

I. V. Medynskaya  
Saint Petersburg Electrotechnical University «LETI»

## ECONOMIC ASPECTS OF THE INTERNATIONAL ACTIVITY OF UNIVERSITIES IN MODERN CONDITIONS

*The financial and economic analysis of educational activity of the organizations of higher education is an integral part of the process of management of educational services. Today in the conditions of severe competition and in connection with a wide use of modern methods of research its role has especially increased.*

**Educational services, foreign citizens, economic analysis, management of educational services, integration of higher education, international activity, internationalization, control**

---

УДК 65.011

**И. А. Брусакова, М. А. Косухина, В. И. Фомин**  
Санкт-Петербургский государственный электротехнический  
университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина)

## ВВЕДЕНИЕ В УПРАВЛЕНИЕ АДАПТИВНЫМИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССАМИ НАУКОЕМКОГО ПРОИЗВОДСТВА

*Рассматриваются ключевые особенности наукоемкого производства как производства, основанного на знаниях, предлагается трактовка понятия адаптивных бизнес-процессов, предлагается подход к настройке ключевых показателей результативности сквозных бизнес-процессов и разрабатывается иерархическая модель выбора ключевых показателей результативности в рамках концепции адаптивных бизнес-процессов.*

**Адаптивные бизнес-процессы, бизнес-система, бизнес-архитектура цифрового предприятия, наукоемкое производство, сбалансированная система показателей**

Современные промышленные предприятия рассматриваются как сложные динамические организационно-технические и социально-экономические системы. Особенности управления предприятиями, выпускающими наукоемкую продукцию, заключаются в необходимости накапливать и управлять корпоративными знаниями всех стадий жизненного цикла технологических процессов. Проведение аудита существующих на предприятии бизнес-процессов, принятие решений о возможном их реинжиниринге должно осуществляться в условиях единого информационного пространства и параллельного инжиниринга ресурсов, при использовании CALS-технологий жизненного цикла наукоемкой продукции. Технологический процесс наукоемкого производства сопровождается инновационными процессами управления корпоративными знаниями в рамках корпоративной информационной системы.

Процедуры «отторжения» знаний о предметной области наукоемкого производства связаны с описанием основных, вспомогательных, сквозных бизнес-процессов. Показатели эффективности бизнес-процессов (ключевые показатели эффективности KPI) представляются как в качественных, так и в количественных измерительных шкалах. Направленное управление изменениями показателей эффективности бизнес-процессов (change-management)

позволяет рассматривать традиционную трактовку бизнес-процесса как адаптивного бизнес-процесса. Математические и имитационные методы управления бизнес-процессами как управление изменениями показателей эффективности бизнес-процессов позволяют рассматривать бизнес-процесс как адаптивный.

Введение механизмов управления изменениями, механизмов контроллинга, принятия управленческих решений, реинжиниринга ресурсов, коммерциализации инновационной деятельности в едином инфокоммуникационном пространстве позволит формировать эффективные прикладные IT-решения. Под технологической (процессной) инновацией для задач информационного менеджмента предлагается понимать технологические инновации обеспечения жизненного цикла прикладных IT-решений в IT-инфраструктуре наукоемкого производства.

Инновационный процесс как процесс внедрения инновационных технологий приобретения, управления, обработки, мониторинга, прогнозирования априорной информации о социально-экономической системе (бизнес-системе, бизнес-среде) описывается в многомерном пространстве показателей деятельности промышленного предприятия. Под объектами измерения в конкретной социально-экономической системе понимаются не только реальные физические объекты (материальные объекты, процессы или явления) природного или технологического происхождения, свойства (физические величины) которых подлежат измерению, а такие «нематериальные» объекты, как бизнес-процессы предприятий, корпораций, организаций, свойства которых также подлежат контролю, измерению. В обоих случаях неизменными остаются этапы планирования измерительного эксперимента: приобретение априорной измерительной информации, применение методов математического и (или) имитационного моделирования результатов измерения, статистическое оценивание достоверности результатов измерений, построение прогнозных регрессионных моделей, статистических решений. Последовательность описания бизнес-инжиниринга ресурсов включает в себя описание организационной структуры предприятия, анализ показателей финансово-хозяйственной деятельности предприятия, анализ внутренней и внешней среды предприятия, исследование целей и стратегий их достижения, описание бизнес-процессов «как есть», выработку рекомендаций «как надо».

Бизнес-процесс рассматривается как последовательность взаимосвязанных событий, приводящих к результату деятельности компании [1], [2].

Модель процесса – прикладное представление на специализированном языке способа исполнения деятельности.

Бизнес-функции – функции, которые связаны с участием в движении материальных и информационных потоков при осуществлении коммерческой деятельности компании.

Основные бизнес-функции – работы, услуги, производство товаров, соответствующих стратегическим целям компании, являющихся источником основного дохода компании.

Вспомогательные бизнес-функции – обеспечение основных процессов компании необходимыми ресурсами. Например, работа финансовой службы, службы управления персоналом, IT-подразделения.

Бизнес-архитектура – системное описание моделей деятельности компании и организации. Например, иерархическое описание бизнес-архитектуры компании отражает системную логику детализации ее деятельности, показывая последовательность действий: зачем, что, кто, за что отвечает, как выполняет работу, с какой эффективностью.

На рис. 1 приведены составляющие процесса информатизации корпоративного управления.

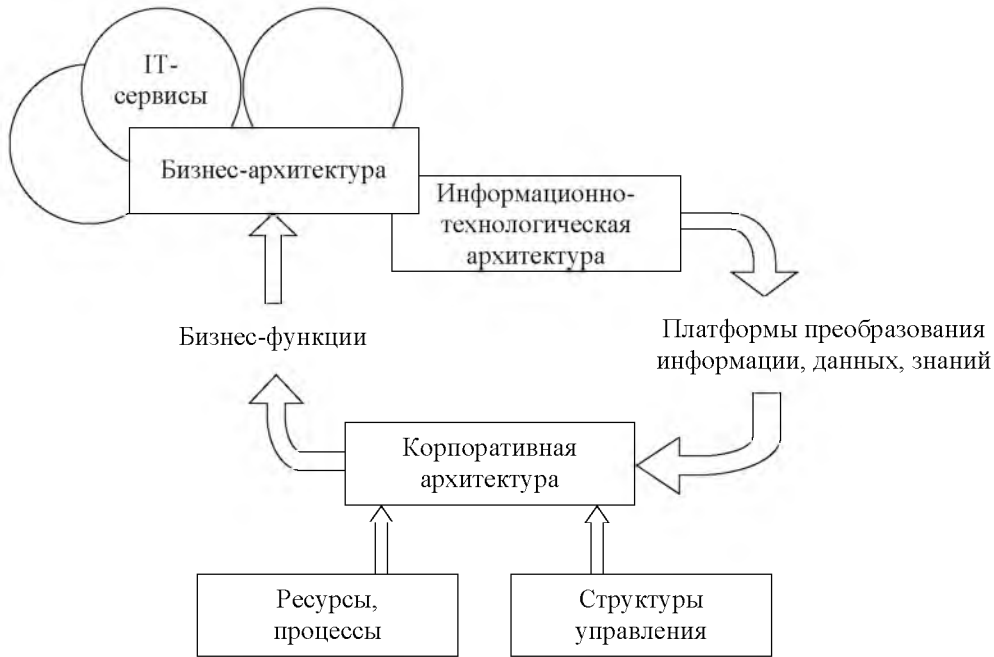


Рис. 1

Управление адаптивными бизнес-процессами осуществляется в сервисно-ориентированной архитектуре корпоративной информационной системы с использованием IT-сервисов. Соответственно, метрики IT-сервисов (показатели эффективности бизнес-процессов) стандартизованы посредством ИТІЛ и описаны средствами SLA.

На рис. 2 представлены уровни управления высокотехнологичным предприятием в едином информационном пространстве на множестве корпоративных ресурсов.

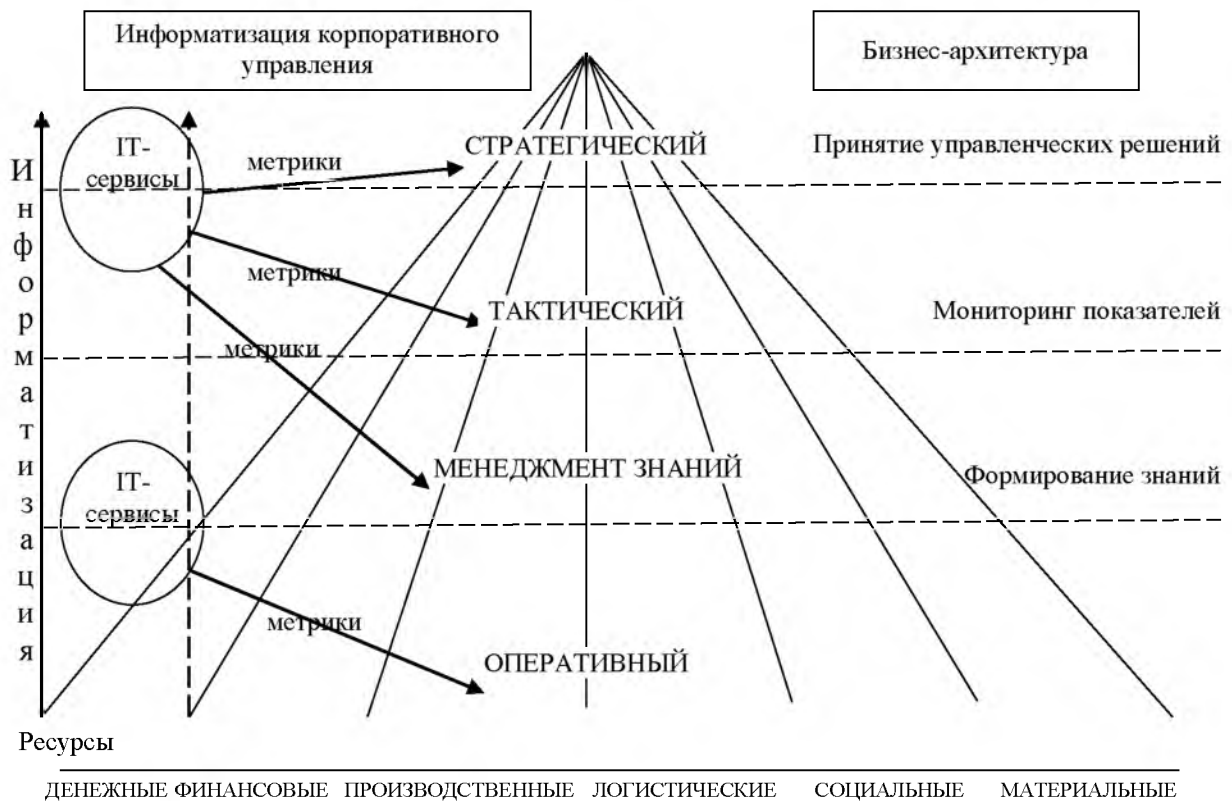


Рис. 2

Под ИТ-сервисами (ИТ-услугами) понимаются бизнес-приложения в архитектуре конкретной корпоративной информационной системы. ИТ-подразделения обслуживают бизнес-процессы, внесенные в каталог услуг (Service Catalog). Конкретизация услуг регламентируется множеством соглашений об уровне сервиса (Service Level Agreements – SLA) между бизнес-пользователем и менеджером по уровню сервиса. Метрики ИТ-сервисов описываются в отчетах об отклонениях от ключевых показателей эффективности (Key Performance Indicators – KPI), которые зафиксированы в SLA. Рассматривают метрики ИТ-сервисов для управления эффективностью корпоративной информационной системы и метрики ИТ-сервисов, предназначенные для управления корпоративными ресурсами. В обоих случаях необходимо формализовать как бизнес-функции, так и бизнес-процессы в рамках конкретной бизнес-архитектуры.

Таким образом, адаптивный бизнес-процесс – это бизнес-процесс, основные события (транзакты) которого связаны с организацией настройки ключевых показателей эффективности по всем профилям BSC (финансы, кадры, внутренние бизнес-процессы, обучение и развитие). Адаптивность бизнес-процесса означает способность применяемых для его описания алгоритмов настроить итеративно показатели BSC в зависимости от меняющихся по составу и (или) содержанию корпоративных знаний.

Бизнес-решение определим как состояние бизнес-системы в определенный момент времени для определенной бизнес-архитектуры. Бизнес-решение связано с выработкой оценки эффективности деятельности корпорации и эффективности ИТ-сервиса соответственно (метрики BSC, KPI, CVT и т. д.).

Бизнес-приложение разрабатывается с использованием конкретной семантической и синтаксической среды КИС. Например, для КИС SAP такими средами являются АВАР, JAVA, для КИС 1С: ПРЕДПРИЯТИЕ – среды встроенного языка 1С (прообраз Си++), для КИС COBRA – языковая среда Си++, и т. д.

В [3], [4] представлено описание бизнес-решения  $\varphi_t$  как некоторого высказывания вида:

$$\varphi_t = A_t \wedge B_t \wedge C_t \wedge D_t \wedge \dots \xrightarrow{SEM} T,$$

где  $A_t$  – корпоративные знания о процессе бюджетирования;  $B_t$  – корпоративные знания о результатах управленческого учета;  $C_t$  – корпоративные знания о показателях финансовой активности корпорации;  $D_t$  – корпоративные знания о нематериальных активах корпорации и т. д.; SEM – семантическая процедура интерпретации результатов бизнес-решения, которая сопоставляется, например, с использованием лингвистической шкалы с элементом терм-множества  $T$  («удовлетворительно», «неудовлетворительно», «хорошо»). В свою очередь корпоративные знания можно представить в виде управленческого контента, содержащего взаимосвязанные ключевые показатели эффективности адаптивного бизнес-процесса.

Одной из методик оценки эффективности, позволяющей представить взаимосвязанные показатели результативности бизнес-процессов, является методика сбалансированной системы показателей (ССП, BSC, Balanced Scorecard), разработанная Д. Нортон и Р. Капланом. Использование BSC позволяет оценивать эффективность деятельности бизнеса с четырех

основных позиций – финансов, кадрового обеспечения, внутренних бизнес-процессов и обучения и развития. Для каждой из позиций определяется свой набор ключевых показателей результативности (Key Performance Indicators – KPI). Использование ключевых показателей результативности дает возможность их применения в качестве показателей эффективности адаптивного бизнес-процесса.

Представим себе набор внешних и внутренних факторов, которые способны влиять на значения показателей эффективности: переход на новую технологию производства, подбор новых клиентов, ориентация на новые требования клиентов, изменение поставщиков, потребителей, переучивание кадров и т. д. Все эти изменения позволяют описывать набор требований, которые существенно влияют на результат деятельности наукоемкого производства. Таким образом, в рамках концепции адаптивных бизнес-процессов управление требованиями является одной из задач управления изменениями показателей бизнес-процессов [5]. Использование адаптивных алгоритмов настройки ключевых показателей эффективности позволяет представить процесс управления изменениями в зависимости от критериев эффективности как некоторый адаптивный бизнес-процесс. Результатом адаптивного управления бизнес-процессами наукоемкого производства является настройка ключевых показателей результативности в зависимости от изменений внешней или внутренней среды бизнес-системы. Основной целью использования адаптивных бизнес-процессов в управлении наукоемким производством определим одновременную настройку необходимого состава ключевых показателей результативности по всем перспективам с использованием адаптивных алгоритмов управления бизнес-системой.

Таким образом, модель управления изменениями бизнес-процессов наукоемкого производства (предприятия) с точки зрения управления его эффективностью в нотации IDEF0 имеет следующий вид (рис. 3).

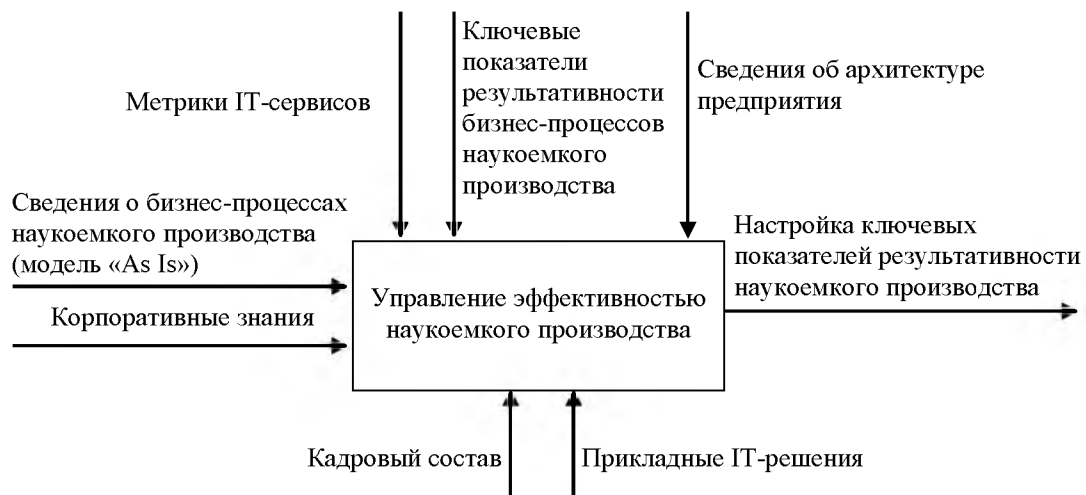


Рис. 3

На рис. 4 представлена условно управленческая функция, полученная по бизнес-решению  $\phi_t$  на промежутке времени в многомерном информационном пространстве различных корпоративных знаний.

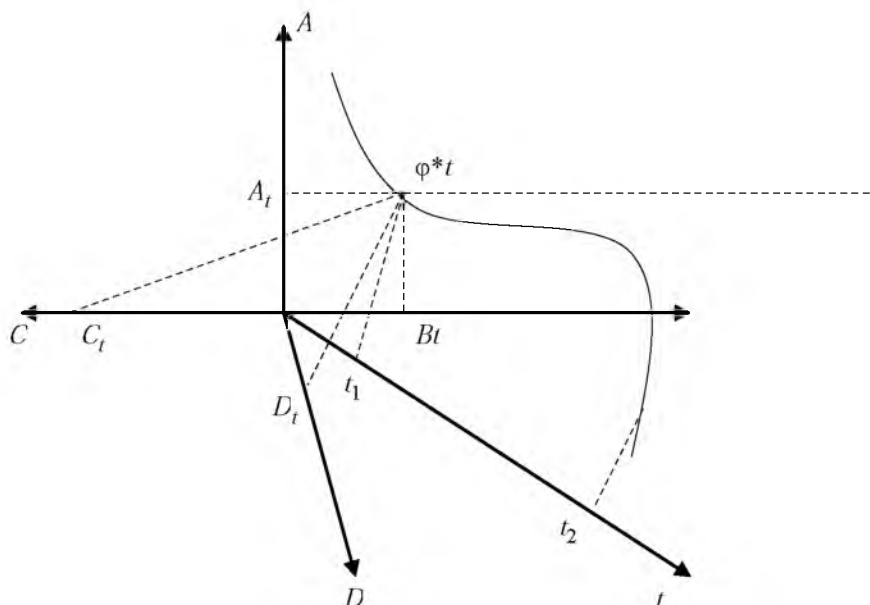


Рис. 4

Рассматривая особенности наукоемких производств, необходимо ответить на вопрос, выступают ли последние производителями (создателями) передовых технологий или же они выступают в роли пользователей этих технологий. С точки зрения авторов, в данном вопросе имеет смысл использование «гибридного» подхода, поскольку наукоемкие производства, как правило, производят передовые технологии, а значит могут их применять в своих продуктах и (или) услугах. Обычно наукоемкие предприятия имеют собственные подразделения «R&D», где производятся современные технологии.

Особенности наукоемких предприятий можно разделить на следующие четыре группы:

- финансовые особенности: итоговый размер финансовых затрат (капитальные затраты и инвестиционные риски);
- кадровые особенности: гибкость организационной структуры, тесные взаимоотношения с университетами, потенциал кадрового состава, способность к накоплению, производству и трансляции знаний;
- ресурсные особенности: быстрое распространение технологических инноваций, объем и разнообразие собранной и обработанной информации, знаний и уникальных компетенций персонала;
- особенности идей: высокие показатели творчества, предпринимательства, быстрое обесценивание прикладных технологий, использование современных IT-решений для реализации.

В настоящее время существует необходимость в определении набора ключевых показателей результативности для эффективного управления наукоемкими производствами с учетом их особенностей в рамках концепции адаптивных бизнес-процессов.

Проблема выбора ключевых показателей результативности в рамках концепции адаптивных бизнес-процессов наукоемких производств может быть представлена в виде иерархической модели. Предлагается рассмотреть процесс выбора КРІ по каждой перспективе сбалансированной системы показателей в отдельности. Так, фокусом предлагаемой иерархической модели является выбор ключевых показателей результативности по перспективе «Обучение и развитие», что в наибольшей степени соответствует специфике наукоемких производств. В качестве альтернатив данной модели предлагается рассмотреть восемь групп альтернатив: группа

KPI1 – затраты на НИОКР, группа KPI2 – материально-технические ресурсы, группа KPI3 – результативность НИОКР, группа KPI4 – общая результативность инновационной деятельности, группа KPI5 – объем реализованных товаров/проектов/технологий, группа KPI6 – развитие интеллектуального потенциала, группа KPI7 – научно-технический уровень производимой продукции/проектов/технологий, группа KPI8 – научные изыскания творческого коллектива. Сценарий иерархической модели представлен четырьмя акторами и целями акторов.

Для решения поставленной задачи используем метод анализа иерархий. Пусть проблема исследования, включающая цель, которая представит фокус иерархии, –  $E_{ij}$ , где  $i$  – номер уровня иерархии;  $j$  – порядковый номер. Обозначим критерии и альтернативы. Критерии  $K_{ij}$  отражают основные показатели деятельности наукоемких производств. Альтернативы  $A_{ij}$  отражают возможные варианты решения поставленной проблемы. На основании таблицы, разработанной в [6], построим иерархическую модель (рис. 5).

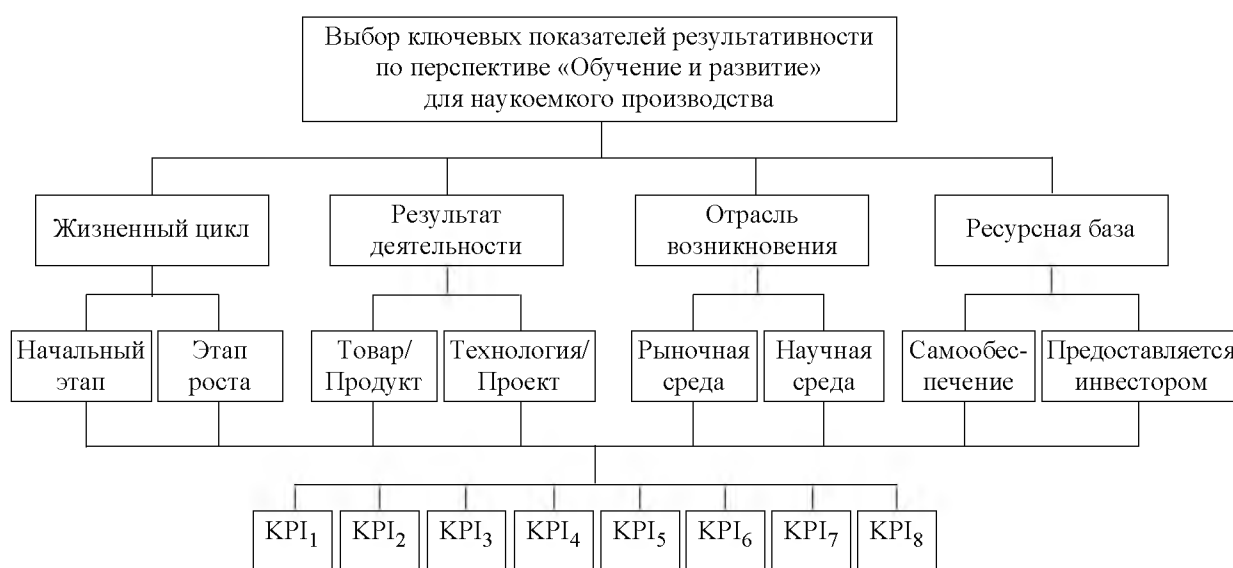


Рис. 5

Экспертные предпочтения и полученные приоритеты приведены в матрицах попарных сравнений (табл. 1–5). Экспертные предпочтения и полученные приоритеты приведены в матрицах попарных сравнений относительно альтернатив (табл. 6–13).

Таблица 1

Выбор группы KPI	Жизненный цикл	Результат деятельности	Отрасль возникновения	Ресурсная база	Вес актора
Жизненный цикл	1	4	3	5	0,48
Результат деятельности	1/4	1	1/2	2	0,15
Отрасль возникновения	1/3	2	1	4	0,292
Ресурсная база	1/5	1/2	1/4	1	0,078

Таблица 2

Жизненный цикл	Начальный этап	Этап роста	Вес
Начальный этап	1	1/5	0,17
Этап роста	5	1	0,83

Таблица 3

Результат деятельности	Товар/Продукт	Технология/Проект	Вес
Товар/Продукт	1	1/7	0,15
Технология/Проект	7	1	0,85

Таблица 4

Отрасль возникновения	Рыночная среда	Научная среда	Вес
Рыночная среда	1	1/9	0,1
Научная среда	9	1	0,9

Таблица 5

Ресурсная база	Самообеспечение	Предоставляется инвестором	Вес
Самообеспечение	1	1/5	0,17
Предоставляется инвестором	5	1	0,83

Таблица 6

Начальный этап	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$a_5$	$a_6$	$a_7$	$a_8$	Вес
$a_1$	1	1/5	3	1/4	1/3	1/3	1/2	1/2	0,1041
$a_2$	5	1	3	2	3	4	2	2	0,3819
$a_3$	1/3	1/3	1	1	2	1	1	3	0,0907
$a_4$	4	1/2	1	1	1	2	1/2	1	0,0976
$a_5$	3	1/5	1/2	1	1	2	2	2	0,0791
$a_6$	3	1/4	1	1/2	1/2	1	1/3	1	0,0967
$a_7$	2	1/2	1	1/2	1/2	3	1	1/2	0,0529
$a_8$	2	1/2	1/3	1	1/2	1	2	1	0,0967

Таблица 7

Этап роста	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$a_5$	$a_6$	$a_7$	$a_8$	Вес
$a_1$	1	2	1/2	3	1	1	1	1	0,1414
$a_2$	1/2	1	1	1	3	3	1	1	0,1487
$a_3$	2	1	1	1	1	1	1	3	0,1541
$a_4$	1/3	1	1	1	1	1	2	1	0,1171
$a_5$	1	1/3	1	1	1	3	1	1/2	0,113
$a_6$	1	1/3	1	1	1/3	1	1	1	0,0936
$a_7$	2	1/2	1	1/2	1/2	3	1	3	0,1296
$a_8$	1	1	1/3	2	1	1	1/3	1	0,1021

Таблица 8

Товар/Продукт	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$a_5$	$a_6$	$a_7$	$a_8$	Вес
$a_1$	1	2	1/3	3	1	1	1	1	0,1342
$a_2$	1/2	1	1	1	3	3	1	1	0,14875
$a_3$	3	1	1	1	1	1	1	3	0,162
$a_4$	1/3	1	1	1	1/3	3	2	1	0,117
$a_5$	1	1/3	1	3	1	3	1	1/2	0,1295
$a_6$	1	1/3	1	1/3	1/3	1	3	1	0,09365
$a_7$	1	1	1	1/2	1	1/3	1	3	0,1129
$a_8$	1	1	1/3	1	2	1	1/3	1	0,102

Таблица 9

Технология/Проект	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$a_5$	$a_6$	$a_7$	$a_8$	Вес
$a_1$	1	2	2	3	2	1/3	1/3	1	0,1364
$a_2$	1/2	1	3	2	1/3	1/3	1	1	0,1052
$a_3$	1/2	1/3	1	1	1/2	1	1	1	0,0884
$a_4$	1/3	1	1	1	1	1	2	1	0,1147



Окончание табл. 9

Технология/ Проект	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$a_5$	$a_6$	$a_7$	$a_8$	Вес
$a_5$	1/2	3	2	1/2	1	1	3	3	0,1671
$a_6$	3	3	1	1	1	1	1	4	0,1888
$a_7$	3	1	1	1/2	1/3	1	1	1	0,1106
$a_8$	1	1	1	1	1/3	1/4	1	1	0,0884

Таблица 10

Рыночная среда	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$a_5$	$a_6$	$a_7$	$a_8$	Вес
$a_1$	1	1/5	3	1/4	1/3	1/3	1/2	1/2	0,1041
$a_2$	5	1	3	2	3	4	2	2	0,3819
$a_3$	1/3	1/3	1	1	2	1	1	3	0,0907
$a_4$	4	1/2	1	1	1	2	1/2	1	0,0976
$a_5$	3	1/5	1/2	1	1	2	2	2	0,0791
$a_6$	3	1/4	1	1/2	1/2	1	1/3	1	0,0967
$a_7$	2	1/2	1	1/2	1/2	3	1	1/2	0,0529
$a_8$	2	1/2	1/3	1	1/2	1	2	1	0,0967

Таблица 11

Научная среда	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$a_5$	$a_6$	$a_7$	$a_8$	Вес
$a_1$	1	2	1/3	3	1	1	1	1	0,1342
$a_2$	1/2	1	1	1	3	3	1	1	0,14875
$a_3$	3	1	1	1	1	1	1	3	0,162
$a_4$	1/3	1	1	1	1/3	3	2	1	0,117
$a_5$	1	1/3	1	3	1	3	1	1/2	0,1295
$a_6$	1	1/3	1	1/3	1/3	1	3	1	0,09365
$a_7$	1	1	1	1/2	1	1/3	1	3	0,1129
$a_8$	1	1	1/3	1	2	1	1/3	1	0,102

Таблица 12

Самообеспечение	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$a_5$	$a_6$	$a_7$	$a_8$	Вес
$a_1$	1	7	1	1	1/2	1	1	1	0,1439
$a_2$	1/7	1	1	6	1	1	1	2	0,1316
$a_3$	1	1	1	1	1	2	3	1	0,1539
$a_4$	1	1/6	1	1	1	1	1	1	0,0983
$a_5$	2	1	1	1	1	3	1	1/2	0,1411
$a_6$	1	1/3	1	1	1/3	1	1	1	0,0983
$a_7$	1	1	1/3	1	1	1	1	1/2	0,0983
$a_8$	1	1/2	1	1	2	1	2	1	0,1342

Таблица 13

Предоставляется инвестором	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$a_5$	$a_6$	$a_7$	$a_8$	Вес
$a_1$	1	2	1/2	3	1	1	1	1	0,1414
$a_2$	1/2	1	1	1	3	3	1	1	0,1487
$a_3$	2	1	1	1	1	1	1	3	0,1541
$a_4$	1/3	1	1	1	1	1	2	1	0,1171
$a_5$	1	1/3	1	1	1	3	1	1/2	0,113

Предоставляется инвестором	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$a_5$	$a_6$	$a_7$	$a_8$	Вес
$a_6$	1	1/3	1	1	1/3	1	1	1	0,0936
$a_7$	2	1/2	1	1/2	1/2	3	1	3	0,1296
$a_8$	1	1	1/3	2	1	1	1/3	1	0,1021

В результате вектор весов целей будет иметь следующий вид: жизненный цикл [0,7225; 0,277]; результат деятельности [0,4155; 0,5695]; отрасль возникновения [0,339; 0,673]; ресурсная база [0,6411; 0,3589]. Полученный нормированный вектор будет применен для получения весов сценариев: [0,1655; 0,1263; 0,1238; 0,1234; 0,1231; 0,117; 0,1111; 0,1095]. Таким образом, задача выбора групп КРІ сводится к оценке их приоритетности. Для рассматриваемой перспективы системы сбалансированных показателей, согласно экспертным оценкам, наиболее приоритетной будет первая группа показателей результативности КРІ1 – затраты на НИОКР, в то время как группа КРІ2 – материально-технические ресурсы, группа КРІ3 – результативность НИОКР, группа КРІ4 – общая результативность инновационной деятельности имеют приблизительно равный приоритет.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Брусакова И. А. Основные направления технологической модернизации наукоемкого производства // IX всерос. науч.-практ. конф. «Современные проблемы менеджмента»: сб. науч. тр. Санкт-Петербург, 23 апр. 2015 г. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2015. С. 3–19.
2. Исследование тенденций развития информационного менеджмента в современных условиях / И. А. Брусакова, В. И. Фомин, М. А. Косухина, С. Н. Панин. СПб.: Изд-во С.-Петерб. ун-та управления и экономики, 2014. 138 с.
3. Брусакова И. А. Инструментарий системного анализа эффективности деятельности цифрового предприятия // Системный анализ в проектировании и управлении: сб. науч. тр. XIX междунар. науч.-практ. конф. 1–3 июля 2015 г. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, Ч. 2. 2015. С. 16–22.
4. Брусакова И. А. Формирование бизнес-решений когнитивной экономики: сб. докл. XVIII междунар. науч.-практ. конф. по мягким вычислениям и измерениям «SCM-2015». СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2015. С. 251–255.
5. Брусакова И. А., Косухина М. А. Введение в адаптивные бизнес-процессы // Междунар. науч.-практ. конф. по современным проблемам прикладной информатики: сб. науч. тр. 23–25 мая 2012 г. СПб.: Элмор, 2012. С. 6–9.
6. Артюгина И. М., Огороков Р. В., Мелентьев Л. А. Методы технико-экономического анализа в энергетике. Л.: Наука, 1989. 263 с.

I. A. Brusakova, M. A. Kosukhina, V. I. Fomin  
Saint Petersburg Electrotechnical University «LETI»

### INTRODUCTION TO ADAPTIVE BUSINESS PROCESSES MANAGEMENT IN HIGH TECHNOLOGY ENTERPRISES

*The article describes the key features of high-tech industry as a production based on knowledge, interpretation of the adaptive business processes concept is proposed, the approach to setting the key performance indicators of business processes and hierarchical model of selecting key performance indicators within the concept of adaptive business processes are developed.*

**Adaptive business processes, business system, business-architecture of a digital enterprise, high-tech production, balanced scorecard**