

УДК 338.984  
ББК 65.3

**А. Ф. Шуплецов**

*доктор экономических наук, профессор,*

*Байкальский государственный университет экономики и права*

**П. В. Харитонов**

*Байкальский государственный университет экономики и права*

## ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ВНУТРИФИРМЕННОГО ПЛАНИРОВАНИЯ В ПРОМЫШЛЕННОЙ КОМПАНИИ

Многие задачи, с которыми сталкиваются руководители и собственники в повседневной практике, являются многовариантными. Среди множества возможных вариантов в условиях рыночных отношений приходится отыскивать наилучшие при различных ограничениях. В исследовании представлена экономико-математическая многокритериальная модель совершенствования внутрифирменного планирования промышленной организации, учитывающая систему ресурсных ограничений. На основе данной модели представлена возможность разработки методических рекомендаций по вовлечению в хозяйственный оборот недоиспользованных резервов нематериальных и материальных ресурсов с целью роста рентабельности. Это является актуальной задачей промышленных организаций в современных условиях бизнеса. Отличительной особенностью модели является возможность системной оценки нематериальных ресурсов, вовлечения их в деятельность организации и получение годового экономического эффекта.

*Ключевые слова:* организационная культура; экономико-математическое моделирование; оптимизация; нематериальные ресурсы; потенциал.

**A. F. Shupletsov**

*Doctor habil. (Economics), Professor  
Baikal State University of Economics and Law*

**P. V. Kharitonov**

*Baikal State University of Economics and Law*

## ECONOMIC AND MATHEMATICAL MODEL OF IMPROVING INTERNAL PLANNING AT INDUSTRIAL COMPANY

Most tasks that directors and owners of a business face daily are multiple-option, so they have to select options which are the most suitable in particular market conditions. The paper describes a multi-criteria economic and mathematical model of improving internal planning at an industrial company that takes into account the company's system of resource limitations. Basing on this model, it is possible work out methodical recommendations on economic utilization of underutilized tangible and intangible resources to improve the company's profitability, which is a current problem of the contemporary business organizations. A key feature of the model is a possibility of a system appraisal of intangible resources, their economic utilization and getting annual economic effect.

*Keywords:* organization culture; economic and mathematical modeling; optimization; intangible resources; potential.

Организационная культура — нематериальный ресурс роста рентабельности промышленной организации, проявляющийся в разделяемой большинством сотрудников организации системе ценностей, позволяющий оптимизировать использование ресурсного потенциала организации.

Многие руководители сегодня не воспринимают организационную культуру всерьез, не используют ее потенциал для эффективного ведения бизнеса, представляют под данным понятием лишь традиции, нормы, ритуалы. Не вдаваясь в подробное толкование культуры организации, которое представлено в [3, с. 47–54] отметим, что от уровня развития потенциала культуры зависит эффективность предпринимательской деятельности. Поэтому необходимость оптимизации внутрифирменного планирования на основе более полного использования ресурсного потенциала промышленной организации — актуальный вопрос, который может существенно улучшить рентабельность деятельности промышленной организации.

По нашему мнению, организационная культура является наиболее емким нематериальным ресурсом организации и включает в себя ряд других факторов: маркетинговые, производственные, информационные, инновационные, юридические, производственные, управленческие, организационные. Считаем важным, что сегодня нематериальные факторы стали приобретать особую актуальность среди исследователей, которые пытаются доказать, что данные ресурсы организации могут повысить рентабельность. Среди таких работ мы выделяем [1, с. 28–33; 2, с. 16–21, 5, с. 23–26].

Успешность решения подавляющего большинства экономических задач зависит от эффективного способа использования ресурсов. Именно эффективностью использования ограниченных ресурсов определяется конечный результат деятельности любой экономической системы. Экономическая суть методов оптимизации заключается в том, что, исходя из наличия определенных ресурсов, выбирается такой способ их использования (распределения), при котором обеспечивается максимум (или минимум) критерия оптимальности (рис. 1).

Для оценки и последующего эффективного управления ресурсным потенциалом промышленной организации предлагается модель, которая включает в себя следующие критерии<sup>1</sup>:

- максимизация прибыли

$$f(x) = \sum_{t=1}^m \sum_{j=1}^n C_{jt} x_{jt} \longrightarrow \max;$$

- максимизация товарной продукции

$$f(x) = \sum_{t=1}^m \sum_{j=1}^n TP_{jt} x_{jt} \longrightarrow \max;$$

- максимизация социального фонда организации для удовлетворения нужд ее работников

$$f(x) = \sum_{t=1}^m \sum_{j=1}^n o_{jt} x_{jt} \longrightarrow \max;$$

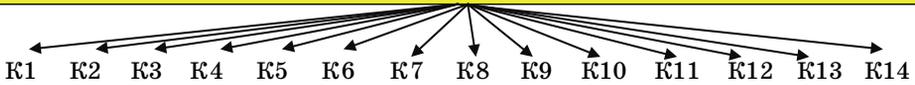
- максимизация инвестиционного фонда организации

$$f(x) = \sum_{t=1}^m \sum_{j=1}^n i_{jt} x_{jt} \longrightarrow \max.$$

При необходимости в модели могут быть использованы и другие критерии.

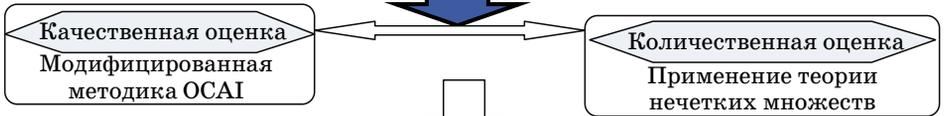
<sup>1</sup> При решении задачи оптимизации использования ресурсного потенциала промышленной организации один из критериев принимается в качестве ведущего, а остальные могут быть использованы в форме ограничений. После оптимизации по каждому критерию при необходимости может быть осуществлен поиск компромиссного решения.

Компоненты, формирующие ресурсный потенциал промышленной организации

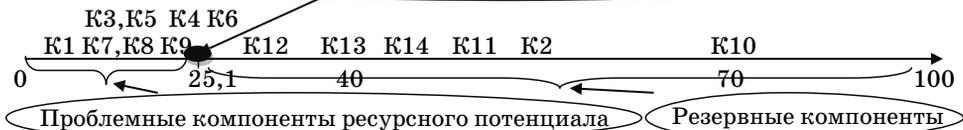


Ресурсный потенциал промышленной организации

Формирование количественно-качественной оценки ресурсного потенциала



Итоговая оценка ресурсного потенциала промышленной организации



Область нечетких множеств на универсальном подмножестве  $k$  организации № 1

Оптимизация, оценка резервов

Поиск и перераспределение ресурсов, оптимизация программной деятельности

- Организационный; управленческий; инвестиционно-финансовый; экономический
- Трудовой, социальный; юридический; информационно-методический; этический; национальный, социокультурный; инновационный; маркетинговый; производственный; технологический (возможно: организационный; управленческий)
- Природно-географический; политический

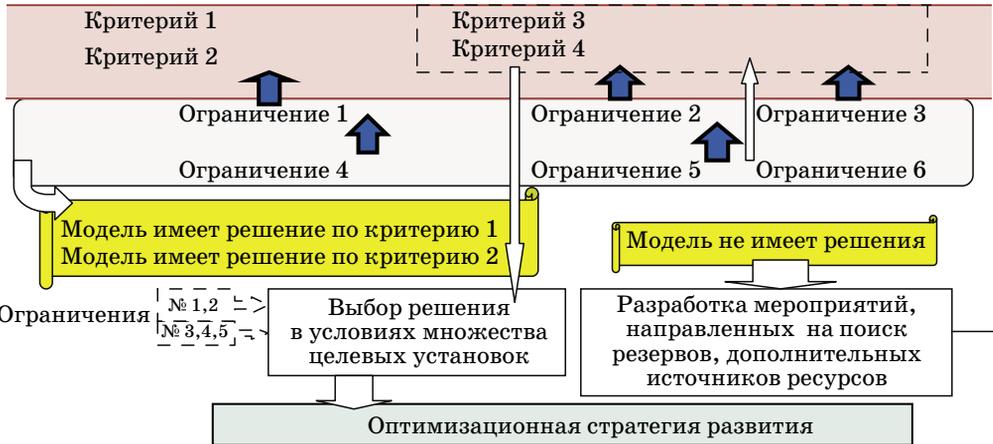


Рис. 1. Экономико-математическая модель планирования оптимального использования ресурсного потенциала организационной культуры производственной компании

При этом следует учитывать следующие ограничения<sup>1</sup>:

– ограничение на наличие ресурсов организации

$$\sum_{i=1}^k \sum_{t=1}^m \sum_{j=1}^n a_{ijt} x_{jt} \leq W_{it}, \quad i = 1 \div k, j = 1 \div n, t = 1 \div n;$$

– ограничение по ассортименту выпускаемой продукции

$$\sum_{t=1}^m \sum_{j=1}^n x_{jt} \leq X_{jt};$$

– ограничение по производственной мощности<sup>2</sup>

$$\sum_{t=1}^m \sum_{j=1}^n x_{jt} \leq PM_{jt};$$

– ограничение по фонду заработной платы

$$\sum_{t=1}^m \sum_{j=1}^n Z_{jt} x_{jt} \leq S_{jt}$$

и численности персонала

$$\sum_{t=1}^m \sum_{j=1}^n f_{jt} x_{jt} \leq F_{jt};$$

– ограничение по размерам социального

$$\sum_{t=1}^m \sum_{j=1}^n o_{jt} x_{jt} \geq O_{jt}$$

и инвестиционного фондов

$$\sum_{t=1}^m \sum_{j=1}^n i_{jt} x_{jt} \geq I_{jt}.$$

При этом должна быть соблюдена не отрицательность переменных.

Переменные, используемые при оптимизации ресурсного обеспечения плана деятельности компании:  $x_j$  — объем производства,  $j = 1, \dots, n$ ;  $t$  — интервал планирования,  $t = 1, \dots, m$ ;  $C_{jt}$  — прибыль от реализации продукции  $j$  в промежутке времени  $t$ ;  $O_{jt}$  — фонд социального развития организации, сформированный в промежуток времени  $t$  от реализации продукции  $j$ ;  $o_{jt}$  — норматив отчислений в социальный фонд с единицы продукции  $j$  в промежуток времени  $t$ ;  $I_{jt}$  — инвестиционный фонд, сформированный в промежуток времени  $t$  от реализации продукции  $j$ ;  $i_{jt}$  — норматив отчислений в инвестиционный фонд с единицы продукции  $j$  в промежуток времени  $t$ ;  $a_{ijt}$  — расход ресурса  $i$  на производство продукции  $j$  в промежуток времени  $t$ ;  $w_{it}$  — запас ресурса  $i$  в промежутке времени  $t$ ;  $X_{jt}$  — необходимый ассортимент выпускаемой продукции в промежутке времени  $t$ ;  $PM_{jt}$  — производственная мощность производства продукции  $j$  в промежутке времени  $t$ ;  $Z_{jt}$  — заработная плата от производства продукции  $j$  в промежутке времени  $t$ ;  $S_{jt}$  — фонд оплаты труда от производства продукции  $j$  в промежутке времени  $t$ ;  $f_{jt}$  — численность персонала, необходимая для производства продукции  $j$  в промежутке времени  $t$ ;  $F_{jt}$  — фактическая численность персонала при производстве продукции  $j$  в промежутке времени  $t$ .

Выбор критерия максимизация прибыли обусловлен главной целью деятельности собственника (предпринимателя) — получение максимальной выгоды. Выбор второго критерия объясняется тем, что оценивая целесообразность процедуры оптимизации программы эффективного использования

<sup>1</sup> При необходимости характер и количество ограничений могут быть уточнены.

<sup>2</sup> Ограничения по пропускной способности оборудования обусловлены располагаемым фондом рабочего времени работы оборудования в плановом периоде, исходя из его количества, сменности работы. В систему ограничений могут быть включены не все группы оборудования, а только лимитирующие, ограничивающие пропускную способность.

ресурсного потенциала промышленной организации, представляется возможность сопоставления затрат и результатов мероприятий используемых для достижения цели. Так, в одной из рассматриваемых нами организаций после проведения оценки результативности затрат выявлена неэффективность исполнения проводимых мероприятий (предельные издержки выше предельного дохода). В этом случае на следующем шаге была реализована процедура пересмотра целей деятельности и возможностей их достижения.

Решение поставленной задачи предлагается осуществлять в среде Matlab (Optimization Toolbox). В рамках данного исследования мы не расписываем подробный алгоритм ввода показателей в систему. Это представлено в [4, с. 102–108]. В программу введены исходные данные (фрагмент которых приведен в табл. 1).

Таблица 1

**Фрагмент матрицы ресурсных ограничений модели оптимизации ресурсного потенциала промышленной организации**

Наименование ограничения	X1	X2	X3	X4	Ограничение
Запасы мяса свинины, т	0,7	1,03	0,8	1,13	≤ 885
Запасы мяса говядины, т	0,63	1,04	0,6	0,3	≤ 883
Производственная мощность, т/квартал	21,0	60,0	44,0	211,0	≤ 875
Постоянные затраты, тыс. р.					= 90 000
Переменные затраты, тыс. р./кг	350	355	350	350	≤ 2 590,0
Трудовые ресурсы, чел.	13	36	5	126	≤ 364
Фонд оплаты труда, тыс. р.	263,6	756,7	200,0	2 661,2	≤ 10 701,6

Устанавливается целевая функция — максимизация прибыли с поквартальным получением итоговых результатов<sup>1</sup>. Оптимальный план структуры производства внутрифирменного плана, исходя из введенных нами исходных данных и ограничений на ресурсы, обеспечивает получение поквартальной суммы прибыли, которую может получить организация. Изменив целевую функцию на максимизацию товарной продукции, получаем другой оптимальный план структуры производства.

Таким образом, нами получена оптимальная структура производства (два варианта ассортимента) путем выбора критериев 1 и 2 в качестве ведущих и учета критериев 3 и 4 (максимизация социального и инвестиционного фондов) в системе ограничений.

Для решения задачи в Matlab при нахождении компромиссного его варианта использовался синтаксис:  $x = \text{linprog}(f, A, b, Aeq, beq, lb, ub)[x, fval, \text{exitflag}, \text{output}, \text{lambda}] = \text{linprog}(\dots)$ <sup>2</sup>. Для одной из рассматриваемых в работе организаций было определено:

<sup>1</sup> При этом мы предполагаем, что цена на продукцию растет поквартально.

<sup>2</sup> Linprog решает задачу линейного программирования:  $x = \text{linprog}(f, A, b, Aeq, beq, lb, ub)$ , определяет набор нижних и верхних границ для проектируемых переменных  $x$  так, что решение всегда находится в диапазоне  $lb \leq x \leq ub$ . Если нет неравенств, то устанавливается  $Aeq = []$  и  $beq = []$ ;  $[x, fval, \text{exitflag}, \text{output}, \text{lambda}] = \text{linprog}(\dots)$  возвращает структурную  $\text{lambda}$ , чьи поля включают в себя множители Лагранжа как решение от  $x$ ;  $\text{exitflag}$  описывает выходные условия ( $> 0$  — данная функция сходится к решению по  $x$ ;  $= 0$  — максимальное число оценки функции или итерации было превышено;  $< 0$  — функция не сходится к некому решению);  $\text{lambda}$  — структура, которая содержит множители Лагранжа при решении по  $x$  (разделенном по типам условий). Поле структуры следующее:  $\text{lower}$  — нижние границы  $lb$ ;  $\text{upper}$  — верхние границы  $ub$ ;  $\text{ineqlin}$  — линейные неравенства;  $\text{eqlin}$  — линейные равенства;  $\text{output}$  — структура, которая содержит информацию об оптимизации. Поле структуры следующее:  $\text{iterations}$  — число выполненных итераций;  $\text{algorithm}$  — используемый алгоритм;  $\text{cgiterations}$  — число PCG итераций (только для крупномасштабного алгоритма).

–  $x$  — компромиссное решение по объему производства, которое необходимо найти;

–  $f = [-0,08; -0,07; 0; -0,06; -0,07; -0,07; -0,05; -0,05; -0,04]$  — коэффициенты, по которым определяются необходимые отчисления в социальный и инвестиционный фонды, исходя из объема производства по критериям 1 и 2 (на основе необходимого размера социального и инвестиционного фондов) в организациях обеспечивающих достижение соответствующих им задач;

– матрица ограничений по выпуску продукции, рассчитанная по критериям 1 и 2:

$$\begin{bmatrix} -0,08 & -0,07 & 0 & -0,06 & -0,07 & -0,07 & -0,05 & -0,05 & -0,04 \\ 1000 & 100 & 0 & 70 & 81 & 81 & 51 & 51 & 66 \\ 1000 & 70 & 0 & 70 & 90 & 90 & 55 & 55 & 70 \end{bmatrix};$$

–  $b = [-0,06; 1500; 1500]$  — суммарные ограничения;

–  $lb = [1000; 70; 0; 70; 81; 81; 51; 51; 66]$  — нижняя граница (минимумы из оптимальных вариантов по критериям 1 и 2);

–  $ub = [1000; 100; 0; 70; 90; 90; 55; 55; 70]$ ; верхняя граница (максимумы из оптимальных вариантов по критериям 1 и 2).

Используя команду  $[x, fval, exitflag, output, lambda] = \text{linprog}(f, A, b, [], [], lb, ub)$  была решена задача по определению компромиссного решения, которое находится внутри области, ограниченной графиками по критериям 1 и 2.

Результаты апробации показали, что ни в одной из предпринимательских организаций, на примере которых был выполнен расчет, нет решения (нет оптимального объема производства при заданных ограничениях, позволяющего максимизировать прибыль и товарную продукцию).

Используя этот вывод, как отправную точку нами получено новое решение. Так, двойственное решение задачи указывает на необходимость увеличения фонда оплаты труда на 334 228 р., 178 500 р., 173 200 р., 38 028,6 тыс. р. соответственно в каждой организации. Тогда становится возможным оптимизировать структуру производства по каждому из критериев. Итоговое решение, при котором суммарный годовой объем производства по каждому из критериев с различием в ассортиментной группе: 3500 т, 1800 т, 6 тыс. т, 147 т для организаций № 1–4 соответственно (вместо — 3394 т, 1760 т, 5956 т, 140 т).

Так, в организации № 1 предлагается на 12,1 % снизить производство колбасной продукции (на которую отмечается пониженный спрос) и увеличить производство полуфабрикатов и консервированной продукции на 57,7 % и 73,4 % соответственно (на данный вид продукции отмечается стабильный спрос и отмечено высокое качество производимого товара). В организации № 2 предлагается увеличить объем производства мясных полуфабрикатов на 102 %, закусок на 41,4 %, но при этом следует снизить производство кондитерских изделий на 21,4 %. В организации № 3, исходя из ограниченных ресурсов и спроса на продукцию предлагается на 5 % снизить производство хлебобулочной продукции, но на 9,8 % увеличить производство кондитерской продукции, которая отмечается как лучший товар на этом рынке. В организации № 4 предлагается увеличить производство хлеба и батона на 6,5 % и 4,5 % соответственно, одновременно снижая производство пирогов на 4,3 %.

Полученные результаты позволяют изыскать резервы для совершенствования методической работы по использованию факторного потенциала промышленной организации. На рис. 2 представлена схема мероприятий, направленных на оптимизацию ресурсного потенциала для организаций № 2–4.

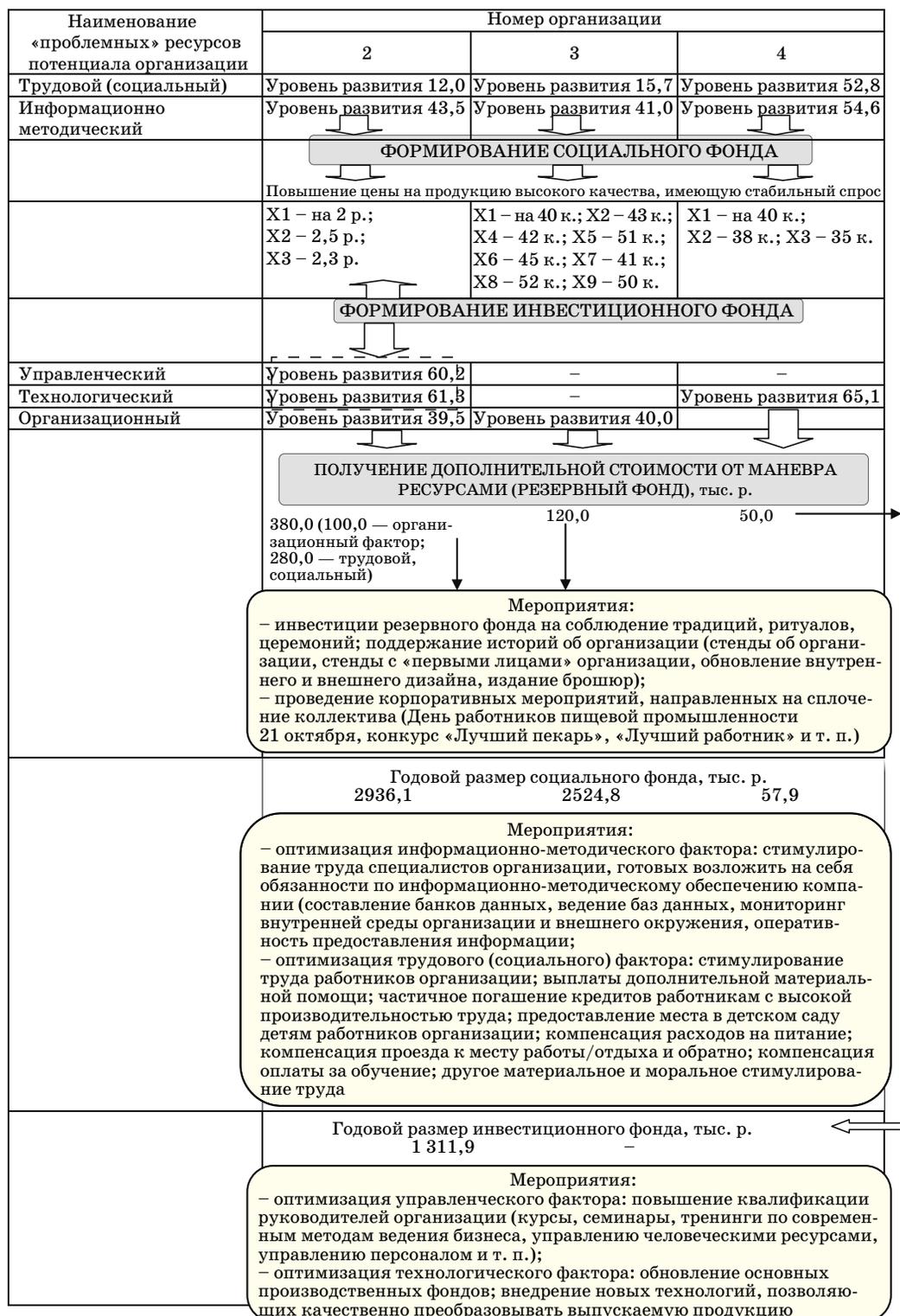


Рис. 2. Схема реализации мероприятий, направленных на оптимизацию внутрифирменного плана использования ресурсного потенциала организаций

Последующая оценка ресурсного потенциала промышленных организаций, положенная в основу методики внутрифирменного планирования (позволившей выявить возможности по привлечению дополнительных ресурсов из списка лимитирующих, после четвертого квартала) показала целесообразность проводимых мероприятий. Так, предельный доход за этот период стал выше предельных издержек.

Возможность последующей оптимизации программы появляется после оптимизации структуры производства в новых условиях, возникших на основе изысканных дополнительных ресурсов. В результате проведенных мероприятий стало возможным повысить ресурсный потенциал промышленных организаций.

Были выявлены такие новые закономерности:

- инвестиционный, финансовый ресурс повышаются по мере увеличения ресурсов, направленных на расшивку других проблемных факторов потенциала промышленной организации;
- производственный ресурс повышается по мере увеличения технологического ресурса;
- организационный ресурс скачкообразно повышается лишь к четвертому кварталу анализируемого периода и растет медленнее остальных;
- наиболее быстрый рост уровня развития ресурсного потенциала наблюдается при увеличении трудового и инновационного ресурсов, а также при уровне развития технологического ресурса в диапазоне от 20 до 40.

Сомнение многих исследователей о том, что между уровнем развития ресурсного потенциала и рентабельностью промышленной организации существует прямая связь, мы попытались развеять, используя подход на основе экономико-математического моделирования процесса количественной оценки возможностей вовлечения в оборот потенциала нематериальных ресурсов (табл. 2).

Таблица 2

**Финансовые результаты до и после оптимизации программы промышленной организации по вовлечению в оборот ее ресурсного потенциала**

Показатель	Номер организации							
	1		2		3		4	
	До	После	До	После	До	После	До	После
Заработная плата, тыс. р./чел.	9,8	10,1	11,0	11,3	12,0	12,2	12,1	12,7
Объем товарной продукции, тыс. р.	899 957	1 015 332,6	525 892	529 020	205 203	209 260	4 942,4	5 429,5
Прибыль, тыс. р.	30 219	54 282,6	14 895	23 567	9 909	12 459	257	410,7
Рентабельность продаж, %	0,034	0,083	0,028	0,045	0,048	0,059	0,052	0,076
Рентабельность продукции, %	0,013	0,018	0,040	0,044	0,051	0,062	0,086	0,088
Годовой экономический эффект, тыс. р.	29 847,8	13 019,7	5 194,9	261,6				

Анализ финансовых результатов до и после оптимизации плана деятельности организации показал, что от уровня развития ресурсного потенциала зависит рост ее рентабельности. Во всех рассматриваемых нами организациях при принятии предложенной программы действий возможно увеличение

среднего размера заработной платы, объемов производства, прибыли, рентабельности.

Показатели рентабельности промышленных организаций позволяют после оптимизации оценить целесообразность реализации мероприятий, направленных на более полное использование их ресурсного потенциала. Так, рентабельность продаж во всех организациях указывает на обоснованность повышения цены при формировании социального и инвестиционного фондов. Повышение цены не отразится на величине спроса на производимую продукцию, однако в организации № 3 прирост спроса происходит медленнее, чем у других организаций-конкурентов. Это свидетельствует о замедленном росте ее конкурентоспособности. Поэтому, формируя программу оптимизации ресурсного потенциала организации на будущий период, необходимо обратить внимание на данный индикатор ценовой политики.

Показатель рентабельности продукции позволяет оценить качество проведенной оптимизации структуры производства. Так, в организации № 3 данный показатель растет быстрее, чем в других организациях-конкурентах, поэтому в будущем периоде необходимо придерживаться выбранного компромиссного варианта, ориентированного на новые объемы производства. В организации № 4, несмотря на самые высокие показатели рентабельности продукции, отмечается низкая динамика к росту данного показателя, что может стать индикатором для пересмотра структуры производства при оптимизации ресурсного потенциала организации в будущем периоде.

#### Список использованной литературы

1. Косякова В. В. Инновационная активность персонала как основной фактор повышения конкурентоспособности предприятия / В. В. Косякова // Проблемы социально-экономического развития Сибири. — 2012. — № 4 (10). — С. 28–33.
2. Косякова В. В. Факторы конкурентоспособности розничных торговых организаций / В. В. Косякова, Н. Я. Боярчук, С. А. Васильева // Проблемы социально-экономического развития Сибири. — 2013. — № 3 (13). — С. 16–21.
3. Слинкова О. К. Сравнительный анализ методик оценки предпринимательской, управленческой и организационной культуры / О. К. Слинкова, П. В. Харитонова // Вестник Новосибирского государственного университета. Сер. : Социально-экономические науки. — 2012. — Т. 12, № 1. — С. 47–54.
4. Харитонова П. В. Внутрифирменное планирование формирования потенциала активизации деятельности промышленных компаний / П. В. Харитонова // Проблемы социально-экономического развития Сибири. — 2013. — № 2 (12). — С. 102–108.
5. Черутова М. И. Центр инновационных методов управления / М. И. Черутова, А. М. Патрусова, Е. В. Трапезникова // Проблемы социально-экономического развития Сибири. — 2012. — № 2. — С. 23–26.

#### References

1. Kosyakova V. V. Personnel 's innovation activity as a key factor to increase competitive capacity of an enterprise. *Problemy sotsialno-ekonomicheskogo razvitiya Sibiri – Problems of socio-economic development of Siberia*, 2012, no. 4 (10), pp. 28–33 (in Russian).
2. Kosyakova V. V., Boyarchuk N. Ya., Vasilyeva S. A. Competitive differentiators of retail commercial organizations. *Problemy sotsialno-ekonomicheskogo razvitiya Sibiri – Problems of socio-economic development of Siberia*, 2013, no. 3 (13), pp. 16–21 (in Russian).
3. Slinkova O. K., Kharitonova P. V. The comparative analysis of techniques estimation of enterprise, administrative and organizational culture. *Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Sotsial'no-ekonomicheskie nauki – Bulletin of Novosibirsk State University: Socio-Economic Sciences*, 2012, vol. 12, no. 1, pp. 47–54 (in Russian).

4. Kharitonova P. V. Management planning to form potential for promoting industrial companies' activity. *Problemy sotsialno-ekonomicheskogo razvitiya Sibiri – Problems of socio-economic development of Siberia*, 2013, no. 2 (12), pp. 102–108 (in Russian).

5. Cherutova M. I., Patrusova A. M., Trapeznikova E. V. Centre for innovation management techniques. *Problemy sotsialno-ekonomicheskogo razvitiya Sibiri – Problems of socio-economic development of Siberia*, 2012, no. 2, pp. 23–26 (in Russian).

### Информация об авторах

*Шуплецов Александр Федорович* — доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой экономики предприятий и предпринимательской деятельности, Байкальский государственный университет экономики и права, 664003, г. Иркутск, ул. Ленина, 11, e-mail: ssa@isea.ru.

*Харитонова Полина Викторовна* — аспирант, кафедра экономики предприятий и предпринимательской деятельности, Байкальский государственный университет экономики и права, 664003, г. Иркутск, ул. Ленина, 11, e-mail: hpv83@mail.ru.

### Authors

*Shupletsov Aleksandr Fyodorovich* — Doctor habil. (Economics), Professor, Chairholder, Dep-t of Enterprise Economics and Entrepreneurship, Baikal State University of Economics and Law, 11 Lenin St., 664003, Irkutsk, Russia, e-mail: ssa@isea.ru.

*Kharitonova Polina Viktorovna* — PhD student, Dep-t of Enterprise Economics and Entrepreneurship, Baikal State University of Economics and Law, 11 Lenin St., 664003, Irkutsk, Russia, e-mail: hpv83@mail.ru.