

А.А. Наумов С.А. Бах

**БИЗНЕС-ПРОЦЕССЫ.
СИНТЕЗ, АНАЛИЗ,
МОДЕЛИРОВАНИЕ И
ОПТИМИЗАЦИЯ**

**Новосибирск
2007**

ББК
УДК 336.763:336.67:519.6
Н 34

Наумов А.А., Бах С.А.

Бизнес-процессы. Синтез, анализ, моделирование и оптимизация. - Новосибирск: «ОФСЕТ», 2007. – 307 с.

ISBN

Монография посвящена исследованию проблем интенсивно развивающейся и широко применяемой на практике теории бизнес-процессов. В ней в достаточно общей форме представлены основные модели этой теории и предложены подходы к решению задач синтеза и анализа портфелей из бизнес-процессов. Рассмотрены новые оригинальные методы оценивания эффективности бизнес-процессов, построения эффективных портфелей из бизнес-процессов, анализа их рисков, методы факторного анализа бизнес-процессов и анализа бизнес-процессов на чувствительность, свойства маневренности бизнес-процессов и модели управления бизнес-процессами, а также модели и методы экспериментальной экономики.

Монография будет полезна ученым, специалистам по моделированию бизнес-процессов, инженерам-экономистам, программистам, аспирантам, магистрантам и студентам старших курсов экономических и экономико-математических специальностей университетов. Она сможет оказать помощь при выполнении расчетно-графических, курсовых работ и при написании магистерских диссертаций и дипломных проектов по тематикам, связанным с управлением бизнес-процессами и с портфелями бизнес-процессов. Основные вопросы, рассмотренные в монографии: синтез бизнес-процессов, управление оптимальным портфелем бизнес-процессов, риски бизнес-процессов, критерии оценивания эффективности бизнес-процессов и некоторые другие.

Авторы выражают признательность своим учителям, коллегам и ученикам за поддержку и помощь при проведении исследований, нашедших отражение в данной монографии.

ББК
УДК 336.763:336.67:519.6
ISBN

© Наумов А.А., 2007

© Бах С.А., 2007

**Нашим любимым
родителям и детям
посвящаем мы эту книгу**

**Анатолий Наумов, Сергей Бах
апрель, 2007 год**

Вместо предисловия

Предлагаемая Вашему вниманию монография представляет собой изложение результатов научных исследований, начало которых было положено в монографии Наумов А.А., Федоров А.А. ПОРТФЕЛИ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ. СИНТЕЗ, АНАЛИЗ И ОПТИМИЗАЦИЯ. - Новосибирск: «ОФСЕТ», 2006 – 309с., и посвящена проблемам анализа и синтеза портфеля бизнес-процессов. Теория и методы управления бизнес-процессами могут быть использованы при решении многих реальных экономических проблем, таких, например как управление недвижимостью, управление страховыми проектами, управление производственными процессами и многих других. Полученные авторами результаты позволяют с общих позиций подойти к решению задач построения эффективного портфеля бизнес-процессов в любой из перечисленных выше областей, т.е. к нахождению такого сочетания некоторых исходных (базовых) бизнес-процессов, которое имеет в определенном смысле наилучшее значение показателей доходности и риска. В монографии предложены вниманию оригинальные схемы оптимизации бизнес-процессов с учетом многокритериальности задачи принятия решения при формировании портфелей, а также мер риска синтезированных портфелей. Данная монография может быть полезной разработчикам соответствующих информационных систем поддержки и принятия решений. Изложенный в книге материал позволит выбрать критерии и оценить эффективность портфелей из бизнес-процессов на основе новых методик и подходов. Книга может быть рекомендована научным работникам, аспирантам и студентам ВУЗов, а также экономистам и разработчикам информационных и программных комплексов и систем, связанных с анализом и синтезом стратегий управления бизнес-процессами.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ОСНОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ.....	8
ВВЕДЕНИЕ.....	12
ГЛАВА 1. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ПОРТФЕЛЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ.....	16
1.1.Основные понятия и определения	16
1.2.Обобщенные потоки бизнес-процессов.....	29
1.3.Эффективность бизнес-процессов	36
ГЛАВА 2. МЕТОДЫ ПОСТРОЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОГО ПОРТФЕЛЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ.....	43
2.1.Отношение предпочтения.....	43
2.2.Методы нахождения наилучших бизнес-процессов и наилучшего портфеля бизнес-процессов.....	45
2.3.Риски бизнес-процессов	48
2.4.Отношение предпочтения на множестве \widehat{BP}_i и задача нахождения наилучшего портфеля бизнес-процессов с учетом рисков составляющей (показателя риска).....	63
2.5.Алгоритмы нахождения наилучших портфелей бизнес-процессов.....	66
ГЛАВА 3.АНАЛИЗ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ НА ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ.....	69
ГЛАВА 4.ФАКТОРНЫЙ АНАЛИЗ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ.....	78
4.1.Факторный анализ для показателей общего вида.....	78
4.2.Факторный анализ для показателей частного вида.....	86

ГЛАВА 5. МОНИТОРИНГ И УПРАВЛЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ.....	93
5.1.Общие принципы управления ЭС.....	93
5.2.Нахождение наилучших управлений на этапе планирования (проектирования) ЭС.....	99
5.3.Управление ЭС на этапе ее функционирования.....	101
ГЛАВА 6. УПРАВЛЕНИЕ БИЗНЕС-ПРОЦЕССАМИ И ЗАДАЧИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКИ.....	107
6.1.Прикладные задачи экспериментальной экономики и методы их решения.....	107
6.2.Классические методы управления экспериментальными исследованиями.....	131
6.3.Последовательное экспериментальное исследование ЭС.....	135
6.4.Постановка задачи эффективного управления экспериментальными исследованиями.....	138
6.5.Градиентные методы синтеза эффективных стратегий экспериментирования.....	140
6.6. CI – эффективное управление экспериментом.....	148
6.7.Функция затрат (стоимости) в задачах экспериментального исследования ЭС.....	152
6.8.Компьютерный эксперимент в задачах управления экспериментальными исследованиями.....	158
ГЛАВА 7.ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИНФОРМАЦИЯ.....	171
7.1.Информативность наборов данных.....	171
7.2.Оценивание эффективности экономических систем на основе информационных подходов. Критерии эффективности сложных систем.....	183

ГЛАВА 8. ПРОГРАММНЫЕ ПРОДУКТЫ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОРТФЕЛЯ ПРОЕКТОВ И БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ.....	189
ЛИТЕРАТУРА.....	192
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	226

ОСНОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

N – количество исходных бизнес-процессов;

$BP_i(t) = \langle W_{f,i}(t), R_{f,i}(t), P_{f,i}(t), C_{fin,i}(t), C_{fout,i}(t), \bar{t}_i, \bar{t}_i, t_{oi}, T_i \rangle, i = 1, 2, \dots, N$ – исходные бизнес-процессы;

$BP = \{BP_i(t)\}$ – множество, содержащее исходные бизнес-процессы;

$W_{f,i}(t)$ – вектор потоков работ для $BP_i(t)$,

$W_{f,i}(t) = (W_{f,i1}(t), \dots, W_{f,iw}(t))^T; t \in [t_{oi}, t_{oi} + T_i];$

$R_{f,i}(t)$ – вектор ресурсов, расходуемых в соответствии с $BP_i(t)$,

$R_{f,i}(t) = (R_{f,i1}(t), \dots, R_{f,ir}(t))^T; t \in [t_{oi}, t_{oi} + T_i];$

$C_{fin,i}(t)$ – вектор входных финансовых потоков процесса $BP_i(t); t \in [t_{oi}, t_{oi} + T_i];$

$C_{fout,i}(t)$ – вектор выходных финансовых потоков $BP_i(t); t \in [t_{oi}, t_{oi} + T_i];$

\bar{t}_i – время подачи команды к инициализации $BP_i(t); t \in [t_{oi}, t_{oi} + T_i];$

$P_{f,i}(t)$ – вектор выпущенных (произведенных) продуктов (изделий, товаров, услуг и т.д.) процесса $BP_i(t); t \in [t_{oi}, t_{oi} + T_i];$

$Str: BP = \{BP_i(t)\} \rightarrow BP_s = \{BP_{s,j}(t)\}, j = 1, 2, \dots, D;$ – оператор получения структуры из процессов множества BP ;

\widehat{BP}_s – это множество структурированных процессов из BP_s ;

\widehat{BP}_s – это множество процессов \widehat{BP}_s , в которых объединяются и согласуются факторы всех процессов BP_s ;

$O_{BP} = \{Str, C_{oin}, C_{oout}\}$ – множество операторов Str , C_{oin} и C_{oout} ;

$C_{BP} = \langle BP, O_{BP} \rangle$ – конструктор бизнес-процессов;

\wedge_{BP} , $BP_k = BP_i \wedge_{BP} BP_j$ - операция последовательного сцепления бизнес-процессов;

\vee_{BP} , $BP_k = BP_i \vee_{BP} BP_j$ - операция параллельного соединения бизнес-процессов;

$F_{in,j}(t) = R_{ij}(t) \times C_{in,j}(t) \times L_j$, $F_{out,j}(t) = P_{ij}(t) \times C_{out,j}(t) \times \bar{L}_j$, $F_{w,j}(t) = W_{f,j}(t)$ - входные, выходные и внутренние характеристики бизнес-процессов из множества BP ;

Q_1, Q_2, \dots, Q_M - показатели соответствующих критериев эффективности;

$\widehat{BP}_{si}(t) \succ_E \widehat{BP}_{sj}(t)$ - оператор предпочтения бизнес-процессов;

$(\widehat{BP}_{si}(t) \sim_E \widehat{BP}_{sj}(t)) \Leftrightarrow (\widehat{BP}_{si}(t) \succ_E \widehat{BP}_{sj}(t)) \wedge (\widehat{BP}_{sj}(t) \succ_E \widehat{BP}_{si}(t))$ - отношение эквивалентности бизнес-процессов;

$\widehat{BP}_s^*(t)$ - наилучший бизнес-процесс (конструкция) или наилучший портфель из бизнес-процессов множества BP ;

$\langle \widehat{BP}, \bar{\pi} \rangle \xrightarrow{\varphi_R} \bar{R}(t)$, φ_R - оператор оценивания рисков;

$U(BP) \equiv Q_{f_u}(BP) = \int_{-\infty}^{+\infty} \dots \int_{-\infty}^{+\infty} f_u(\bar{Q}) f(\bar{Q}) d(\bar{Q})$ - показатель общей полезности;

\bar{S}_{ens} - показатели чувствительности бизнес-процессов;

$F^\Delta(t)$ - область допустимых значений характеристик бизнес-процессов в момент времени t ;

$y(x)$ - функция выходной (зависимой) переменной (характеристики бизнес-процесса) y от вектора входных (независимых) переменных (характеристик бизнес-процесса) $x^T = (x_1, \dots, x_p) \in X \subset R^p$;

$\eta(x, \theta) = \sum_{i=1}^k \theta_i f_i = \theta^T f(x)$ - уравнение регрессии (регрессионная модель, функция отклика);

$f^T(x) = (f_1(x), \dots, f_k(x))$ - базисный вектор регрессии (вектор непрерывных на области x функций);

$\theta^T = (\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_k)$ - вектор неизвестных параметров (коэффициентов) модели;

$\varepsilon(x)$ - ошибка наблюдений за переменной $y(x)$,
 $y(x) = \eta(x, \theta) + \varepsilon(x)$; $E(\varepsilon(x)) = 0$; $E(\varepsilon^2(x)) = \sigma^2 > 0$;

E - символ математического ожидания;

$\xi = \begin{Bmatrix} x_1, x_2, \dots, x_m \\ n_1, n_2, \dots, n_m \end{Bmatrix}$ - план экспериментов (стратегия наблюдения за

ЭС, стратегия съема данных с ЭС);

$AUE(FS)$ - равновзвешенный (параллельный) алгоритм экспериментирования;

$AWE(FS)$ - алгоритм взвешенного экспериментирования;

$\theta_i \pm t \left(v_i, 1 - \frac{\alpha_i}{2} \right) \sqrt{(F^T D_2^{-1} F)_{ii}^{-1}}$, $i = 1, 2, \dots, k$, - доверительные интервалы

оценок параметров θ ;

$\eta(x, \theta) \pm t \left(v, 1 - \frac{\alpha}{2} \right) \sqrt{f^T(x) D(\theta) f(x)}$ - α -доверительный интервал оценки

регрессии $\eta(x, \theta) = \xi(x) = \theta^T f(x)$;

$Y_{\xi(i)}$ - набор данных $\begin{Bmatrix} Y_{(i)}^0 \\ \xi_{(i)}^0 \end{Bmatrix}$, полученных к i -тому шагу

экспериментирования включительно;

$\Delta I_{(i)} = (I_{(i)} - I_{(i-1)}) > 0 \Leftrightarrow \Delta \Phi_{(i)} = \Phi(\xi_{(i)}^0, Y_{(i)}^0) - \Phi(\xi_{(i-1)}^0, Y_{(i-1)}^0) < 0$ - (положительное

приращение количества информации на i -ом шаге экспериментирования);

$Y_{\xi(i)1} \succ_{I, \Phi, \Phi^*} Y_{\xi(i)2}$ - набор данных $Y_{\xi(i)1}$ более информативный, чем набор

данных $Y_{\xi(i)2}$ относительно критерия $\Phi(\cdot)$ и для желаемого

значения Φ^* ;

$\{Y_{\xi_0}, M(\xi)\}$ - информационное множество;

$Pr, Pr \in \Pi$, - проект из множества проектов Π ;

$\mathcal{T} = \{t_0, t_1, \dots, t_m\}$ - множество моментов времени финансовой активности проекта $Pr, Pr \in \Pi$;

$S = \{S(t_0), S(t_1), \dots, S(t_m)\}$ - входной (входящий) финансовый поток проекта $Pr, Pr \in \Pi$;

$\mathcal{P} = \{P(t_0), P(t_1), \dots, P(t_m)\}$ - выходной (исходящий) финансовый поток проекта $Pr, Pr \in \Pi$;

$Pr = \langle \mathcal{T}, S, \mathcal{P} \rangle$ - проект $Pr, Pr \in \Pi$;

$E_{\Pi} [Pr]$ - оператор оценивания эффективности проекта $Pr, Pr \in \Pi$;

$E_{\Pi} [Pr] = \bar{Q} = (Q_1, Q_2, \dots, Q_M)^T$ - вектор эффективности проекта $Pr, Pr \in \Pi$;

$E_{\Pi} [\hat{Pr}] = \bar{Q} = (Q_1, Q_2, \dots, Q_M)^T$ - вектор эффективности проекта-конструкции $\hat{Pr}, \hat{Pr} \in \Pi_c$;

$Pr_p \succ_E Pr_q$ - отношение предпочтения двух проектов Pr_p и Pr_q , где символ «E» в записи \succ_E обозначает критерий, согласно которому определяется предпочтение между проектами;

$NFV(Pr)$ - значение критерия NFV на момент окончания реализации проекта $Pr, Pr \in \Pi$;

$NFV(\hat{Pr})$ - значение критерия NFV на момент окончания реализации проекта-конструкции $\hat{Pr}, \hat{Pr} \in \Pi_c$;

$NFV_{(l)}(Pr)$ - значение критерия $NFV_{(l)}$ (Net Future Value with loan) на момент окончания реализации проекта $Pr, Pr \in \Pi$.

ВВЕДЕНИЕ

Настоящая монография посвящена изложению результатов исследования, которые распространяют ранее полученные результаты на модели бизнес-процессов.

С одной стороны, правильным будет назвать проблему управления бизнес-процессами задачей принятия решений при многих критериях предпочтения в условиях вероятностной неопределённости и, соответственно этому, вырабатывать адекватные модели и методы решения данной задачи (см. [7]). С другой стороны, в современной научной среде твёрдо себя зарекомендовал и устоялся термин – портфельный анализ бизнес-процессов, в рамках которого происходит исследование различных аспектов портфеля: диверсификации портфеля, динамического управления портфелем [5, 6], рисков портфеля [8].

Как отмечает в своей книге проф. Шеер А.-В. (см. [1], а также [3, 4]), «Для создания моделей бизнес-процессов существует множество причин, например:

- оптимизация организационных изменений (побочный продукт BPR);
- хранение корпоративных знаний, в том числе в виде моделей-прототипов;
- создание и постоянный контроль технологической документации для получения сертификата ISO-9000;
- исчисление стоимости бизнес-процессов;

- эффективное использование информации о процессах для реализации стандартных программных решений или систем workflow и адаптации их к конкретным нуждам».

А среди проблем, которые можно решать, опираясь на методы оптимизации бизнес-процессов, он выделяет следующие:

- изменение структуры процесса путем введения одновременно выполняемых задач, что позволяет устранить лишние циклы и сделать структуру более рациональной;
- изменение структуры организационной отчетности и повышение квалификации сотрудников путем комплексного совершенствования процесса;
- сокращение объема документации, рационализация и ускорение документооборота и потока данных;
- рассмотрение возможных мер по привлечению внешних ресурсов (т.е. по передаче функции создания выхода внешнему исполнителю);
- внедрение новых производственных и ИТ-ресурсов для улучшения функций обработки.

В данной монографии основной целью является исследование портфеля бизнес-процессов: построение математической модели бизнес-процессов, расчёт показателей эффективности и рисков портфеля бизнес-процессов или отдельного бизнес-процесса, разработка методов нахождения эффективного портфеля бизнес-процессов и разработка соответствующего алгоритмического обеспечения. Объектом исследования являются методы синтеза эффективного

портфеля бизнес-процессов. В качестве аппарата для проведения такого исследования в монографии используются элементы теории вероятностей и математической статистики, теории риска, статистического моделирования, методы исследования операций, методы оценивания эффективности бизнес-процессов, методы нахождения оптимального портфеля бизнес-процессов, методы факторного анализа и управления бизнес-процессами, модели и методы экспериментальной экономики, методы экспериментального исследования экономических систем.

В монографии введено в рассмотрение новое понятие «конструктора бизнес-процессов», позволяющее получать бизнес-процессы-конструкции и на их основе находить эффективный портфель бизнес-процессов. Предложены способы нахождения эффективного портфеля бизнес-процессов на основе: отношения предпочтения; метода главного критерия; метода свёртки; методов, использующих решающие правила и функции расстояния. Рассмотрены подходы к решению задачи оценивания рисков портфеля бизнес-процессов. Предложены алгоритмы нахождения наилучшего бизнес-процесса-конструкции. Представленные в монографии алгоритмы нахождения эффективных портфелей бизнес-процессов, оценивания риска портфелей бизнес-процессов, факторного анализа и подходы к управлению бизнес-процессами представляют как теоретическое, так и практическое значение для задач портфельного анализа вообще и могут быть использованы при создании специализированного программного

обеспечения, предназначенного для управления портфелем бизнес-процессов.

В монографии показано, как при помощи модели портфеля бизнес-процессов может быть найден эффективный портфель бизнес-процессов, синтезированный на множестве бизнес-процессов произвольной природы. Предложен достаточно общий способ записи внутренней структуры произвольного бизнес-процесса. Рассмотрены методы факторного анализа бизнес-процессов и исследования их на чувствительность, маневренность и устойчивость.

Авторы надеются, что монография будет интересна всем тем, кто, так или иначе, связан с решением проблем управления производственными и инвестиционными портфелями, а также управления проектами. Авторы готовы поделиться с читателями своими знаниями и опытом решения таких проблем, а также готовы к проведению совместных научных исследований и проведению работ, связанных с использованием результатов этих исследований при решении реальных задач.

Монография состоит из введения, восьми глав, списка использованных источников и приложений. Разделы 1-5 и приложения написаны А.А. Наумовым, а 6-8 - совместно А.А. Наумовым и С.А. Бахом.

Авторы будут признательны и благодарны читателям за любые замечания и предложения, связанные с содержанием книги. Адреса электронной почты авторов можно найти на последних страницах книги. Спасибо Вам за интерес к этой книге! Авторы желают Вам, дорогие читатели, успехов во всех Ваших делах!