

Масаев Сергей Николаевич

**МЕТОДИКА КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ
УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ
В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМАХ
С ПРИМЕНЕНИЕМ КОРРЕЛЯЦИОННОЙ АДАПТОМЕТРИИ**

Специальность 05.13.06 – Автоматизация и управление
технологическими процессами и производствами (промышленность)

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Красноярск – 2011

Выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Сибирский государственный технологический университет», г. Красноярск.

Научный руководитель: кандидат технических наук, доцент
Доррер Михаил Георгиевич

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор
Ковалев Игорь Владимирович

доктор физико-математических наук,
профессор
Смирнова Елена Валентиновна

Ведущая организация: ГОУ ВПО «Восточно-Сибирский
государственный технический
университет», г. Улан-Удэ.

Защита состоится 25 марта 2011 г. в 16:00 часов на заседании диссертационного совета ДМ 212.099.05 при ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет» по адресу: 660074, г. Красноярск, ул. Киренского, 26, ауд. УЛК 115.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет»

Автореферат разослан 12 февраля 2011 года

Ученый секретарь
диссертационного совета



О.В. Непомнящий

Актуальность работы

В России главной проблемой является то, что после перехода экономики предприятий в 1991 году с планового централизованного управления (межотраслевого баланса) на самостоятельную хозяйственную деятельность не выполнили формализацию задач управления самостоятельного предприятия (производственной системы). В диссертационном исследовании производственной системой именуется технологические и функционально-обеспечивающие процессы предприятия. На сегодняшний день предложены достаточно современные обоснованные методы автоматизации и управления для технологических процессов, однако для унифицированной комплексной поддержки автоматизированного управления и оценки эффективности процессов управления в технологических, функционально-обеспечивающих процессах предприятия решение так и не найдено.

В условиях нестабильной внешней среды значительно вырастают требования к эффективности систем управления производственными системами. Решение этих задач возможно только с использованием современных методов моделирования и управления производственными системами путем всестороннего анализа сценариев их функционирования и развития.

Разработками моделей управления занимались: В.В. Леонтьев, В.С. Немчинов, Л.В. Канторович, Р. Беллман, К.А. Багриновский, А.Г. Гранберг, А.Г. Аганбегян, В.Л. Макаров, Ю.П. Иванилов, В.Ф. Кротов, Э. Деминг, Т.К. Сиразетдинов, П.К. Семенов, Ю.П. Шургина, С.К. Джаксыбаева, И.С. Иваненко, В.В. Родионов, А.А. Афанасьев и другие.

Исследование работ последних лет показало осознание руководством предприятий важности современных методов управления, а также информационных технологий как средства автоматизации и улучшения управляемости производственных систем, повышения прозрачности их деятельности и снижения производственных издержек. Актуальность исследования заключается в том, что для управления производством нужны гибкие механизмы планирования и анализа производственной деятельности, а также средства оптимизации и автоматизации управленческих решений.

При автоматизации и управлении технологическими процессами и производствами, аналитики сталкиваются с проблемами нелинейности математических моделей. К таким объектам применяют различные методы для определения линейных зависимостей, которые соответствует физической картине объекта с достаточной точностью.

Одним из оригинальных подходов, позволяющих решать указанные проблемы, и, в том числе, строить интегральную оценку динамики производственных систем и степени их адаптации к условиям изменяющейся

внешних воздействий, является метод корреляционной адаптометрии^{1,2}, предложенный А.Н. Горбанем и Е.В. Смирновой в 1985 году.

В настоящей работе показано, что метод корреляционной адаптометрии (с учетом специфики производственных систем) является полезным инструментом анализа эффективности управления производственными системами и оценки их состояния в условиях нестабильных внешних воздействий. При этом оценки состояния системы реализуются путем анализа корреляционных, ковариационных матриц и дисперсий, вычисленных по значениям фазовых переменных системы за периоды, предшествующие моментам принятия управленческих решений.

Таким образом актуальность разработки единых показателей (интегральных показателей) характеризующих состояние организационно-технологических систем производства, выработка новых методов анализа и оценки эффективности управления производством, а также разработка интегрируемых средств не вызывает сомнений.

Отличие интегральных показателей от других аналогичных показателей в том, что они рассчитываются на основе фазовых переменных: обслуживание основных средств, реализация товаров, сдача в аренду, строительство дома №1 и др. (наименование фазовых переменных для изучаемой производственной системы в диссертационном приложении 4), которые характеризуются бухгалтерскими проводками и имеющие денежное выражение и однозначно достоверно характеризуют все этапы выполняемых технологических и функционально-обеспечивающих процессов производства.

Результатом решения данной задачи является, в первую очередь, оценка состояния производственной системы и оптимальное распределение ресурсов и, как следствие, выход на более эффективный уровень управления отдельным предприятием.

Актуальность работы подтверждается включением ее в программу Российского фонда фундаментальных исследований «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009 – 2013 годы» (государственный контракт 02.740.11.5086). [<http://www.fcpk.ru/>]

Объект диссертационного исследования

Управление производственной системой и ее автоматизация.

Предмет исследований

Нелинейные, оптимальные и адаптивные алгоритмы автоматизации интеллектуальной поддержки процессов управления.

¹ Седов К.Р., Горбань А.Н., Петушкова Е.В., Манчук В.Т., Шаламова Е.Н. Корреляционная адаптометрия как метод диспансеризации населения// Вестник АМН СССР. - 1988. - No.10. - С.69-75.

² A. N. Gorban, E. V. Smirnova, T. A. Tyukina, *Correlations, Risk and Crisis: from Physiology to Finance*, *Physica A*, Vol. 389, Issue 16, 2010, 3193-3217

Цель диссертационного исследования

Разработка интегральных показателей, алгоритмов на основе метода корреляционной адаптометрии для повышения эффективности процессов управления производственной системой.

Задачи работы

1. Разработать метод интегральных показателей на основе метода корреляционной адаптометрии для поддержки и автоматизации процессов управления производственной системы, используя анализ корреляционных, ковариационных матриц и дисперсий, вычисляемых по значениям фазовых координат за периоды, предшествующие моментам принятия решений.

2. Разработать вычислительные алгоритмы и комплекс прикладных программ для интеллектуальной поддержки и численного моделирования процесса поведения производственной системы в условиях кризиса и оценки эффективности управленческих решений.

3. Осуществить внедрение методов и программ в процесс управления на предприятиях.

Область исследования

Изучение основ и методов математического моделирования организационно-технологических систем и комплексов, функциональных задач и объектов управления и их алгоритмизация.

Методы исследования

Методы математического моделирования, метод корреляционной адаптометрии, статистическая обработка данных, методы линеаризации, векторный анализ, метод вычислительного эксперимента, теория автоматизированного управления, а также для проведения эксперимента.

Новые научные результаты работы

1. Впервые для идентификации производственной системы применен модернизированный метод корреляционной адаптометрии позволяющий перейти к более точному, чем в других методах, анализу факторов и взаимосвязей однопродуктовых, а в особенности, многопродуктовых моделей производства.

2. Разработаны интегральные показатели для частного случая нестационарной динамической нелинейной системы, позволяющие повысить точность оценки состояния производственной системы в заданные моменты времени для формулирования требований к состоянию системы в будущем.

3. Разработан алгоритм системы поддержки процесса управления производственной системой, основанный на оптимальном распределении финансовых ресурсов по методу Беллмана, где функция распределения ресурсов задана интегральными показателями.

На защиту выносятся

1. Интегральные показатели оценки состояния производственной системы и их основные формы.
2. Алгоритм формирования управленческих решений в сложной многопродуктовой производственной системе, функционирующий на основе анализа динамики интегральных показателей рассчитанных по фазовым переменным системы.
3. Комплекс программ для автоматизации, выработки и оценки управленческих решений.

Практическая ценность

Предложенные алгоритмы позволяют: повысить объективность анализа однопродуктовых и многопродуктовых производственных систем и получать единую унифицированную числовую оценку состояния системы и качества управленческого решения в производственной системе, ее организационно-технологических подсистем на основе интегральных показателей; прогнозировать будущее состояние производственной системы с учетом внешних воздействий.

Использование предложенных алгоритмов позволило в среднем, по изучаемым производственным системам, сократить время и стоимость процесса управления.

Получена экономия денежных средств (эффективность управленческого решения) по изучаемым производственным системам от первоначального управленческого решения.

Достоверность полученных результатов подтверждается:

Большим объемом проанализированных экспериментальных данных: автором изучена работа тринадцати производственных систем (тринадцать предприятий), создана и внедрена учетная система распределения ресурсов, позволяющая собирать и анализировать интегральные показатели. Полученные результаты сравнивались с фактическими показателями деятельности производственных систем и показали достоверность предложенной методики.

Личный вклад автора

Поставлена проблема создания интегральных показателей для оценки состояния производственной системы и эффективности управленческого решения. Все результаты диссертации получены лично автором. Разработка интегральных показателей, программного обеспечения, внедрение разработанного алгоритма в деятельность предприятий, сбор, анализ, обработка и анализ полученных результатов. В публикациях, выполненных в соавторстве, автору принадлежит постановка задачи, описание экспериментальных и практических данных.

Реализация результатов работы

Результаты работы использовались в рамках учебного процесса Сибирского государственного технологического университета и Сибирского федерального университета, при преподавании курсов «Реинжиниринг бизнес-процессов», «Корпоративные информационные системы», «Технология разработки программного обеспечения». Внедрение результатов работы подтверждается соответствующими актами и документами.

Полностью разработан и внедрен алгоритм подсистемы сбора, обработки и оценки параметров деятельности в разрезе функций основных процессов производственной системы девелоперского холдинга (ОАО «СМ. сити» г. Красноярск), включающего десять предприятий (производственных систем). Также разработанный алгоритм внедрен в различные отрасли промышленности: предприятие лесной отрасли ООО Фирма «Мастер», в предприятие малого и среднего строительства ОАО «ДСК», и в предприятие занимающееся оценкой различных активов ООО «Центр экспертизы и оценки».

Внедрение результатов работы подтверждается соответствующими актами, приказами и документами в приложениях диссертации.

Алгоритмы, предложенные в работе, реализованы в виде 6 зарегистрированных программ для ЭВМ, о чем имеются следующие свидетельства Роспатента о регистрации программ.

Апробация результатов работы

Материалы работы прошли апробацию на восьми научных и практических конференциях и семинарах:

1. Всероссийская научно-техническая Всероссийская научно-техническая конференции. «Перспективные материалы, технологии, конструкции, экономика», г. Красноярск, 2006 (3 доклада).
2. Всероссийская научно-практическая конференция «Проблемы информатизации региона ПИР-2007» СФУ, Красноярск, 2007;
3. Шестая межрегиональная научно практическая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Актуальные проблемы развития потребительского рынка», г. Красноярск, 2008» (5 докладов).
4. Межкафедральный семинар «Концепции и методологии создания современных информационных систем», действующего на кафедре Системотехники СибГТУ, г. Красноярск, 2008, 2009, 2010;
5. XI Международная научно-техническая конференция «Информационно-вычислительные технологии и их приложения» Омский филиал института математики им .С.Л. Соболева СО РАН, г. Пенза, 2009.;
6. XII Всероссийский семинар «Моделирование неравновесных систем-09» СО РАН, г. Красноярск, 2009.

7. Всероссийская научно-практическая конференция «Проблемы информатизации региона ПИР-2009» СибГТУ, Красноярск, 2009 (2 доклада).
8. Труды восьмой международной конференции по финансово-актуарной математике и смежным вопросам «VIII ФАМ'2009» Сибирский федеральный университет, Красноярск, 2009.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 23 работы, в том числе 4 публикации в списке изданий, рекомендованном ВАК для публикации результатов диссертаций.

Структура и объем работы

Диссертация состоит 214 страниц из 4 разделов, содержит основной текст на 150 страницах, 42 рисунка, 17 таблиц, 19 приложений на 64 страницах, список используемых источников из 140 наименований.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении представлена актуальность работы, ее цель, задачи, научная новизна и практическая значимость.

В первой главе рассмотрены основные методики анализа состояния многомерных производственных систем. Определено, что большинство методов направлено на анализ частных вопросов в производственных системах, а метод корреляционной адаптометрии дает возможность оценить функционирование различных подсистем производственной системы как единого целого.

Во второй главе рассматривается принятая в работе модель системы управления производственной системой (рисунок 1). В этой модели наряду с традиционным контуром управления объектом по отклонению от заданных параметров организован внешний контур управления, осуществляющий анализ функционирования системы и ее адаптацию к изменению внешней среды. При этом функционирование внешнего контура основано на использовании интегральных показателей.

В системе управления помимо объекта управления имеется пять организационно-технологических подсистем: подсистема контроля (управление системой), подсистема оперативного наблюдения (производственный учет), подсистема выработки цели управления (управление верхнего звена), подсистема оперативного управления (управление системой), аналитическая подсистема (управление верхнего звена).

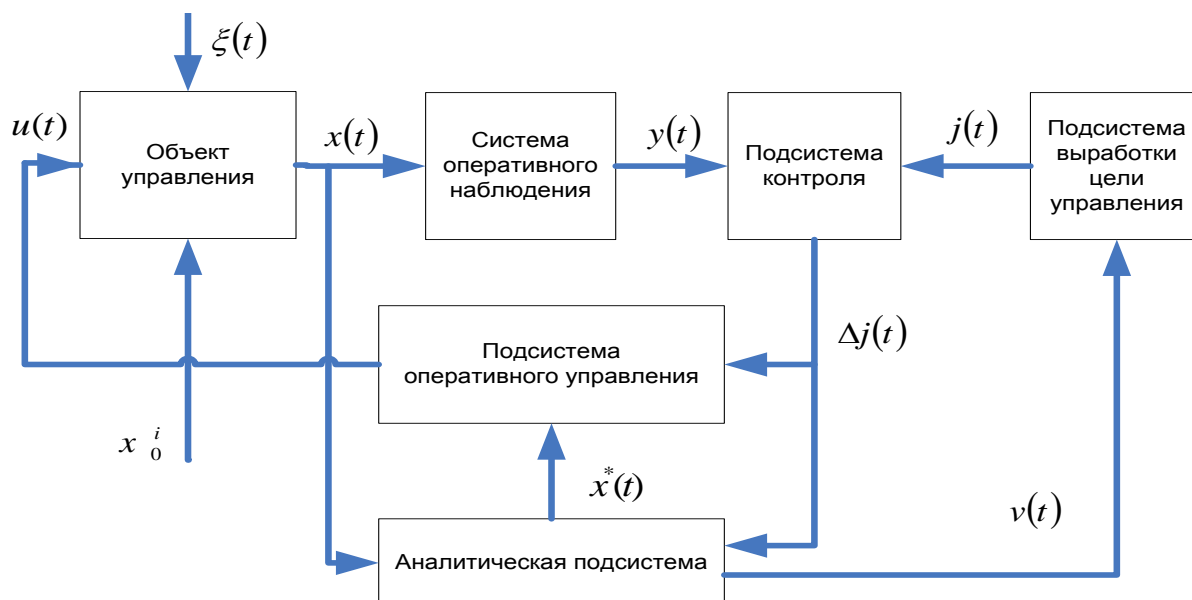


Рисунок 1. Структурная схема системы управления компанией (производственной системой).

Рассматриваемую систему S можно представить в виде

$$S = \{T, X, U, Y, J, V, \varphi, \psi, h, \xi\}, \quad (1)$$

где

$T = \{t/t = 0, 1, 2, \dots\}$ – дискретное множество моментов времени (моменты учета системы);

X – фазовое пространство системы, $x(t) = [x^1(t), x^2(t), \dots, x^n(t)]^T \in X$ – n -вектор фазовых переменных, определяющих состояние системы, а $x^*(t) = [x^{*1}(t), x^{*2}(t), \dots, x^{*n}(t)]^T \in X$ – n -вектор фазовых переменных, определяющих требования к состоянию системы при распределении ресурсов по методу Беллмана;

В качестве фазовых переменных системы $x^n(t)$ выступают проводки по счетам бухгалтерского учета, отождествленные с выполнением определенных функций и имеющие денежное выражение. Пример представления этих функций в систем бухгалтерского учета приведен в таблице 1.

Полный список фазовых переменных ($n=417$) приведен в приложении 1 к диссертации. Полное описание системы S в диссертации на странице 55.

Таблица 1. Фрагмент отчета доходов и расходов ресурсов с привязкой к функциям производственной системы

Проект	Вид деятельности	Статья дохода/Расхода	Подстатья дохода/расхода	Выполняемая функция (фазовые переменные) (x^n)	План $x^{*n}(t)$	Факт $x^n(t)$
Наименование проекта	Капитальные вложения	Проектирование	Проектирование	Проектирование внешних сетей x^1	$x^{*1}(t)$	$x^1(t)$
Текущая деятельность	Финансовая	Использование прибыли	Прибыли и убытки прошлых лет	Инвентаризация x^2	$x^{*2}(t)$	$x^2(t)$
Текущая деятельность	Операционная	Услуги сторонних организаций	Прочие услуги сторонних организаций	Прочие расходы x^3	$x^{*3}(t)$	$x^3(t)$

Математическую модель можно задать линейным векторным уравнением.

$$x(t+1) = A(t)x(t) + B(t)u(t) + \xi(t), \quad (2)$$

Здесь $A(t)$ - $n \times n$ матрица, определяющая внутреннюю структуру системы; $B(t)$ - $n \times m$ матрица, определяющая структуру внешних воздействий; $x(0) = x_0$, $\xi(t)$ - шум, случайные помехи.

Для аналитической оценки используются значения вектора фазовых переменных $x(t)$ за k предыдущих тактов. Параметр k будем называть глубиной анализа (в работе принято $k=6$ месяцев). Получим матрицу

$$X_k(t) = \begin{bmatrix} x^T(t-1) \\ x^T(t-2) \\ \dots \\ x^T(t-k) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x^1(t-1) & x^2(t-1) & \dots & x^n(t-1) \\ x^1(t-2) & x^2(t-2) & \dots & x^n(t-2) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x^1(t-k) & x^2(t-k) & \dots & x^n(t-k) \end{bmatrix}. \quad (3)$$

Производится центрирование и нормирование ее элементов и переменных и обозначим

$$\overset{\circ}{X}_k(t) = \begin{bmatrix} \overset{\circ}{x}^T(t-1) \\ \overset{\circ}{x}^T(t-2) \\ \dots \\ \overset{\circ}{x}^T(t-k) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \overset{\circ}{x}^1(t-1) & \overset{\circ}{x}^2(t-1) & \dots & \overset{\circ}{x}^n(t-1) \\ \overset{\circ}{x}^1(t-2) & \overset{\circ}{x}^2(t-2) & \dots & \overset{\circ}{x}^n(t-2) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \overset{\circ}{x}^1(t-k) & \overset{\circ}{x}^2(t-k) & \dots & \overset{\circ}{x}^n(t-k) \end{bmatrix}. \quad (4)$$

$$\overset{\circ}{X}_k^T(t) = \begin{bmatrix} \overset{\circ}{x}(t-1) & \overset{\circ}{x}(t-2) & \dots & \overset{\circ}{x}(t-k) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \overset{\circ}{x}^1(t-1) & \overset{\circ}{x}^1(t-2) & \dots & \overset{\circ}{x}^1(t-k) \\ \overset{\circ}{x}^2(t-1) & \overset{\circ}{x}^2(t-2) & \dots & \overset{\circ}{x}^2(t-k) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \overset{\circ}{x}^n(t-1) & \overset{\circ}{x}^n(t-2) & \dots & \overset{\circ}{x}^n(t-k) \end{bmatrix}. \quad (5)$$

$$\text{и вычислим } R_k^-(t) = \frac{1}{k-1} \overset{\circ}{X}_k(t) \overset{\circ}{X}_k^T(t) = \|r_{ij}^-(t)\| \quad i, j = 1, \dots, n, \quad (6)$$

$$\text{где } r_{ij}^-(t) = \frac{1}{k-1} \sum_{l=1}^k \overset{\circ}{x}^i(t-l) \overset{\circ}{x}^j(t-l). \quad (7)$$

Величины $r_{ij}^-(t)$ называются коэффициентами корреляции между переменными $x^i(t)$ и $x^j(t)$ в момент времени t , а матрица $R_k^-(t)$ - корреляционной матрицей между фазовыми переменными в момент времени t при глубине анализа k . Также в работе рассчитываются $c_{ij}^-(t)$ - коэффициенты ковариации между переменными $x^i(t)$ и $x^j(t)$ в момент времени t , и матрица $C_k^-(t)$ - ковариационная матрица между фазовыми переменными в момент времени t при глубине анализа k .

Следует учесть, что оценка t - критерия для пары x^i и x^j вычисляется по формуле

$$t = \frac{|r_{ij}^-|}{S_r}, \quad S_r = \frac{1 - \tau_{ij}^2}{\sqrt{k-2}} \quad (8)$$

Эта величина сравнивается с табличным значением критерия Стьюдента t_α для $k-2$ степеней свободы при доверительной вероятности α . В инженерных расчетах обычно берется $\alpha = 0,95$.

Если при анализе системы получена величина $t \geq t_\alpha$, то гипотеза о наличии значимой линейной связи между переменными $x^i(t)$ и $x^j(t)$ не отвергается, при $t < t_\alpha$ эта гипотеза отвергается. Поскольку величина t определяется коэффициентом корреляции и числом k , то для каждого табличного значения t_α существует предельное значение $r_{кр}$. При этом соотношение $|r_{ij}| \geq r_{кр}$ равносильно соотношению $t \geq t_\alpha$, а $|r_{ij}| < r_{кр}$, соответствует $t < t_\alpha$.

С другой стороны, если $|r_{ij}|$ близок к единице, то это говорит о функциональной линейной зависимости переменных $x^i(t)$ и $x^j(t)$.

Исходя из сказанного проводится корректировка массива исходных данных (13) и соответственно матриц $R_k(t)$ и для всех $t \in T$.

Выбираем значения выше (ниже) $r_{кр}(t)$. Для анализа необходимо получить показатели суммарной корреляции для каждой i -й функции $G_i(t)$. (13)

Таким образом, глубина анализа была выбрана минимально возможной для получения результатов анализа, достаточно достоверных для инженерных задач. Аналогично формуле (6) и формуле ковариации рассчитываются коэффициенты корреляции $r_{ij}^+(t)$ и ковариации $c_{ij}^+(t)$ матриц $R_k^+(t)$ и $C_k^+(t)$ на основе прогнозных значений фазовых переменных $x(t)$ за k будущих тактов.

На основе корреляционных матриц (6) строятся корреляционные графы системы, наглядно отображающие взаимосвязи между фазовыми переменными системы (рисунок 3).

Рассматриваем в качестве функции наблюдателя матрицы:

$$v_R^-(x(t-1), x(t-2), \dots, x(t-k)) = R_k^-(t), \quad (9a)$$

$$v_C^-(x(t-1), x(t-2), \dots, x(t-k)) = C_k^-(t), \quad (9б)$$

а в качестве функции прогнозирования матрицы:

$$v_R^+(x(t+1), x(t+2), \dots, x(t+k)) = R_k^+(t), \quad (9в)$$

$$v_C^+(x(t+1), x(t+2), \dots, x(t+k)) = C_k^+(t). \quad (9г)$$

Как показано в работе, предложенные функции наблюдателя и прогнозирования могут служить интегральной оценкой динамики системы, они дают возможность анализировать поведение многомерной системы, отслеживая возникающие тенденции изменения, вызванные управлением (условно оптимальным распределением ресурсов) или внешним воздействием, а также их прогнозировать.

На основе $r_{ij}^-(t)$, для дальнейшего анализа, выделены следующие интегральные показатели корреляционного напряжения за прошлые периоды производственной системы: $G_i^{сумм-общ}(t)$ - сумма абсолютных значений коэффициентов корреляции i -й функции с прочими, $G_i^{сумм-отп}(t)$ - сумма

отрицательных значений коэффициентов корреляции и $G_i^{сумм-пол}(t)$ - сумма положительных значений, $G_i^{разн}(t)$ - сумма значений коэффициентов корреляции, взятых с учетом знаков. Графики изменения интегральных показателей во времени показаны на рисунке 2.

$$G_i^{сумм-общ}(t) = \sum_{j=1}^n |r_{ij}^-(t)| : (|r_{ij}^-(t)| \geq r_{кр}), \quad (10)$$

$$G_i^{сумм-пол}(t) = \sum_{j=1}^n r_{ij}^-(t) : (|r_{ij}^-(t)| \geq r_{кр}) \cap (r_{ij} > 0), \quad (11)$$

$$G_i^{сумм-отр}(t) = \sum_{j=1}^n r_{ij}^-(t) : (|r_{ij}^-(t)| \geq r_{кр}) \cap (r_{ij} < 0), \quad (12)$$

$$G_i^{разн}(t) = G_i^{сумм-пол}(t) + G_i^{сумм-отр}(t), \quad (13)$$

где $r_{кр}$ - критическое значение коэффициента корреляции при данной глубине анализа k . Аналогичные показатели (10)-(13) рассчитываются на основе $r_{ij}^+(t)$.

Все четыре значения $G_i(t)$ рассчитываются на заданном временном интервале T и характеризуют связность каждой функции в корреляционном графе.

Еще одним показателем динамической производственной системы могут служить собственные числа корреляционных матриц $R_k^-(t)$ и $R_k^+(t)$. Матрицы $R_k^-(t)$ и $R_k^+(t)$ берутся как корреляционная матрица $R_k(t)$, где $\lambda_1(t), \dots, \lambda_n(t)$, являются корнями алгебраического общего уравнения

$$\det |R_k(t) - \lambda E| = 0, \quad (14)$$

где E единичная $n \times n$ матрица.

Далее во второй главе на основе модели системы (2) рассмотрена задача оптимального распределения ресурсов между наиболее важными функциями производственной системы. Эти функции были определены на основе предложенных интегральных показателей. В качестве инструмента распределения ресурсов (денег) и принятия решения, оценки управленческого решения использован метод динамического программирования Р. Беллмана. С помощью метода Беллмана определен набор управленческих воздействий, направленный на достижения целей производственной системы.

В третьей главе приведено описание двух производственных систем и показана их идентичная организационная структура. Схема организационной структуры производственной системы представлена функционально ориентированной в виде Functional Tree по стандарту ARIS. Несмотря на то, что объекты разные, они имеют общую управленческую политику и идентичные друг другу организационно-технологические подсистемы.

Данный подход позволяет применять предложенную во второй главе методику расчета интегральных показателей, что ранее не применялось в производственных системах. Это дает возможность, в этих системах, внедрить управление на основе автоматизации процессного подхода.

В главе выделены и описаны организационно-технологические подсистемы производственной системы: система управления персоналом, система информационных технологий, система менеджмента качества, система экономических расчетов, система управления проектами.

Четвертая глава посвящена расчету экспериментальных данных. На конкретном примере показано преимущество метода корреляционной адаптометрии над традиционным анализом хозяйственной деятельности (АХД) производственной системы. АХД является экономическим методом и выбран, в качестве примера, так как характеризует внутреннее состояние производственной системы и помогает фиксировать требования к поведению производственной системы лучше, чем остальные методы. Сравнение методов приведено в диссертации и диссертационном приложении 18. Также каждый метод применялся к изучаемой производственной. Результат применения методов к производственной системе представлен в таблице диссертации (приложение 19).

В качестве иллюстрации приведены результаты анализа выходных параметров производственной системы методом АХД.

Далее в четвертой главе приведен пример новых возможностей, которые дает метод корреляционной адаптометрии для анализа производственной системы, так как традиционный метод анализа хозяйственной деятельности производственного объекта не дает представления о происходящих изменениях внутри системы относительно событий внешней среды. Метод АХД не позволяет также реализовать анализ выходных параметров производственной системы и ее функциональных подсистем в долгосрочной перспективе.

Показано преимущество метода корреляционной адаптометрии, который может применяться в любой производственной системе. Установлено, что если метод корреляционной адаптометрии в биологических системах при недостаточном объеме данных является лишь дополнительным экспресс-методом для анализа, то в случае производственных систем он является самостоятельным аналитическим инструментом. Рассчитаны параметры, корреляционных матриц (рисунок 2), ковариационных матриц, дисперсий, в том числе собственные числа корреляционных матриц, на основе данных из анализа поступлений и расхода ресурса производственной системы.

На рисунке 2 приведены основные важные события, произошедшие в производственной системе: 1. - *Создание рабочей документации*, 2. - *Получение разрешения на строительство*, 3. *Внедрение системы повышения качества*, 4. - *Получение ресурса*, 5. - *Начало работ по проекту*, 6. - *Создание аналогичной производственной системы*.

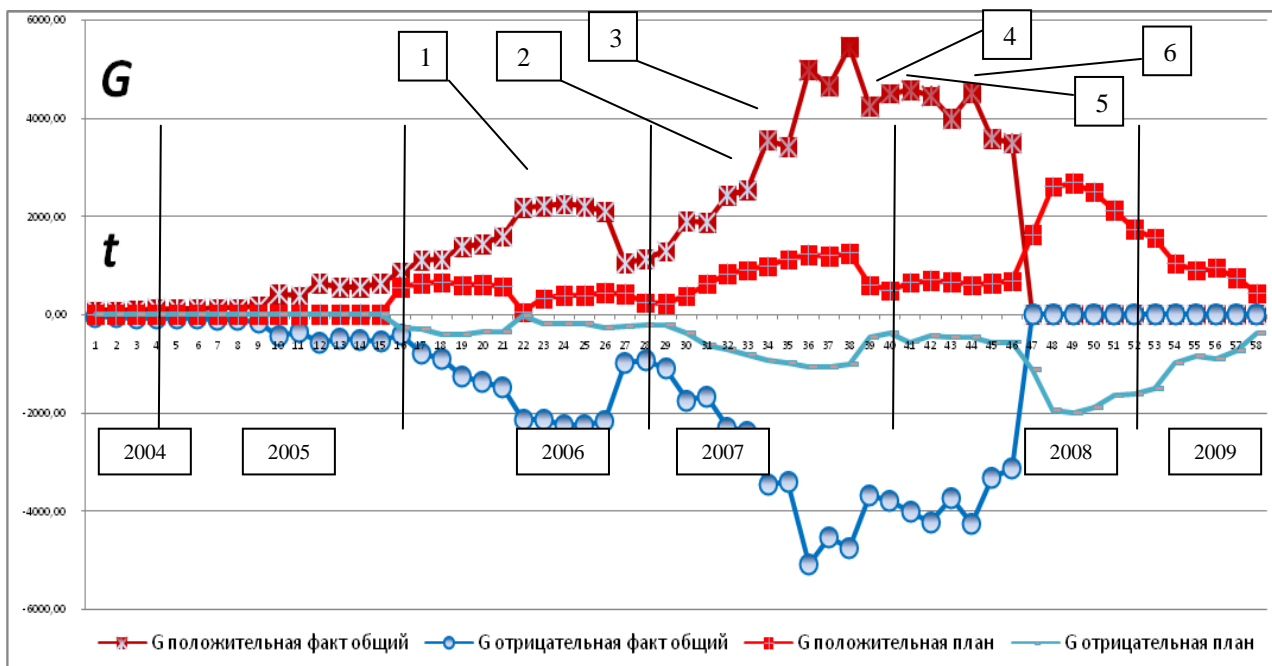


Рисунок 2. График реакции производственной системы на события внешней среды и внутренние работы в виде динамики числовых характеристик корреляционных матриц.

Показатели $G_i^{сумм-пол}(t)$ и $G_i^{сумм-отр}(t)$ имеют симметричную динамику изменения, различаются только знаки (рисунок 2). Если данной симметрии не будет, значит, фазовые переменные (таблица 1) недостоверно описывают исследуемую систему.

Отметим, что наиболее стрессовые ситуации для производственной системы - это ситуации чаще всего связанные при выполнении задач сильно взаимодействующих с внешней средой, чем с выполнением внутренних работ.

Также удалось спрогнозировать основные стрессовые ситуации производственной системы на период с 15 по 37 и кризис августа 2008 года с 46 по 54 периоды функционирования. Подобная динамика интегральных показателей не носит случайный характер, так как была обнаружена в производственной системе другой отрасли (диссертационное приложение 16).

Проведено сравнение кризисных ситуаций для производственной системы, по аналогии биологическими системами по величине интегрального показателя $G_i^{сумм-пол}(t)$ коррелированности, которая будет указана в скобках в четвертом столбце таблицы.

Далее в главе описаны общие закономерности адаптации производственной системы, которые обнаруживаются методом корреляционной адиптометрии. Вычислив собственные числа корреляционной матрицы за каждый период t , получаем также оценку защитной, неспецифической реакции функций производственной системы на изменение условий хозяйственной деятельности. Расчет проводился для показателей $f_1(t)$, $f_3(t)$, $f_4(t)$ и $f_6(t)$ описанных в диссертации на странице 61.

Таблица 2. Общие закономерности в биологических и производственных системах.

ФИО автора	Описание закономерностей в биологических системах	Наличие эффектов в системе	
		Биологический	Производственной (период, $G_i^{сумм-пол}(t)$)
Г. Селье	Наличие специфической (воздействие лимитирующего фактора) и неспецифической (воздействие многих факторов) реакции.	Да	С 16 по 28 периоды специфическая реакция. (Напряжение с 849 до 1 123). В 32 и 44 неспецифическая реакция (от 2 428 до 4 509).
Г. Селье	Три реакции: Тревоги; Резистентности; Истощения;	Да	Три реакции: Тревоги в 28-38 (800 – 1 100); Резистентности 19 (2 180 – 5 449); Истощения 38 (5 449).
А.И. Воложин	Выделил 2 реакции: Адаптивные (изменение структуры) Компенсаторные (изменения без изменения структуры)	Да	Адаптивные 45 (3 579) Компенсаторные с 40 по 42 (4 400 – 4 500).
А.П. Авцын	Ввел понятие «Плата за адаптированность» - это энергозатраты, функциональная перестройка и даже деструкция звеньев некоторых систем, нарушение обмена веществ, изменение поведения и т.п. (патологическое состояние)	Да	Деструкция происходит в 17 и 38 периодах. В проектной системе которая зависит от внешней среды патология началась с 27 периода и достигла кульминации в 38 периоде и произошла перестройка функций, т.е. наблюдается патологическое состояние. Компания получила кредит 2,4 млрд.р. Это есть плата за перестройку.
Г.М. Данишевский	3 стадии: Адаптивного напряжения; Стабилизации функций; Адаптированность.	Да	Адаптивное напряжение с 17 по 38 (1 111 – 5 449); Стабилизации функций с 39 по 43 (4 238 – 3 980); Адаптированность с 44 по 46 (4 509 – 3 483).
С.Н. Масаев,	Возможность прогнозирования кризиса.	Нет	Да. С 28 периода по 54. Качество прогноза высокое. Спрогнозированы все стадии.
С.Н. Масаев,	Выделить уровень здоровья	Нет	Для нашей производственной системы это 2 000.

Установлена взаимосвязь функций, задействованных в деятельности производственной системы (рисунок 3). Всего используется 417 функций для анализа производственной системы.

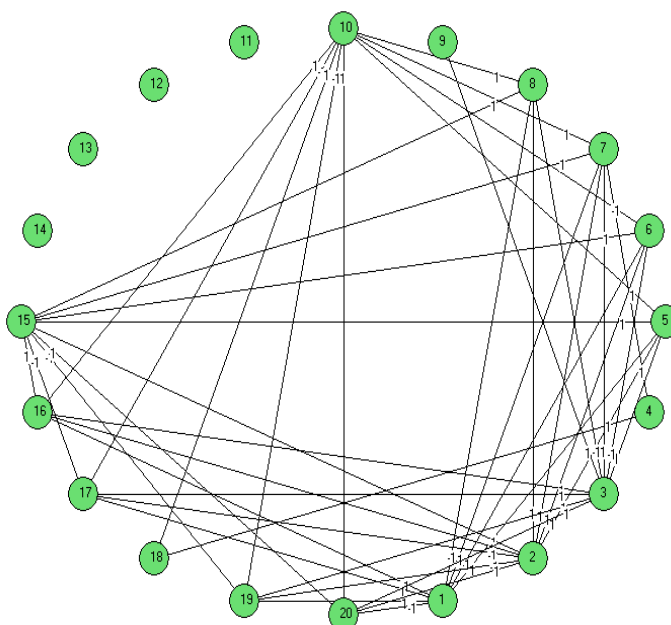


Рисунок 3. Корреляционный граф доходов, расходов производственной системы (включены только значимые связи). $G_{i=20}^{разн}(t=38)$

Таблица 3. Расшифровка корреляционного графа $G_{i=20}^{разн}(t=38)$ (включая расходы).

№ функции коре-онного графа	Доход/Расход	Вид деятельности	Статья дохода/Расхода	Подстатья дохода/расхода	Выполняемая функция
1	Доход	Инвестиционная	Поступления и расходы от выбытия иных активов	Доходы и расходы, связанные с выбытием иных активов	Прочие доходы
2	Доход	Инвестиционная	Поступления и расходы от выбытия ОС	Доходы и расходы, связанные с реализацией ОС	Прочие доходы
3	Доход	Операционная	Налоги и сборы	Прочие налоги и сборы	Выплата налогов
4	Доход	Операционная	Прочие доходы	Прочие доходы	Прочие доходы
5	Доход	Операционная	Реализация работ, услуг	Агентское вознаграждение	Агентское вознаграждение
6	Доход	Операционная	Реализация работ, услуг	Реализация пропусков	Пропуски на территорию
7	Доход	Операционная	Реализация работ, услуг	Реализация прочих услуг	Прочие доходы
8	Доход	Операционная	Реализация работ, услуг	Сдача в аренду имущества	Сдача в аренду
9	Доход	Операционная	Реализация работ, услуг	Энергоресурсы и коммунальные платежи	Возмещение расходов
10	Доход	Операционная	Реализация товаров	Реализация товаров	Реализация товаров
11	Доход	Финансовая	Использование прибыли	Результаты инвентаризации	Прочие доходы
12	Доход	Финансовая	Курсовые разницы	Курсовые разницы	Прочие доходы
13	Доход	Финансовая	Нарушение условий договоров	Штрафы, пени, неустойки за нарушение условий договоров	Прочие доходы
14	Доход	Финансовая	Проценты по кредитам, займам, депозитам, векселям	Проценты к получению и уплате	Проценты к получению и уплате
15	Доход	Финансовая	РКО и прочие услуги банков	РКО и прочие услуги банков	Услуги банка
16	Доход	Финансовая	Штрафы, пени	Штрафы, пени, неустойки	прочие доходы

В работе проведено распределение ресурсов по целям и задачам производственной системы на основе метода Р. Беллмана в разрезе систем и сформированного по числовым характеристикам суммарного корреляционного рейтинга, который является алгоритмом управления производственной системой. Формы отчетов (таблица 4, рисунок 4 и рисунок 5).

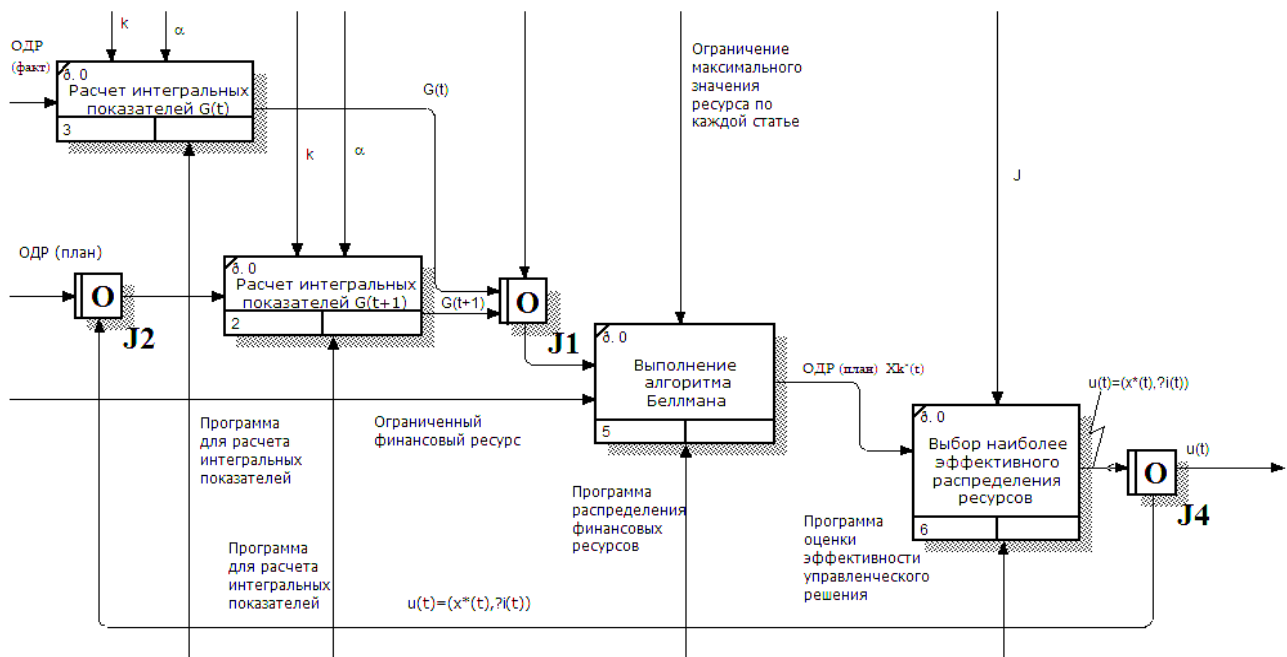


Рисунок 4. Алгоритм процесса управления и оценки эффективности управленческого решения (стандарт IDEF3).

Таблица 4. Распределение денежных ресурсов

		ЦЕЛЬ					ИТОГО:
		Увеличение собственного капитала (активов) на 30 %					
		1. Конкурентная стратегия	2. Стратегия развития или изменения ранка или продукта	3. Стратегия роста	4. Стратегия НИОКР	5. Стратегия производства и его развития	
		Снятие сливок	Новые продукты и рынки	Горизонтальная интеграция	Закупка новых технологий	Рационализация системы ресурсного обеспечения	
Проект	Организационно-технологические подсистемы	Влияние функциональных систем на выполнение цели холдинга					
Х	Мотивация персонала	146 328р.	24 388р.		78 042р.	341 432р.	590 190р.
	Информационных технологий	189 536р.	13 538р.	270 765р.	67 691р.	81 230р.	622 760р.
	СМК (TQM)	378 140р.	113 442р.	378 140р.		756 279р.	1 626 000р.
	Экономических расчетов		166 367р.	1 164 566р.		1 996 398р.	3 327 330р.
	Производства		246 647р.	493 295р.	147 988р.	2 959 769р.	3 847 700р.
Итого		714 003р.	564 382р.	2 306 765р.	293 721р.	6 135 108р.	10 013 980р.

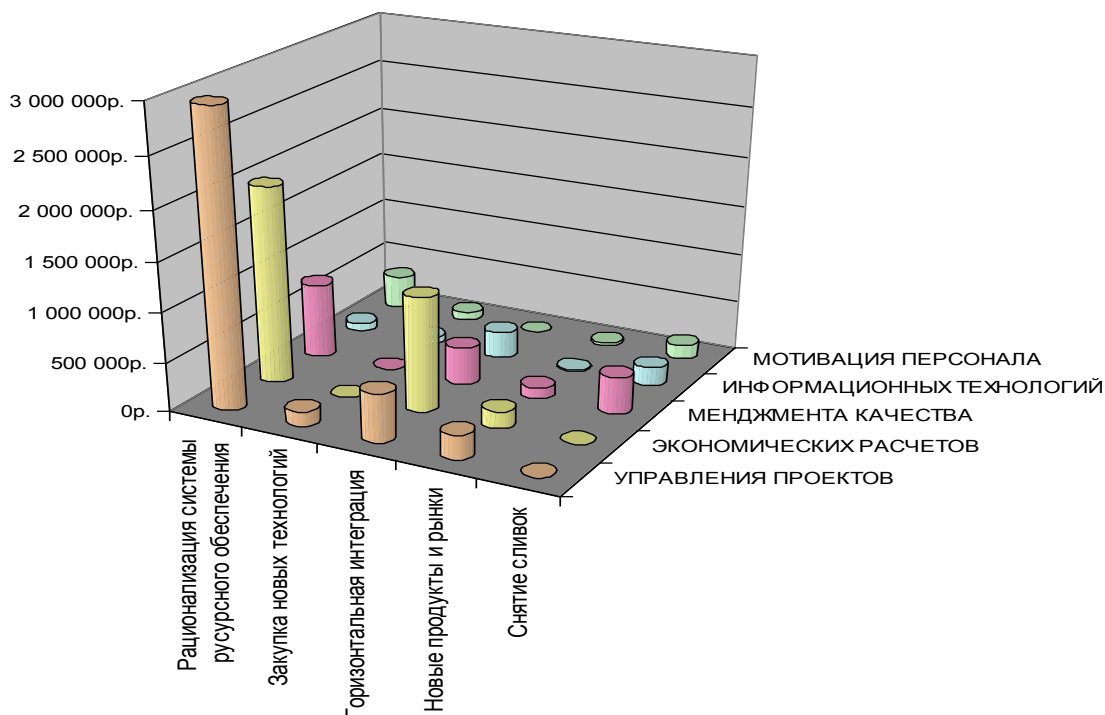


Рисунок 5. Распределение ресурсов по организационно-технологическим подсистемам и целям производственной системы.

В заключении представлены обобщенные результаты исследования и расчетов.

В приложениях представлены акты об использовании результатов в компаниях города Красноярска, формы отчетов, таблица с функциями (описывающих производственную систему), примеры программ.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

В диссертационном исследовании на примере, вычислительного алгоритма оценки состояния производственных систем, рассматриваются особенности разработанных интегральных показателей.

Расчетами установлено, что при резком изменении внешних воздействий (например, при начале выполнения нового проекта, переходе на выпуск новой продукции, создание новой производственной системы) происходят существенные изменения интегральных показателей производственной системы, аналогичные реакциям установленные методом корреляционной адаптометрии.

1. Впервые применен модернизированный метод корреляционной адаптометрии для идентификации производственной системы, который позволил перейти к более точному, чем в других методах, анализу факторов и взаимосвязей однопродуктовых, а в особенности, многопродуктовых моделей производства.

2. Разработаны интегральные показатели для частного случая нестационарной динамической нелинейной системы, позволяющие с более высокой точностью получить состояния производственной системы в различные моменты времени для формулирования требований к поведению системы в будущие моменты времени. Что позволило в среднем, по изучаемым производственным системам, сократить время и стоимость процесса управления на 9% и 17% соответственно.

3. Разработан алгоритм системы поддержки процесса управления производственной системой, основанный на оптимальном распределении финансовых ресурсов по методу Беллмана, где функция распределения ресурсов задана интегральными показателями. Получена экономия денежных средств (эффективность управленческого решения) по изучаемым производственным системам в среднем 9% от первоначального управленческого решения.

Поставленная цель и задачи были успешно решены:

1. Разработан метод интегральных показателей на основе метода корреляционной адаптометрии для интеллектуальной поддержки и автоматизации процессов управления производственной системы используя анализ корреляционных, ковариационных матриц и дисперсий, вычисляемых по значениям фазовых координат за периоды, предшествующие моментам принятия решений.

2. Разработаны вычислительные алгоритмы и комплекс прикладных программ для интеллектуальной поддержки и численного моделирования процесса поведения производственной системы в условиях кризиса и оценки эффективности управленческих решений.

3. Осуществлено внедрение методов и программ в тринадцать предприятий различных отраслей. Одно из предприятий включено в список приоритетных проектов России.

Комплекс прикладных программ поддержки процесса управления и численного моделирования поведения производственной системы в условиях кризиса и оценки эффективности управленческих решений включает:

- программа, обеспечивающая сбор в установленную форму фазовых переменных по технологическим и обеспечивающим подсистемам производственной системы в заданные моменты времени;
- программа для расчета интегральных показателей с заданным доверительным интервалом;
- программа для графического отображения состояния производственной системы (линейной связи между фазовыми переменными, графики) на дисплее монитора рассчитанных интегральных показателей;
- программа, для автоматизированного распределения финансовых ресурсов по заданной форме в заданные моменты времени;
- программа распределения финансовых ресурсов по методу Беллмана, с учетом предложенных интегральных показателей;
- программа оценки эффективности управленческого решения, через сопоставление полученных результатов с выбранными показателями работы производственной системы.

Результаты использования программ показатели, для производственных систем взятые в рамках исследования и эксперимента, что для производственной системы, в которой работает 150 человек, состоящей из 5 технологических-обеспечивающих подсистем и 417 функций, происходит повышение эффективности процессов управления: уменьшение расходов на процесс управления с 5 054,6 рублей в день до 850,8 рублей в день (экономия около 1 млн. рублей в год), возможность графически представлять линейную силу связи между фазовыми переменными производственной системы для удобства управления ей, сокращение времени цикла процесса управления (выработки управленческого решения) с 4 382 минут до 380 минут. С помощью данного комплекса программ можно переходить на уровень выполнения работ отдельными цехами, что позволило сократить сумму вкладываемых ресурсов в новый проект производства, относительно первоначального управленческого решения, с 110,014 млн.р. до 100,0 млн.р. и следовательно эффективность нового управленческого решения составила 10,014 млн.р. (6% от дохода проекта). Также эффективность управленческого решения максимальна, если отклонения фактических интегральных показателей от требуемого состояния нет $G_i^{разн}(t) = G_i^{*разн}(t)$.

В ходе вычислительного эксперимента получены значения интегральных показателей, которые хорошо согласуются с теоретическим материалом и фактической ситуацией в анализируемых производственных системах.

Основные результаты диссертационной работы опубликованы в следующих работах.

Работы, опубликованные в изданиях рекомендуемых ВАК РФ:

1. Масаев С.Н. Company Management System Estimation on the Basis of Adaptive Correlation to the Environment. [Текст] / С.Н. Масаев, М.Г.

Доррер // Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета им. академика Решетнева. – Красноярск, 2010. Вып. 4(30). – С.91 – 94.

2. Масаев С.Н., Доррер М.Г. Оценка системы управления компанией на основе метода адаптационной корреляции к внешней среде. / С.Н. Масаев, М.Г. Доррер // Проблемы управления. №3 за 2010 г. М.: ИПУ РАН, 2010 г. с. 45 – 50.
3. Масаев С.Н. Методика оценки системы управления компанией на основе адаптационной корреляции к внешней среде. [Текст] / С.Н. Масаев, М.Г. Доррер // Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета им. академика Решетнева. – Красноярск, 2009. Вып. 1(22). – С.166-170.
4. Масаев С.Н. Методика оценки эффективности управления / С.Н. Масаев, М.Г. Доррер // Вестник КрасГАУ (Красноярского государственного аграрного университета). - Красноярск, 2007. – Вып. 6. - С.25-34.

Свидетельство РосПатента о регистрации программы для:

5. Масаев С.Н. Программный комплекс оценки эффективности управленческого решения // Свидетельство РосПатента о регистрации программы для ЭВМ № 2008610295.2007
6. Масаев С.Н., Добровольский Д.В. Программный комплекс формирования планового, фактического бюджета доходов и расходов, бюджета движения денежных средств компании в разрезе видов деятельности, статей и функций // Свидетельство РосПатента о регистрации программы для ЭВМ № 2008610296.2007
7. Масаев С.Н., Ланцев Е.А., Шаргаева А.И. Анализ состояния производственной системы (экономической) через расчет ее корреляционной адаптометрии на основе бюджетов доходов и расходов, движения денежных средств // Свидетельство РосПатента о регистрации программы для ЭВМ №2009614635.2009
8. Масаев С.Н., Ланцев Е.А., Шаргаева А.И. Программный комплекс формирования корреляционных графов функций производственной системы (экономической, социальной системы) на основе планового, фактического бюджета доходов и расходов, бюджета движения денежных средств предприятия, в разрезе видов деятельности, статей и функций и корреляционной адаптометрии // Свидетельство РосПатента о регистрации программы для ЭВМ №2009614636.2009
9. Масаев С.Н., Доррер М.Г., Доррер Г.А. Анализ состояния производственной системы (экономической) через расчет ее корреляционной адаптометрии на основе бюджетов доходов и расходов, движения денежных средств // Свидетельство РосПатента о регистрации программы для ЭВМ №2009615871.2009
10. Масаев С.Н., Доррер М.Г., Доррер Г.А. Программный комплекс формирования корреляционных графов функций производственной системы (экономической, социальной системы) на основе планового,

фактического бюджета доходов и расходов, бюджета движения денежных средств предприятия, в разрезе видов деятельности, статей и функций и корреляционной адаптометрии // Свидетельство РосПатента о регистрации программы для ЭВМ №2009615872.2009

Статьи и тезисы докладов:

11. Масаев С.Н. Оптимизация распределения ресурсов по подсистемам предприятия при помощи формулы Беллмана / С.Н. Масаев, М.Г. Доррер // Материалы десятой Всероссийской научно-практической конференции «Проблемы информатизации региона» ПИР-2007» СФУ, – Красноярск, 2007. – С.61-66.
12. Масаев С.Н. Проблемы внедрения системы сбалансированных показателей в России / С.Н. Масаев, В.В. Белозеров // Материалы всероссийской научно-технической конференции. Сборник научных трудов «Перспективные материалы технологии конструкции» экономика. (Красноярск, июнь 2006 г.). – Красноярск, 2006. С.192-193.
13. Масаев С.Н. Методика управленческих решений (Дельта) / С.Н. Масаев, В.В. Белозеров // Материалы всероссийской научно-технической конференции. Сборник научных трудов «Перспективные материалы технологии конструкции» экономика. (Красноярск, июнь 2006 г.). – Красноярск, 2006. С.199-202.
14. Масаев С.Н. Оценка удовлетворенности персонала процессом обучения / С.Н. Масаев, К.О. Баюшкина // Материалы всероссийской научно-технической конференции. Сборник научных трудов «Перспективные материалы технологии конструкции» экономика. (Красноярск, июнь 2006 г.). – Красноярск, 2006. С.52-55.
15. Масаев С.Н. Сущность и факторы экономической устойчивости предприятия на конкурентном рынке / С.Н. Масаев, В.В. Вингерт, П.В. Панфилов // 6 межрегиональная научно практическая конференция студентов аспирантов и молодых ученых «Актуальные проблемы развития потребительского рынка г. Красноярск 2008». – Красноярск, 2008.
16. Масаев С.Н. Информационное обеспечение оценки эффективности маркетинговой деятельности предприятия / С.Н. Масаев, М.Г. Доррер, В.В. Слюсаренко, В.В. Вингерт // 6 межрегиональная научно практическая конференция студентов аспирантов и молодых ученых «Актуальные проблемы развития потребительского рынка г. Красноярск 2008». – Красноярск, 2008.
17. Масаев С.Н. Концепция бережливого производства и ее связь с маркетинговой деятельностью предприятия / С.Н. Масаев, В.В. Вингерт, П.В. Панфилов // 6 межрегиональная научно практическая конференция студентов аспирантов и молодых ученых «Актуальные проблемы развития потребительского рынка г. Красноярск 2008». – Красноярск, 2008.
18. Масаев С.Н. Механизм управления конкурентной средой предприятий сферы торговли / С.Н. Масаев, В.В. Вингерт, П.В. Панфилов // 6

межрегиональная научно практическая конференция студентов аспирантов и молодых ученых «Актуальные проблемы развития потребительского рынка г. Красноярск 2008». – Красноярск, 2008.

19. Масаев С.Н. Аналитическое обеспечение мониторинга системы регулирования отраслевых товарных рынков / С.Н. Масаев, В.В. Вингерт, П.В. Панфилов // 6 межрегиональная научно практическая конференция студентов аспирантов и молодых ученых «Актуальные проблемы развития потребительского рынка г. Красноярск 2008». – Красноярск, 2008.
20. Масаев С.Н. Методика комплексной оценки управленческих решений в производственных системах с применением корреляционной адаптометрии / Масаев С.Н., М.Г. Доррер // I Международная научная конференция «Современные проблемы информатизации в системах моделирования, программирования и телекоммуникациях», Москва 2009 г.
21. Масаев С.Н. Методика комплексной оценки управленческих решений в производственных системах с применением корреляционной адаптометрии / С.Н. Масаев, М.Г. Доррер, В.В. Белозеров // Всероссийская научно-практическая конференция «Проблемы информатизации региона ПИР-2009» СибГТУ, - Красноярск, 2009. С.292-295.
22. Масаев С.Н. Повышение эффективности функционирования проектных организаций посредством проектного управления / С.Н. Масаев М.Г. Доррер, В.В. Белозеров // Всероссийская научно-практическая конференция «Проблемы информатизации региона ПИР-2009» СибГТУ, - Красноярск, 2007. С.103-106.
23. Масаев С.Н. Применение методов корреляционной адаптометрии для управления предприятием / С.Н. Масаев, Г.А. Доррер, М.Г. Доррер // Труды восьмой международной конференции по финансово-актуарной математике и смежным вопросам «VIII ФАМ'2009» СФУ, - Красноярск, 2009. С.105-109.