.: MAOK, 2010. – 339 s.

2. Morrissey R., Guarraia P., Pauwels V., Sampathkuma S. Building Efficient Organizations. 2018. URL: <http://www.bain.com/publications/articles/building-efficient-organizations.aspx>

3. Ganjeizadeh F., Lei H., Goraya P., Olivar E. Organizational performance and indicators: trends and opportunities. // 27th International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing Modena. Italy. 27-30 June 2017. Part 1 of 3. / Editors: Marcello Pellicciari, Margherita Peruzzini. – pp. 1925-1933.

4. Borodakiy YU.V., Avdonin B.N., Bat'kovskiy A.M., Kravchuk P.V. Modelirovaniye protsessa razrabotki naukoymkoy produktsii v oboronno-promyshlennom komplekse. // Voprosy radioelektroniki, seriya Elektronnaya vychislitel'naya tekhnika (EVT). – 2014. – № 2. – S. 21-34.

5. Bat'kovskiy A.M., Bat'kovskiy M.A. Innovatsionnaya modernizatsiya oboronno-promyshlennogo kompleksa Rossii. – М.: ontoPrint, 2014. – 175 s.

6. Hong X., Zhao D., Wang Z. Managing technology licensing for stochastic R&D: from the perspective of an enterprise information system. // Enterprise Information Systems. – 2016. – Vol. 10(8). – pp. 845-862. <http://dx.doi.org/10.1080/17517575.2015.1021855>

7. Avdonin B.N., Bat'kovskiy A.M., Kravchuk P.V. Teoreticheskiye osnovy i instrumentariy upravleniya razvitiyem vysokotekhnologichnykh predpriyatiy. // Elektronnaya promyshlennost'. – 2014. – № 2. – S. 112-121.

8. Ilysheva N.N., Krylov S.I. Uchet, analiz i strategicheskoye upravleniye innovatsionnoy deyatelnosti. – М.: Finansy i statistika, 2014. – 216 s.

9. Manturov D.V., Yefimova N.S. Vnedreniye sistem informatsionnogo obespecheniya naukoymkoy produktsii dlya organizatsii proizvodstva v aviastroyenii. // Vooruzheniye i ekonomika. – 2012. – № 3 (19). – S. 50-55.

10. McNamara C. Organizational Performance Management - Evaluating and Improving Organizations. Guidelines about achieving stronger organizational performance. 2018. URL: <http://managementhelp.org/organizationalperformance/index.html>

11. Bat'kovskiy A.M. Ekonomiko-matematicheskoye instrumentariy analiza innovatsionnoy deyatelnosti vysokotekhnologichnykh predpriyatiy. // Ekonomicheskoye analiz: teoriya i praktika. – 2011. – № 12. – S. 51-60.

12. Radu C. Modern Instruments For Measuring Organizational Performance. 2018. URL: http://www.academia.edu/1628842/Modern_Instruments_For_Measuring_Organizational_Performance