

## **МОДЕЛЬ ОПТИМИЗАЦИИ ЗАТРАТ НА РЕАЛИЗАЦИЮ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ (НА ПРИМЕРЕ АО «СКК»)**

**Клёвина М.В.**

*Российская Федерация, г. Самара,  
Самарский национальный исследовательский университет  
имени академика С.П. Королева*

**Аннотация.** В статье проведен анализ работ исследователей, на основе которого разработана модель оптимизации. Выдвинута гипотеза о том, что процесс управления рисками можно оптимизировать на этапах исследования факторов, влияющих на рискогенную обстановку предприятия, и подбора целевых показателей в качестве маркеров изменений. Оптимизация процесса управления рисками позволит сократить затраты или перенаправить их на технологическое развитие организации. В рамках данной работы предложена и апробирована модель для промышленного предприятия.

**Ключевые слова:** управление рисками, промышленное предприятие, система «Центр – Агент», затраты на предупредительные мероприятия, корреляционно – регрессионный анализ, оптимизация, экономико-математическое моделирование.

Вопросами оптимизации промышленных предприятий занимались многие исследователи. А.П. Преображенский в своей работе рассматривает применение методов бережливого производства для организации оптимального управления [7].

Исследователи [8, 9] для оптимизации определенных бизнес–процессов предприятия также предлагает использовать методы бережливого производства, в частности «Метод Шесть сигм» и составление карт потоков. Предполагается реализовывать комплексный подход, направленный на снижение затрат за счет совершенствования бизнес–процессов [10].

В качестве методов и способов оптимизации именно промышленных рисков группа исследователей [12] предлагает использовать универсальную методологию, независящую от сферы

деятельности и отрасли организации. Результат – перечень рисков, с учетом которых необходимо выстраивать стратегию развития. Данный анализ является преимущественно качественным, чем количественным. Многие современные предприятия в своей деятельности перед проведением процесса оптимизации внедряют систему контроллинга, обеспечивающую реализацию теории ограничений и рационализации действий. Данная система описана в работах [12 – 15].

Таким образом, можно сделать вывод о том, что ключевым элементом процесса оптимизации выступает выбор целевых показателей независимо от способа совершенствования: применение методик бережливого производства, внедрение системы контроллинга и другие.

В исследовании [16] ранее предложена многоагентная система управления рисками промышленного предприятия, которая характеризует взаимосвязь между Центром (промышленным предприятием) и Агентами (организации, обслуживающие Центр). В данной работе проводится анализ факторов, оказывающих влияние на процесс управления рисками Центра. Стоит отметить, что факторы условно поделены на следующие группы: входные (статистическая информация об объекте исследования), определяемые (анализ текущей ситуации объекта) и корректируемые (результат действий/бездействий по отношению к исследуемому объекту). Деление осуществлено на основе скорости изменения тех или иных показателей. Выдвинута гипотеза о том, что результат процесса управления рисками – перечень значений корректируемых факторов, при которых целевые показатели ( $Y_1$  – выручка и  $Y_2$  – затраты) оптимальны. Целевые показатели предназначены для оценки результатов ликвидации последствий

рискового события. Факторы, влияющие на целевые показатели Центра, представлены в таблице 1.

**Таблица 1 – Факторы Центра**

Группа факторов	Наименование	Условное обозначение
<b>Определяемые факторы</b>	Объем производства городских телефонных кабелей, км	X1
	Объем производства кабелей дальней связи, км	X2
	Объем производства кабелей сигнально-блокировочных, км	X3
	Общий объем производства силовых кабелей, км	X4
	Объем производства автотракторных проводов, км	X5
	Общий объем производства, км	X6
	Размер ущерб, тыс. руб.	X13
<b>Входные факторы</b>	Количество ед. машин и оборудования, ед.	X7
	Количество сотрудников, чел.	X8
<b>Корректируемые факторы</b>	Затраты, направленные на защиту окружающей среды, тыс. руб.	X9
	Затраты, направленные на защиту сотрудников (охрана труда), тыс. руб.	X10
	Затраты, направленные на защиту оборудования предприятия (модернизация, ремонт), тыс. руб.	X11
	Затраты, направленные на защиту готовой продукции предприятия, тыс. руб.	X12

Математическое моделирование осуществляется на основе корреляционно – регрессионного анализа целевых показателей и их факторов. По его результатам формируются зависимости целевой функции оптимальности выручки ( $\hat{Y}_1$ ) и факторов, представленных в таблице 1, а также целевой функции затрат ( $\hat{Y}_2$ ) и факторов, представленных в таблице 1. Получено следующее:

$$\hat{Y}_1 = f(\vec{X}), \vec{X} = \{X_i\}, i = \overline{1, 13}.$$

$$\hat{Y}_2 = f(\vec{X}), \vec{X} = \{X_i\}, i = \overline{1, 13}.$$

Основная задача моделирования заключается в поиске наилучшего решения за счет изменения факторов, на которые руководство организации может повлиять (определяемые и корректируемые факторы). Значения входных факторов и определяемых, на которые руководство организации не может повлиять

одномоментно, являются константами и рассчитываются как среднее арифметическое.

Для целевого показателя «Выручка» математическая модель оптимизации параметров представляет собой уравнение линейной множественной регрессии, а также ограничения. В модели четыре неизвестных корректируемых фактора  $X_9$ ,  $X_{10}$ ,  $X_{11}$ ,  $X_{12}$ . Целевой параметр  $\hat{Y}_1$  стремится к максимуму, так как необходимо увеличивать выручку, чтобы появилась возможность роста прибыли или выделения дополнительных средств на инновации. Параметром  $a_i$  обозначены коэффициенты перед факторами. Модель имеет вид (1):

$$\left\{ \begin{array}{l} \hat{Y}_1 = \sum_{i=1}^{13} a_i X_i + a_0 \rightarrow \max \\ X_9^{\min} \leq X_9 \leq X_9^{\max}, \\ X_{10}^{\min} \leq X_{10} \leq X_{10}^{\max}, \\ X_{11}^{\min} \leq X_{11} \leq X_{11}^{\max}, \\ X_{12}^{\min} \leq X_{12} \leq X_{12}^{\max}. \end{array} \right. \quad (1)$$

Целевой параметр  $\hat{Y}_2$  стремится к минимуму, так как необходимо снижать затраты, чтобы появилась возможность увеличения прибыли. Кроме того, в случае стабильной обстановки в организации (отсутствие внештатных ситуаций) расходы на предупредительные мероприятия могут быть излишними. Их оптимизация позволит перераспределить средства на технологическое развитие. Математическая модель оптимизации затрат имеет вид (2):

$$\left\{ \begin{array}{l} \hat{Y}_2 = \sum_{i=1}^{13} a_i X_i + a_0 \rightarrow \min \\ X_9^{\min} \leq X_9 \leq X_9^{\max}, \\ X_{10}^{\min} \leq X_{10} \leq X_{10}^{\max}, \\ X_{11}^{\min} \leq X_{11} \leq X_{11}^{\max}, \\ X_{12}^{\min} \leq X_{12} \leq X_{12}^{\max}. \end{array} \right. \quad (2)$$

В данной работе проводится апробация разработанных моделей (1) и (2) на примере АО «Самарская кабельная компания» (АО «СКК»). АО «СКК» – промышленное предприятие, расположенное в Самарской области, специализирующееся на выпуске автопроводов и кабельной продукции [17].

Исследование взаимосвязи целевых показателей и факторов, оказывающих на них влияние, выполнено с помощью корреляционно – регрессионного анализа [18]. Результаты корреляционного анализа представлены в таблице 2.

**Таблица 2 – Результат корреляционного анализа (АО «СКК»), 2013 –2024 г., [17]**

	$Y_1$	$Y_2$	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	$X_7$	$X_8$	$X_9$	$X_{10}$	$X_{11}$	$X_{12}$	$X_{13}$
$Y_1$	1,00	-													
$Y_2$	-	1,00													
$X_1$	0,83	0,82	1,00												
$X_2$	0,87	0,86	0,79	1,00											
$X_3$	0,12	0,12	0,53	0,02	1,00										
$X_4$	0,87	0,87	0,97	0,77	0,46	1,00									
$X_5$	0,52	0,55	0,34	0,38	0,19	0,37	1,00								
$X_6$	0,52	0,55	0,34	0,38	0,19	0,37	1,00	1,00							
$X_7$	0,95	0,95	0,95	0,83	0,40	0,95	0,51	0,51	1,00						
$X_8$	0,49	0,52	0,55	0,27	0,22	0,54	0,11	0,11	0,56	1,00					
$X_9$	0,96	0,95	0,72	0,92	0,06	0,76	0,52	0,52	0,86	0,30	1,00				
$X_{10}$	0,94	0,93	0,81	0,81	0,28	0,84	0,66	0,66	0,93	0,32	0,91	1,00			
$X_{11}$	0,93	0,93	0,83	0,76	0,32	0,86	0,59	0,59	0,92	0,34	0,86	0,97	1,00		
$X_{12}$	0,97	0,98	0,85	0,82	0,23	0,88	0,63	0,63	0,96	0,49	0,92	0,98	0,95	1,00	
$X_{13}$	0,90	0,90	0,94	0,81	0,47	0,93	0,61	0,60	0,98	0,46	0,83	0,95	0,92	0,95	1,00

Примечание: выделенные цветом ячейки таблицы показывают факторы, значения которых оказывают влияние на целевые показатели.

Анализируя полученную таблицу, можно сделать вывод о том, что у обоих целевых показателей слабая (меньше 0,7 по модулю) связь с факторами  $X_3$  (Объем производства кабелей сигнально–блокировочных,

км),  $X_5$  (Объем производства автотракторных проводов, км),  $X_6$  (Общий объем производства, км) и  $X_8$  (Количество сотрудников, чел.). Они выбывают из исследования, и регрессионный анализ проводится без учета данных факторов. На основе полученных уравнений математические модели (1) и (2) преобразованы для исследуемого промышленного объекта. Уравнения, характеризующие целевые параметры  $\hat{Y}_1$  и  $\hat{Y}_2$ , получены в результате регрессионного анализа. Значения ограничений для данных моделей (3) и (4) вычислены на основе статистической информации об объекте исследования (взяты средние значения за период).

Модель 3 имеет вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} \hat{Y}_1 = 5557925,39 + 738,71X_9 - 18,62X_{10} + 29,84X_{11} + 633,61X_{12} \rightarrow \max \\ 80,2 \leq X_9 \leq 998,1, \\ 126833 \leq X_{10} \leq 267074, \\ 14935 \leq X_{11} \leq 680941,1, \\ 2073 \leq X_{12} \leq 4880,7. \end{array} \right. \quad (3)$$

Модель 4 имеет вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} \hat{Y}_2 = 3899071,93 - 1161,29X_9 - 12,82X_{10} + 22,89X_{11} + 1010,85X_{12} \rightarrow \min, \\ 80,2 \leq X_9 \leq 998,1, \\ 126833 \leq X_{10} \leq 267074, \\ 14935 \leq X_{11} \leq 680941,1, \\ 2073 \leq X_{12} \leq 4880,7. \end{array} \right. \quad (4)$$

Чтобы найти значения искомым параметров оптимизации моделей (3), (4), используется надстройка «Поиск решения» в Microsoft Excel. Ограничения для факторов  $X_9 - X_{11}$  представляют собой диапазон, включающий минимальное и максимальное значение каждого фактора, значения определяются из статистической выборки. По результатам модели (3) получены оптимальные значения искомым параметров и целевой функции:

$$\hat{Y}_1 = 3646531,4 \text{ тыс. руб.},$$

$$X_9 = 80,2 \text{ тыс. руб.}, X_{10} = 267074 \text{ тыс. руб.},$$

$$X_{11} = 14935 \text{ тыс. руб.}, X_{12} = 4035 \text{ тыс. руб.}$$

Таким образом, рассчитаны оптимальные размеры затрат на предупредительные мероприятия по процессу управления рисками, которые не только позволяют компенсировать ущерб в случае внештатной ситуации, но и не потерять в выручке.

По результаты модели (4) получены оптимальные значения искомым параметров и целевой функции:

$$\hat{Y}_2 = 2819398,1 \text{ тыс. руб.},$$

$$X_9 = 998,1 \text{ тыс. руб.}, X_{10} = 267074 \text{ тыс. руб.},$$

$$X_{11} = 14935 \text{ тыс. руб.}, X_{12} = 2073 \text{ тыс. руб.}$$

Таким образом, рассчитаны оптимальные размеры затрат на предупредительные мероприятия по процессу управления рисками, которые не только позволяют компенсировать ущерб в случае внештатной ситуации, но и оптимизировать затраты на предупредительные мероприятия, направленные на снижение вероятности возникновения внештатной ситуации на основе данных промышленного предприятия АО «СКК».

### **Список литературы**

1. Подчуфаров А.Ю. Эволюция и актуальность управления рисками в российской экономике // Электронные информационные системы. – 2015. – № 2(5). – С. 85-92.
2. Галиева, Г.М. Организация системы управления рисками на российских предприятиях // Финансы и кредит. – 2011. – №34 (466). – С. 57–64.
3. Цуканов А.А. Формирование механизма управления рисками промышленных предприятий (на примере металлургической отрасли) [Текст]: дис. ...канд. экон. наук: 08.00.05 / Александр Александрович Цуканов. – Москва, 2017. – 193 стр.
4. Сиразетдинова А.З. Модель управления рисками проекта на промышленном предприятии // Вестник экономики, права и социологии. – 2012. – №1. – С. 112–116.
5. Бадалова А.Г., Ларионов В.Г., Ушмодина Л.И., Иванова О.Б. Методологический подход к определению экономического эффекта от

управления рисками на промышленных предприятиях // Финансовые исследования. – 2017. – № 3(56). – С. 106–114.

6. Нурмухаметов Н.Н., Ауезова К.Т., Булақбай Ж.М. Комплексное управление риском промышленных предприятий с учетом регионально-отраслевых факторов // Московский экономический журнал. – 2022. – №1. – С. 762 – 771.

7. Преображенский А.П., Линкина А.В. Решение задачи оптимизации ресурсоэффективности предприятия с применением технологий бережливого производства // Вестник ВГУИТ. – Т.83. – №4. С. 321–325.

8. Трофимова Н.Н. Ключевые направления оптимизации бизнес-процессов производственного предприятия на базе внедрения технологии стратегического управления «Lean Six Sigma» // Стратегии бизнеса. – 2021. – Т.9. – №3. С. 89–93.

9. Денисова Я.В., Петрова А.С., Сопин В.Ф. Оптимизация производственного процесса путем внедрения методов бережливого производства // Вестник ВГУИТ. – 2022. – Т.84. – №2. С. 315–323.

10. Балашова Е.С., Громова Е.А. Бережливое производство в Российской промышленности как инновационная стратегия развития // Инновационная наука. 2015. №. 8-1.

11. Нурмухаметов Н.Н., Ауезова К.Т., Булақбай Ж.М. Комплексное управление риском промышленных предприятий с учетом регионально-отраслевых факторов // Московский экономический журнал. – 2022. – №1. С. 762 – 774.

12. Куликова Т.А. Развитие инструментария контроллинга производства // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2021. – № 1. С. 65–77.

13. Гришунин С.В. Разработка концепции риск-контроллинга для промышленного предприятия // Организатор производства. — 2018. — Т.26. — №1. — С. 44–56.

14. Литвинова И.А. Контроллинг как концепция эффективного управления предпринимательской деятельностью // Естественно – гуманитарные исследования. – 2020. – №32 (6). С. 233 – 239.

15. Дорохина Е.Ю. Интеграция управления рисками и контроллинга в строительных проектах // Экономика строительства. – 2022. – №9. С. 138 – 147.

16. Иванов Д.Ю., Ростова Е.П., Клёвина М.В. Моделирование системы управления рисками промышленного предприятия // Вестник Пермского университета. Серия: Экономика. — 2023. — Т. 18. № 3. — С. 247–257

17. АО «Самарская кабельная компания»  
<https://www.samaracable.ru/> (дата обращения 25.04.2025)

18. Котенко А.П., Кузнецова О.А. Эконометрика. Множественная регрессия: Метод. указания к лабораторным работам по направлениям «Экономика», «Менеджмент», «Бизнес-информатика» / сост. А.П. Котенко, О.А. Кузнецова. Самара, 2016. 32с.

**THE MODEL OF COST OPTIMIZATION FOR THE IMPLEMENTATION OF A RISK  
MANAGEMENT SYSTEM FOR AN INDUSTRIAL ENTERPRISE (USING THE  
EXAMPLE OF JSC "SKK")**

**M.V. Klyovina**

*Samara University,  
Samara, Russian Federation*

**Abstract.** The article analyzes the work of researchers, on the basis of which the development of an optimization model is proposed. A hypothesis is put forward that the risk management process can be optimized at the stages of studying the factors affecting the risk environment of the enterprise and selecting target indicators as markers of changes. This will reduce costs or redirect them to the technological development of the organization. Within the framework of this work, a model for an industrial enterprise is proposed and tested.

**Keywords:** risk management, industrial enterprise, Center-Agent system, costs of preventive measures, correlation-regression analysis, optimization, economic and mathematical modeling.