

УДК 519.876.2, 681.32, 658.51.012

А.В. Калмыков, Ю.А. Кулик

Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков

## АНАЛИЗ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО МЕНЕДЖМЕНТА НА ОСНОВЕ СИСТЕМНЫХ МОДЕЛЕЙ (НА ПРИМЕРЕ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ)

Рассматриваются вопросы анализа производственного менеджмента, влияния уровня организационной зрелости и используемых технологий на структуру целей и функций предприятия. Предприятие рассматривается как сложная иерархическая организационная система, для анализа которой применяются методы структурного анализа. Исследования выполняются на примере предприятия-оператора телекоммуникаций. В качестве базовых моделей для анализа задач производства и менеджмента в телекоммуникационной отрасли применяются модели цепочка ценностей и TMN, на их основе предлагаются принципы декомпозиции рассматриваемых процессов на уровни иерархии. На основе полученных системных моделей и сопоставления целей и функций предприятия предлагается методика качественной оценки уровня используемых технологий и организационной зрелости предприятия.

**Ключевые слова:** системный анализ, цепочка ценностей, модель TMN, системная модель, функциональная модель, матричная проекция моделей, телекоммуникации.

### Введение

Развитие телекоммуникационной отрасли обусловлено быстрым внедрением нового оборудования и информационных технологий, как в основной производственный процесс, так и в процессы обслуживания абонентов, создания и управления услугами, оперативный и стратегический менеджмент предприятия. Такой объем инноваций затрагивает не только технологическое управление предприятием и вопросы административно-организационного управления, но и требует новых подходов к развитию телекоммуникационного предприятия, принципов построения системы управления таким объектом. Осуществляемые преобразования требуют от их участников больших материальных, финансовых, временных затрат. Однако, ввиду комплексного характера производства телекоммуникационной услуги, распределённой инфраструктуры предприятий, высокой динамики развития отрасли, сложной структуры взаимосвязей между внутренними аспектами предприятия такие действия и не всегда являются успешными.

В связи с этим возникает задача разработки методики анализа производственного процесса и менеджмента таких предприятий, с целью определения тенденций их изменений в условиях технологического развития отрасли. Для такого исследования с учётом нелинейности рассматриваемых процессов, сложной технологической и организационной структуры телекоммуникационного предприятия целесообразным представляется применение методов системного анализа.

**Постановка задачи исследования.** Телекоммуникационное предприятие, являющееся сложной

социо-технической системой, обладает рядом свойств и особенностей, прежде всего это:

- сложная составная структура целей и задач;
- множество распределённых взаимосвязанных и взаимодействующих производственно-технологических и административно-организационных элементов;
- постоянный обмен информацией между элементами;
- сложное управление элементами.

Методология системного анализа таких сложных систем предполагает в качестве важнейшего этапа исследование структуры объекта [1], которое позволяет выявлять и объяснять особенности поведения системы. В работе [2] предложен подход к исследованию многоуровневых систем, заключающийся в последовательном формировании линейки системных целевых, функциональных и структурных моделей: от словесного описания до реализации в виде программ и алгоритмов и последующем моделировании поведения системы.

В рамках данной статьи показано решение задачи по получению формального описания процессов предприятия, которое учитывает особенности деятельности в телекоммуникационной отрасли и позволяет получить качественные оценки состояния и поведения производственной системы в условиях смены технологий и организационного развития.

### Структура производственного процесса и менеджмент телекоммуникационным предприятием

Производственный менеджмент телекоммуникационного предприятия предлагается рассмотреть с таких позиций:

– производственная цепочка, как объект управления;  
 – оперативно-технологический менеджмент, как система управления.

Для этого воспользуемся известными моделями: цепочка ценностей М.Портера [4] и TMN организации МСЭ-Т [5].

«Цепочка ценностей», по своей сути, представляет собой переходную форму от описательных моделей к наглядным, и позволяет, с одной стороны, показать облик функциональной структуры предприятия, с другой стороны, укрупнено отобразить структуру производственных процессов. Такой подход также помогает определить связи между многоуровневой системными моделями производственного процесса и системы управления предприятием.

Для того, чтобы обеспечить совместимость со стандартными подходами к исследованию процессов производства и менеджмента в телекоммуникациях, применены принципы разделения на уровни иерархии, использованные в модели TMN, описывающей контуры оперативно-технологического управления. Однако, с целью отражения полного спектра задач производства и управления в телекоммуникациях предлагается рассмотреть не только технологическое управление, но и задачи административного менеджмента, включая уровень стратегии. Такое разделение назовём разделением на уровни сквозного управления.

Предлагаемая декомпозиция производственного процесса и системы управления является корректной, так как соответствует принципам сущности, однородности и независимости [6].

Тогда целевая и функциональная системные модели телекоммуникационного предприятия будут иметь иерархическую структуру с такими уровнями и связями подчинённости:

$$\text{Stra} \rightarrow \text{Oper} \rightarrow \text{Prod} \rightarrow \text{Tech} \rightarrow \text{El} . \quad (1)$$

На рис. 1 показана наглядная проекция уровней модели технологического управления TMN на уровни укрупнённой модели производственного процесса, сформированной на основе «цепочки ценностей».

Модель «цепочка ценности» показывает логическую последовательность бизнес-процессов основной и вспомогательной деятельности и привязывает их к уровням иерархии функциональной структуры предприятия. На рис. 2 наглядно показаны следующие особенности производственного процесса телекоммуникационного предприятия:

– две основных производственных цепочки, выполняемых параллельно (по вертикали), независимых друг от друга в t-й момент времени: процессы, связанные с продажей услуг и подключением новых абонентов, и процессы, связанные с текущим обслуживанием существующих абонентов;

Таблица 1

Уровни сквозного управления телекоммуникационного предприятия

Уровень деятельности	Соответствующий уровень TMN	Дополнительная трактовка
Стратегическая деятельность (Stra)	нет	Направления деятельности предприятия, достижение плановых показателей на основе создания стабильного конкурентного преимущества. Какие услуги, где, кому предоставляются, за счет каких ресурсов.
Оперативная деятельность (Oper)	Управление бизнесом	Мероприятия по выполнению стратегии. Обеспечение жизнедеятельности, развития предприятия.
Производственная деятельность (Prod)	Управление услугой	Предоставление услуги, продажа услуги, расчеты с абонентами, процедуры инициации подключения, сопровождения услуги
Техническая деятельность (Tech)	Управление сетью	Эксплуатация инфраструктуры, взаимодействие с участниками технологического процесса, подрядчиками, поставщиками, осуществление и поддержка процессов расчета с абонентами, маркетинга и продажи услуг, взаимодействие с контрагентами.
Элементарная деятельность (El)	Управление сетевым элементом	Поддержка работоспособности элементов сети, элементарные операции продажи услуг, расчетов, поддержки абонентов

– специфическая последовательность основных процессов производства продукции (услуги): сначала выполняются операции маркетинга, продажи услуги (или оформления договора, намерений) и только после этого осуществляется производство – подключение и последующее текущее обслуживание;

– наличие в производственных цепочках горизонтальных связей на двух уровнях: производственная деятельность (управления услугой) – процедуры фактической инициацией и последующего сопровождения услуги; технологической деятельности (управление сетью) – обеспечение жизнедеятельности инфраструктуры предоставления, поддержки и сопровождения услуг;

– высокий уровень вовлечения внешних подрядчиков в технологический процесс. По этой причине взаимоотношения с внешними контрагентами – участниками техпроцесса отнесены к основным бизнес-процессам телекоммуникационного предприятия.

Выполненный таким образом анализ производственного процесса показал особенности предприятия, необходимые для формирования корректных системных моделей, но, с другой стороны, показал ограниченность подходов, широко используемых в менеджменте и исследовании предприятий (в частности, телекоммуникационных) для целей системного анализа производственных структур.



Рис. 1. Модель производственного процесса и модель TMN телекоммуникационного предприятия

Например, применяемые модели допускают только упрощённую декомпозицию производственных структур и рассматривают, как правило, технологические и производственные операции, в то же время как для современных предприятий важны также аспекты обеспечивающих, вспомогательных процессов [7]. Следовательно, анализ таких объектов при использовании только традиционных подходов может быть неполным.

### Структура целей и функций телекоммуникационного предприятия

Анализ сложной системы предполагает построение системных моделей путём декомпозиции на целевую, функциональную, организационно-техническую, инфологическую, алгоритмическую страты, а также декомпозицию системы управления на целевую, функциональную, структурную, информационную, алгоритмическую страты [3].

В рамках данной статьи для анализа особенностей техпроцесса и управления телекоммуникационным предприятием целесообразно рассмотреть декомпозицию до уровней целевой, функциональной, организационной составляющих предприятия, т.к. именно данные аспекты определяют характер производственной деятельности, особенности системы управления и являются ключевыми в вопросах развития предприятия.

Последовательность формирования структурных моделей предприятия как сложной социотехнической системы показана на рис. 2. Для установления взаимосвязей между системными моделями используются матричные проекции [2], устанавливающие соответствие между элементами моделей.

Матричные проекции структурных моделей, показанные на рис. 3, позволяют верифицировать соответствие целей предприятия и выбранных направлений деятельности; организационной структу-

ры и используемых технологий. Практическим результатом такого анализа может быть внесение корректив в административно-организационную документацию предприятия:

- миссия;
- положение об организационной структуре;
- должностные инструкции.

Цели, задачи предприятия и направления их решения обычно декларируются в публичной миссии предприятия.

Для большинства телекоммуникационных предприятий основную фактическую цель можно сформулировать как получение прибыли на основе удовлетворения потребности абонентов в удалённом обмене информацией.

Деятельность предприятия осуществляется и координируется в соответствии с определёнными плановыми показателями, соответствие которым отдельных аспектов предприятия является составными частями общей цели.

Цели деятельности предприятия можно определить как выполнение или достижение соответствия таким показателям. Отметим, что цели предприятия имеют многоуровневую структуру: основная цель подразделяется на несколько подцелей, которые в свою очередь состоят из локальных целей.

Такое понимание системы целей позволяет сформировать целевую системную модель телекоммуникационного предприятия (рис. 3). Декомпозиция на уровни выполняется в соответствии с предложенным разделением на уровни сквозного управления и с учётом особенностей производственного процесса. Функциональная структура также имеет многоуровневое построение, при этом следует отметить, что, как правило, не существует тождественного соответствия между структурами целей и функций предприятия (рис. 4).

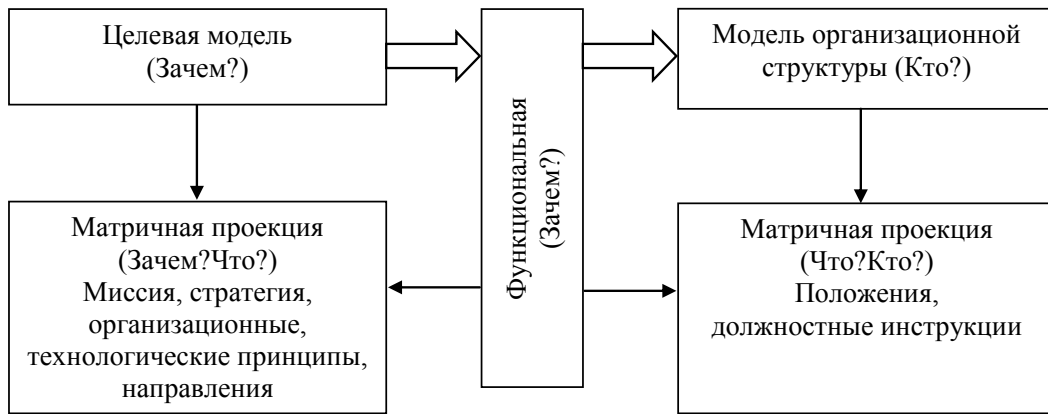


Рис. 2. Состав и последовательность формирования системных моделей телекоммуникационного предприятия

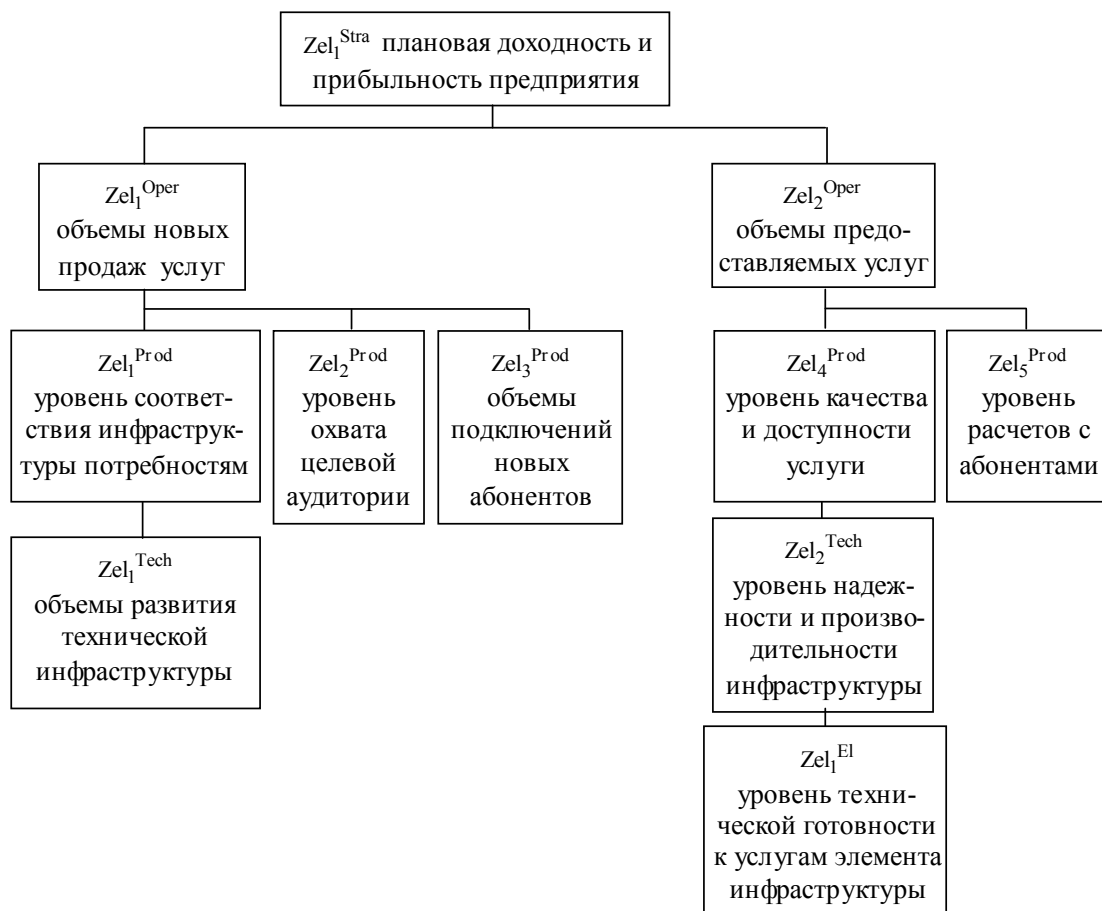


Рис. 3. Наглядное представление системы целей телекоммуникационного предприятия (фрагмент основного производственного процесса)

Организационная структура предприятия также может быть описана структурной моделью, и при этом, в большинстве случаев, не существует тождественного соответствия между организационной, целевой и функциональной структурой.

В данной статье не приводится пример модели организационной структуры, исходя из следующих соображений:

– последовательность осуществления декомпозиции организационной структуры аналогична де-

композиции целевой и функциональных структур;

– количество и состав уровней модели определяются актуальными принципами построения организационной структуры предприятия, не существует типовой модели, описывающей хотя бы приблизительно различные виды организационных структур;

– как правило, описание организационной структуры на предприятиях формализовано на уровне, достаточном для формирования системной модели.

**Применение матричных проекций для анализа системных моделей предприятия**

Связь между функциональной и целевой моделями описывается при помощи матричной проекции, показанной в табл. 2. При этом соответствия устанавливаются для самых нижних элементов «веток» системных моделей, независимо от их уровня.

Для этого между элементами целевой и функциональной моделей устанавливается соответствие при помощи весового коэффициента  $\alpha_{ij} \in 0...1$ , определяющего вклад (важность, участие)  $j$ -й функции для достижения  $i$ -й цели. При этом для каждой  $i$ -й цели будет выполняться условие:

$$\sum_j \alpha_{ij} = 1. \tag{2}$$

Тогда функцию  $i$ -й цели можно описать как:

$$Fun_i^{Zel} = \sum_j \alpha_{ij} Fun_{ij}. \tag{3}$$

Аналогичным образом, возможно построить матричную проекцию для функциональной и организационной моделей.

Соответствие между элементами функциональной и организационной структур будет устанавливаться на основании весовых коэффициентов  $\beta_{jk} \in 0...1$ .

Данные коэффициенты определяют степень важности (выделяемый объем ресурсов, вес в оценке эффективности деятельности подразделения)  $k$ -й функции в деятельности  $j$ -го элемента организационной структуры. Для каждого  $j$ -го элемента организационной структуры должно выполняться условие:

$$\sum_k \beta_{jk} = 1. \tag{4}$$

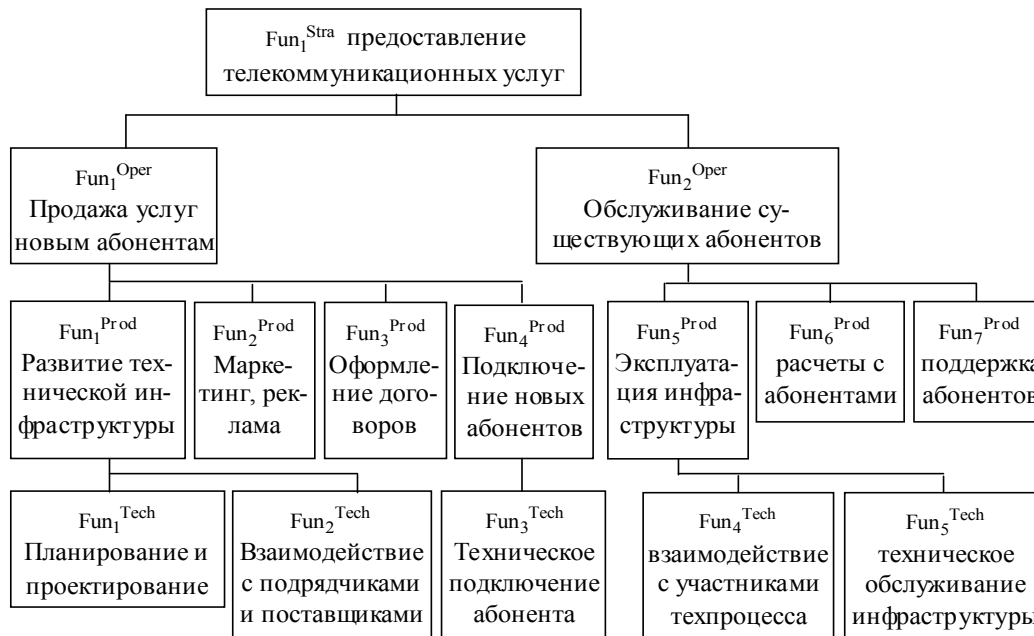


Рис. 4. Наглядное представление системы функций телекоммуникационного предприятия (фрагмент основного производственного процесса)

Тогда функцию  $j$ -го элемента организационной структуры можно описать как:

$$Fun_j^{Org} = \sum_k \beta_{jk} Fun_{jk}. \tag{5}$$

Величина коэффициентов определяется субъективно, однако, для повышения достоверности таких допущений возможно использование различных методик экспертных оценок.

Матричные проекции целевой и функциональной структурных моделей позволяют осуществить дополнительную проверку целостности и полноты декомпозиции структур:

– если функция не соответствует ни одному элементу целевой структуры, то, вероятно, предложенное разделение функциональной структуры не-

корректно и данная функция не имеет целевого наполнения (не существует);

– если элемент функциональной структуры соответствует нескольким элементам целевой структуры, то, вероятно, предложенная декомпозиция функциональной структуры является неполной;

– если элементу целевой структуры не соответствует ни одна функция, то, возможно, декомпозиция функциональной структуры неполная.

Аналогичные рассуждения применимы и для матричной проекции организационной и целевой структурных моделей.

Очевидно, что величины коэффициентов для каждого предприятия определяются различными факторами внутреннего окружения:

Таблица 2

Матричная проекция целевой и функциональной системных моделей

				i	$Zel_1^{Stra}$				
					$Zel_1^{Oper}$			$Zel_2^{Oper}$	
j				$Zel_1^{Prod}$	$Zel_2^{Prod}$	$Zel_3^{Prod}$	$Zel_4^{Prod}$	$Zel_5^{Prod}$	
				$Zel_1^{Tech}$			$Zel_2^{Tech}$		$Zel_1^{El}$
				1	2	3	4	5	
$Fun_1^{Stra}$	$Fun_1^{Oper}$	$Fun_1^{Prod}$	$Fun_1^{Tech}$	1	<b>0,2</b>				
			$Fun_2^{Tech}$	2	<b>0,8</b>				
		$Fun_2^{Prod}$		3		<b>0,9</b>			
		$Fun_3^{Prod}$		4			<b>0,5</b>		
		$Fun_4^{Prod}$	$Fun_3^{Tech}$	5			<b>0,5</b>		
	$Fun_2^{Oper}$	$Fun_5^{Prod}$	$Fun_4^{Tech}$	6				<b>0,3</b>	
			$Fun_5^{Tech}$	7				<b>0,7</b>	
		$Fun_6^{Prod}$		8					<b>0,4</b>
		$Fun_7^{Prod}$		9		<b>0,1</b>			<b>0,6</b>

- сущность продуктов (предоставляемых услуг);
- используемые технологии предоставления услуг;
- организационная структура;
- особенности производственного процесса (распределение функций, зон ответственности).

В связи с этим интересным представляется исследование зависимостей данных коэффициентов от уровня организационной зрелости предприятия, качества используемых технологий основной и обеспечивающей деятельности.

Например, для современных операторов фиксированной связи для расширения фактической абонентской базы даже при наличии подготовленной инфраструктуры важны процедуры технического подключения клиентов. Каждая точка подключения уникальна и требует определённых затрат времени персонала и материальных ресурсов, поэтому в приведенном примере в табл. 2 вклад  $Fun_3^{Tech}$  в достижение  $Zel_3^{Prod}$  (коэффициент  $\alpha_{35}$ ) будет значительным. Однако, с развитием технологий мобильной связи значение процедур технического подключения уменьшается, подключения становятся типовыми и выполняются силами абонентов, поэтому коэффициент  $\alpha_{35}$  при переходе на новые технологии мобильной связи будет значительно уменьшен, и вырастет вклад других функций в достижение рас-

сматриваемой цели.

В качестве другого примера технологической эволюции можно указать вопросы готовности технической инфраструктуры к предоставлению услуги. Для операторов телефонной связи, использующих оборудование выпуска первых поколений (аналоговые АТС) грамотное техническое обслуживание оборудования было определяющим фактором для успешной эксплуатации инфраструктуры, и, следовательно, в табл. 2 коэффициент  $\alpha_{47}$ , описывающий вклад  $Fun_5^{Tech}$  в достижение цели  $Zel_1^{El}$ , будет для таких предприятий иметь большую величину. При внедрении оборудования, использующего новые технологические принципы и не требующего регулярного технического обслуживания, важность функции  $Fun_5^{Tech}$  снижается, и значение коэффициента  $\alpha_{47}$  уменьшается, функция цели (3) изменяется.

Аналогичные рассуждения справедливы и для матричной проекции организационной и целевой структур.

Например, внедрение автоматизированных систем управления в деятельность оператора телекоммуникаций или передача части функциональности внешним подрядчикам ведет к изменениям функции элемента организационной структуры (5), уменьшению доли низкоуровневых функций, и, следовательно, к уменьшению величины соответ-

вующего коэффициента  $\beta_{jk}$ , в то же время, величины коэффициентов, соответствующих интеллектуальным, творческим функциям, будут увеличиваться.

### Заключение

Таким образом, появляется возможность качественной оценки состояния предприятия на основе применения структурных моделей. На приведенных примерах показано, как технологическое развитие предприятий телекоммуникационной отрасли отражается на состоянии функциональной и организационной структуры, функций цели и элемента организационной структуры.

Можно высказать предположение, что с развитием технологий значение или «вес» функций низких уровней в достижении целей, оценке деятельности подразделений предприятия снижается, в то время как фокус контроля и управления деятельностью смещается к функциям высших уровней структуры предприятия.

Дальнейшие исследования в рассматриваемой области целесообразно сосредоточить на разработке формальных подходов к формированию системных моделей, методов анализа, сравнения процессов на основе формализованного описания моделей сложных технических и организационных структур.

### АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОГО МЕНЕДЖМЕНТУ НА ОСНОВІ СИСТЕМНИХ МОДЕЛЕЙ (НА ПРИКЛАДІ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНОГО ПІДПРИЄМСТВА)

А.В. Калмыков, Ю.О. Кулик

*Розглядаються питання аналізу виробничого менеджменту, впливу рівня організаційної зрілості та технологій, що використовуються, на структуру цілей і функцій підприємства. Підприємство розглядається як складна ієрархічна організаційна система, для аналізу якої застосовуються методи структурного аналізу. Дослідження виконуються на прикладі підприємства-оператора телекомунікацій. У якості базових моделей для аналізу виробництва й менеджменту в телекомунікаційній галузі застосовуються моделі «ланцюжок цінностей» і TMN, на їхній основі пропонуються принципи декомпозиції процесів на рівні ієрархії. На основі структурних моделей, що отримано за таких обставин, і зіставлення цілей і функцій підприємства пропонується методика якісної оцінки рівня технологій, що використовуються, та організаційної зрілості підприємства.*

**Ключові слова:** системний аналіз, ланцюжок цінностей, модель TMN, системна модель, функціональна модель, матрична проєкція моделей, телекомунікації.

### THE ANALYSIS OF INDUSTRIAL MANAGEMENT ON THE BASIS OF SYSTEM MODELS (ON THE EXAMPLE OF THE TELECOMMUNICATION ENTERPRISE)

A.V. Kalmykov, Yu.O. Kulik

*The paper considers questions of the industrial management analyses. The influence of an organizational maturity and technologies on the purpose and functional structure is also considered. The company is considered as difficult hierarchical organizational system that can be analyzed by tools of structural investigation methods. Research is executed on an example of the telecommunication company. The TMN and the "value chain" models are applied to the analysis of production and management in telecommunications, and they are used for the decomposition of considered processes on hierarchy levels also. The technique of technologies and an organizational maturity quality analysis is offered on the basis of structural models.*

**Keywords:** the system analysis, the value chain model, TMN model, system model, functional model, a matrix projection of models, telecommunications.

### Список литературы

1. Спицнадель В.Н. Основы системного анализа: учеб. пособие / В.Н. Спицнадель. – СПб.: Издательский дом «Бизнес-пресса», 2000. – 326 с.
2. Илюшко В.М. Системное моделирование в управлении проектами: монография / В.М. Илюшко, М.А. Латкин. – Х.: Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», 2010. – 220 с.
3. Илюшко В.М. Модели и методы информационной технологии проектирования метасистем: дис. д-ра техн. наук: 05.13.06/ Илюшко Виктор Михайлович. – Х., 1998. – 451 с.
4. Porter Michael E. Competitive advantage: Creating and sustaining superior performance: with a new introduction/ Michael E. Porter. – New York.: Free press, 1998. – 558 p.
5. ITU-T Recommendation M.3000 Overview of TMN Recommendations [Электронный ресурс] / ITU-T. – Режим доступа к ресурсу: <http://www.itu.int>.
6. Романов В.Н. Системный анализ для инженеров / В.Н. Романов. – СПб.: СЗГЗТУ, 2008. – 186 с.
7. TM Forum. Business Process Management overview for NGOSS V1.0 (eTom) [Электронный ресурс] / TM Forum. – Режим доступа к ресурсу: <http://www.tmforum.org/browse.aspx?linkID=29005&docID=2426>.

Поступила в редколлегию 1.07.2010

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. А.Ю. Соколов, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков.