

Международный научно-исследовательский журнал

«Прогрессивная экономика»

№ 2 / 2026 https://progressive-economy.ru/vypusk_1/czelevaya-model-proizvodstvennoj-sistemy-dlya-povysheniya-ustojchivosti-organizacij-oboronno-promyshlennogo-kompleksa/

Научная статья / Original article

Шифр научной специальности ВАК: 5.2.3

УДК 658.5

DOI: 10.54861/27131211_2026_2_376



ЦЕЛЕВАЯ МОДЕЛЬ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ОРГАНИЗАЦИЙ ОБОРОННО- ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Михайловский В.В., аспирант, Всероссийский научно-исследовательский институт «Центр», г. Москва, Россия

123242, Москва, ул. Садовая - Кудринская, 11, стр. 1

Генеральный директор Ассоциации «Научно-технический центр

«РЕСПЕКТ» г. Санкт-Петербург, Россия

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-1809-2967>

e-mail: vladimir@respectspb.ru

Аннотация. В статье решается актуальная проблема повышения устойчивости организаций оборонно-промышленного комплекса (ОПК) через совершенствование их производственных систем (ПС). На основе сравнительного анализа современных концепций построения ПС устойчиво развивающихся промышленных предприятий предложен методический подход к формализации целевой модели производственной системы (ЦМПС). В рамках системного подхода уточнена структура ПС организации ОПК, выделены три ключевые взаимодействующие подсистемы: производственно-технологическая, социальная и управления. Для каждой подсистемы идентифицированы основные факторы повышения устойчивости (дефектности, затрат, стандартизации; компетенций, учета работы, безопасности в работе; реализации воздействий, рационализации производственного цикла) и разработана система формализованных показателей для их оценки. Представлены математические зависимости, описывающие влияние данных факторов на устойчивость подсистем и системы в целом. Результатом исследования является формализованная ЦМПС, обеспечивающая однозначную интерпретацию взаимосвязей ее подсистем и элементов, и предоставляющая научно-методический инструментарий для реинжиниринга ПС с целью повышения устойчивости организаций ОПК в условиях возмущающих воздействий внешней среды. Таким образом, формализованная постановка проблемы повышения устойчивости организации ОПК сводится к решению задачи максимизации показателей устойчивости подсистем её производственной системы при положительной динамике значений этих показателей и заданных ресурсных ограничениях. Данный подход создает теоретический фундамент для



Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.

The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

последующей разработки практических методик обследования, оценки результативности и развития производственных систем организаций ОПК, предусматривающих построение модели динамического изменения состава элементов производственной системы в зависимости от специфики стадий жизненного цикла.

Ключевые слова: оборонно-промышленный комплекс, производственная система, целевая модель, устойчивость, устойчивое развитие, жизненный цикл, производственно-технологическая подсистема, формализация.

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Михайловский В.В. Целевая модель производственной системы для повышения устойчивости организаций оборонно-промышленного комплекса // Прогрессивная экономика. 2026. № 2. С. 376–396.
https://doi.org/10.54861/27131211_2026_2_376.

Статья поступила в редакцию: 22.01.2026 г. Одобрена после рецензирования: 27.02.2026 г. Принята к публикации: 28.02.2026 г.

THE TARGET MODEL OF A PRODUCTION SYSTEM FOR ENHANCING THE RESILIENCE OF DEFENSE-INDUSTRIAL COMPLEX ORGANIZATIONS

*Mikhailovsky V.V., Postgraduate Student, All-Russian Research Institute
"Center", Moscow, Russia
123242, Moscow, Sadovaya-Kudrinskaya str., 11 building 1
General Director of the Association "Respect Scientific and Technical Center",
St. Petersburg, Russia
ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-1809-2967>
e-mail: vladimir@respectspb.ru*

Abstract. The article solves the urgent problem of increasing the sustainability of organizations of the military-industrial complex (MIC) through the improvement of their production systems. Based on a comparative analysis of modern concepts of building a management system for sustainably developing industrial enterprises, a methodological approach to formalizing the target model of the production system (CMPS) is proposed. Within the framework of the system approach, the structure of the PS of the defense industry organization has been clarified, three key interacting subsystems have been identified: production and technological, social and management. For each subsystem, the main factors of increasing sustainability (defects, costs, standardization; competencies, accounting for work, safety at work; implementation of impacts, rationalization of the production cycle) have been identified and a system of formalized indicators has been developed for their assessment. Mathematical dependencies describing the influence of these factors on the stability of subsystems and the system as a whole are presented. The result of the research is a formalized CMPS, which provides an unambiguous interpretation of the interrelationships of its subsystems and elements, and provides scientific and methodological tools for reengineering control systems in order to increase



the stability of defense industry organizations in the conditions of disturbing environmental influences. Thus, the formalized formulation of the problem of increasing the sustainability of the defense industry organization is reduced to solving the problem of maximizing the sustainability indicators of the subsystems of its production system with positive dynamics of the values of these indicators and given resource constraints. The proposed approach serves as a theoretical basis for the development of practical methods for the examination, assessment of the effectiveness and development of production systems of defense industry organizations, providing for the construction of a model of dynamic changes in the composition of the production system depending on the specifics of the stages of the life cycle.

Keywords: defense-industrial complex, production system, target model, resilience, sustainable development, life cycle, production-technological subsystem, formalization.

JEL classification: D21, D24, D25

Conflict of interest. The author declares that there is no conflict of interest.

For citation: Mikhailovsky V.V. (2026). Tselevaya model' proizvodstvennoi sistemy dlya povysheniya ustoichivosti organizatsii oboronno-promyshlennogo kompleksa [The target model of a production system for enhancing the resilience of defense-industrial complex organizations]. *Progressivnaya ekonomika* [Progressive Economy], 2, 376–396. https://doi.org/10.54861/27131211_2026_2_376. (In Russ., abstract in Eng.)

The article was submitted to the editorial office: 22/01/2026. Approved after review: 27/02/2026. Accepted for publication: 28/02/2026.

Введение

Повышение устойчивости функционирования интегрированных структур и отдельных организаций оборонно-промышленного комплекса (ОПК) является стратегической задачей, обусловленной необходимостью гарантированного выполнения государственного оборонного заказа в условиях динамичной и нестабильной внешней среды. Одним из ключевых инструментов решения этой задачи выступает внедрение современных концепций построения производственных систем (ПС), ориентированных на результативность, эффективность и адаптивность [1].

Несмотря на наличие позитивных практик и разработок в области стандартизации понятийного аппарата ПС, отсутствие единого системного подхода и обязательного характера соответствующих требований ограничивает их широкомасштабное применение в межотраслевой кооперации поставщиков исполнителей государственного оборонного заказа [1]. Существующие наработки зачастую носят фрагментарный характер и не обеспечивают целостного видения взаимосвязей элементов ПС с конечной целью – повышением устойчивости организации в рамках функционирования механизмов её устойчивого развития.

Целью настоящего исследования является разработка теоретических положений и научно-методических рекомендаций по построению целевой модели производственной системы организации ОПК. Модель призвана

обеспечить однозначную интерпретацию структуры ПС, описание основных взаимосвязей её подсистем и элементов, а также формализованный инструментарий для реинжиниринга, направленного на повышение устойчивости.

Обзор литературы

Вопросы теоретического обобщения практики организации производственной деятельности в оборонных и гражданских отраслях промышленности рассмотрены в исследованиях, проведенных В.Г. Алиевым [2], Цветковым В.А. и О.В. Бондарской [3], С.С. Голубевым и А.Г. Щербаковым [4], М. Имаи [5], Е.О. Павловым и В.А. Монаховым [6], Л.М. Сеница [7], Р.А. Фатхутдиновым [8] и другими авторами. Проблемы организации управления в промышленности наиболее глубоко раскрыты в научных работах А.Д. Бобрышева [9; 10; 11], А.Н. Головиной, В.Ж. Дубровского и А.А. Пешковой [12], П.Г. Грибова и К.В. Балдина [10], О.Е. Гудковой [13, 14], А.В. Казинцева [15], М.В. Чекадановой и М.Г. Витушкиной [11], Х. Такеда [16] и других.

Среди работ в области организации производственной деятельности необходимо выделить интересные идеи, представленные в трудах Д.П. Вумека и Д.Т. Джонса [17], Д. Вани и С. Дишпанди [18], Э.М. Голдратта [19], С.А. Обозова [20], Т. Оно [21], С. Синго [22] и других. В целом, научный аппарат базисных основателей в данной области исследований, а также сложившиеся по многим вопросам обоснованные взгляды и позиции, отражённые в многочисленных научных трудах российских и зарубежных учёных, послужили теоретической основой методического подхода, рассмотренного в статье. При этом формализация целевой модели производственной системы в решении задачи повышения её устойчивости в рамках функционирования механизмов устойчивого развития организации ОПК рассматривается впервые.

Материалы и методы

Методологической основой исследования выступил системный подход, рассматривающий организацию как сложную систему, способную возвращаться в состояние равновесия после возмущающих воздействий [9, с. 84–101]. В основу положен принцип «слабого звена», согласно которому устойчивость системы в целом определяется устойчивостью её наименее стабильного элемента. В работе применялись следующие методы: анализ и синтез, иерархическая классификация, обобщение, математическое и графическое моделирование. Для обеспечения однозначности результатов соблюдались принципы иерархии, абстрагирования, непротиворечивости и полноты описания. Область моделирования ограничена стадиями жизненного цикла «Производство» и «Капитальный ремонт».

Структуризация производственной системы организации ОПК

В расширенных категориальных границах [23], учитывающих сквозные процессы управления жизненным циклом и ресурсное обеспечение, ПС



высокотехнологического предприятия ОПК предлагается рассматривать как единство трех взаимодействующих подсистем [2; 8; 9; 10]:

1. Производственно-технологическая подсистема (ПТП) – объект управления, обеспечивающий преобразование исходных материальных ресурсов в конечную продукцию;

2. Социальная подсистема (СП) – объект управления, охватывающий процессы организации труда и использования кадрового потенциала;

3. Подсистема управления (ПУ) – субъект управления, координирующий взаимодействие ПТП и СП для достижения целей организации.

Взаимосвязи подсистем реализуются взаимодействием элементов ПС при следовании основным принципам, присущим современным концепциям построения ПС (клиентоориентированность, устранение потерь, вовлеченность персонала и др.). На основе сравнительного анализа современных концепций ПС (включая GM-GMS/BIQS, TPS/SQAM и др.) [16, 18, 20, 21, 24] был выявлен и структурирован упорядоченный состав из 34 ключевых элементов ПС, взаимосвязи которых с базовыми принципами отображены на рисунке 1.

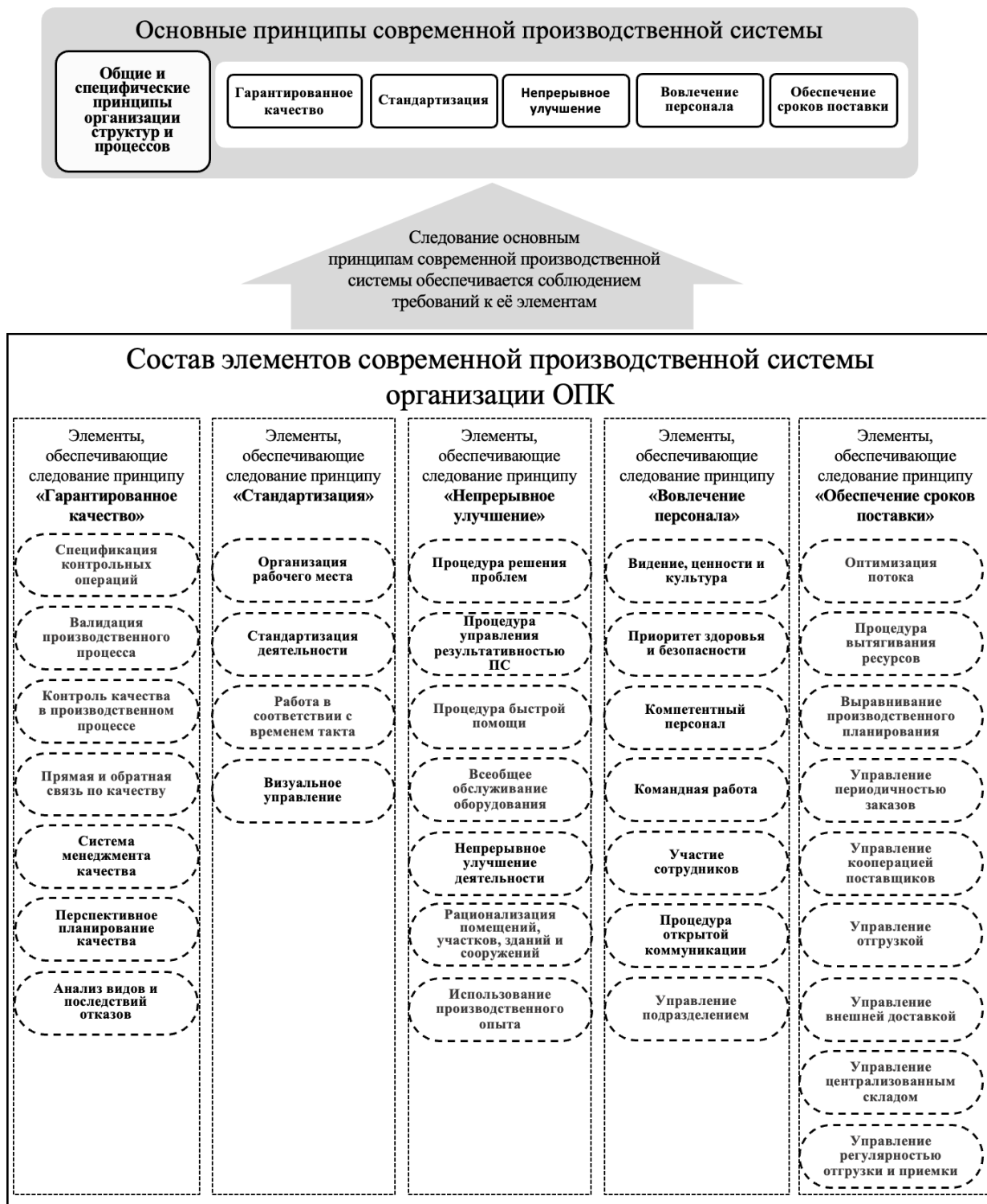


Рис. 1. Взаимосвязи элементов ПС с принципами, присущими современной концепции её построения

Источник: составлено автором по данным [1; 23; 24]

Fig. 1. Interrelations of the elements of the PS with the principles inherent in the modern concept of its construction

Source: compiled by the author based on [1; 23; 24]

Факторы и показатели устойчивости подсистем производственной системы

Для каждой подсистемы выделены ключевые факторы, оказывающие непосредственное влияние на её устойчивость – таблица 1.

Таблица 1

Основные факторы устойчивости подсистем ПС организации ОПК

Table 1

The main factors of sustainability of the subsystems of the defense industry organization

Подсистема ПС	Фактор устойчивости, φ	Основная функция фактора
Производственно-технологическая (ПТП)	Дефектности (Д)	Обеспечение соответствия свойств продукции установленным требованиям
	Затрат (З)	Исключение необоснованных затрат в основных и вспомогательных процессах
	Стандартизации (СТ)	Нормативное закрепление порядка соблюдения требований, установленных к производственным процессам
Социальная (СП)	Компетенций (К)	Обеспечение надлежащего уровня компетенций работников и обеспеченности предприятия компетентными работниками
	Учета работы (У)	Обеспечение надлежащей эффективности использования трудовых ресурсов
	Безопасности в работе (Б)	Обеспечение здоровья работников и безопасности условий труда
Управления (ПУ)	Реализации воздействий (РВ)	Обеспечение надлежащей результативности реализуемых воздействий, направленных на выполнение производственного плана и предотвращение причин возникновения несоответствий ПКИ, выявленных в эксплуатации финального изделия
	Рационализации производственного цикла (РЦ)	Обеспечение синхронизации производственного такта с производственным циклом

Источник: составлено автором по данным [1, 23, 24]

Source: compiled by the author based on [1, 23, 24]

Взаимосвязи факторов внутри каждой подсистемы проиллюстрированы графами (рисунки 2–4).

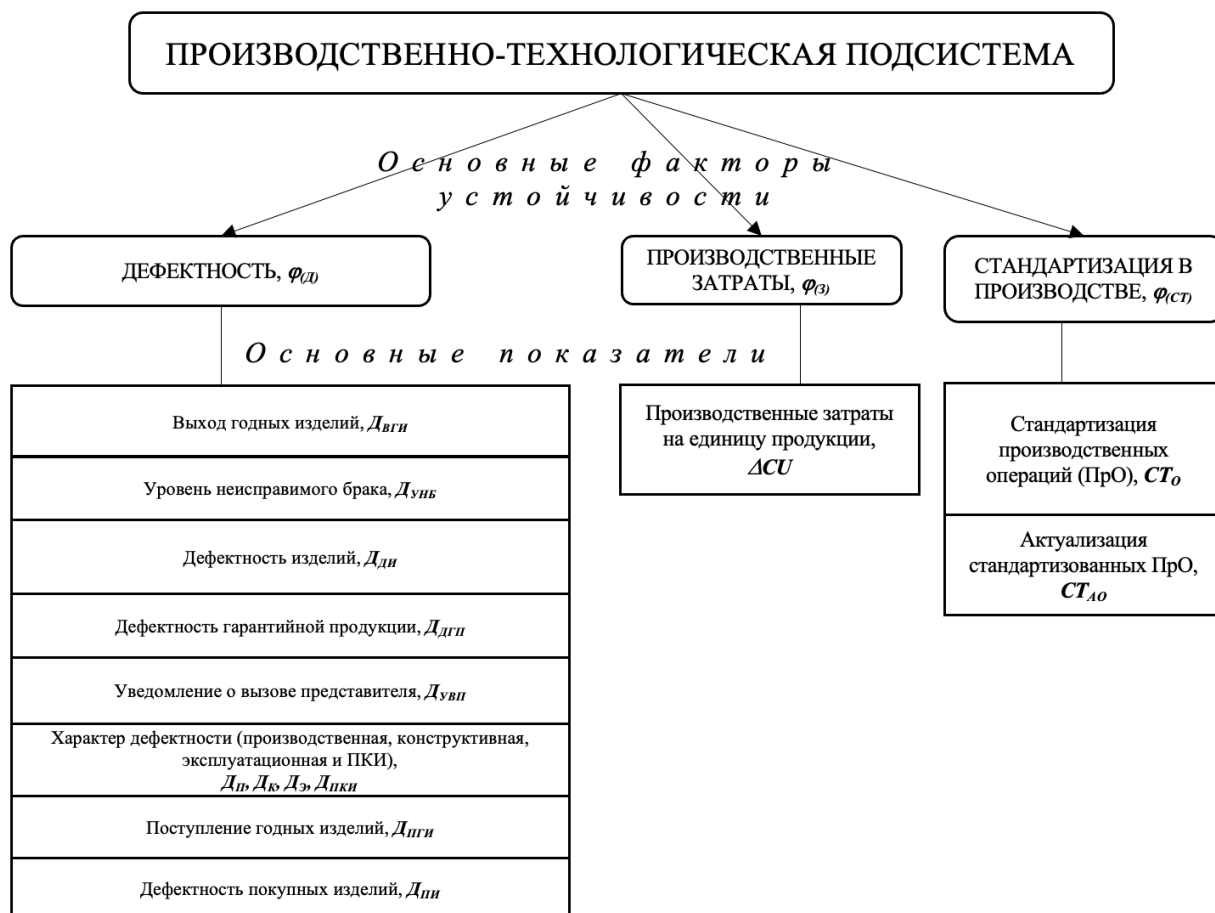


Рис. 2. Взаимосвязи факторов устойчивости производственно-технологической подсистемы

Источник: адаптировано автором по данным [1; 10; 23; 24]

Fig. 2. Interrelations of sustainability factors of the production and technological subsystem

Source: adapted by the author based on [1; 10; 23; 24]

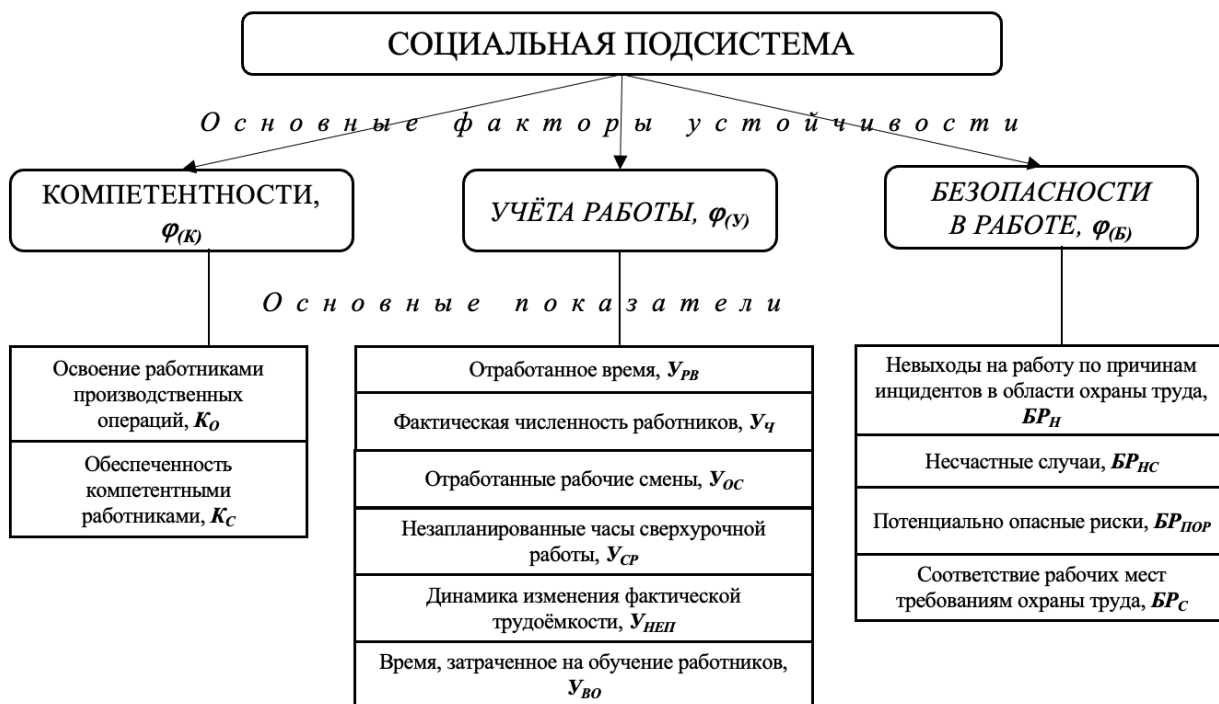


Рис. 3. Взаимосвязи факторов устойчивости социальной подсистемы

Источник: адаптировано автором по данным [1; 10; 23; 24]

Fig. 3. Interrelations of sustainability factors of the social subsystem

Source: adapted by the author based on [1; 10; 23; 24]

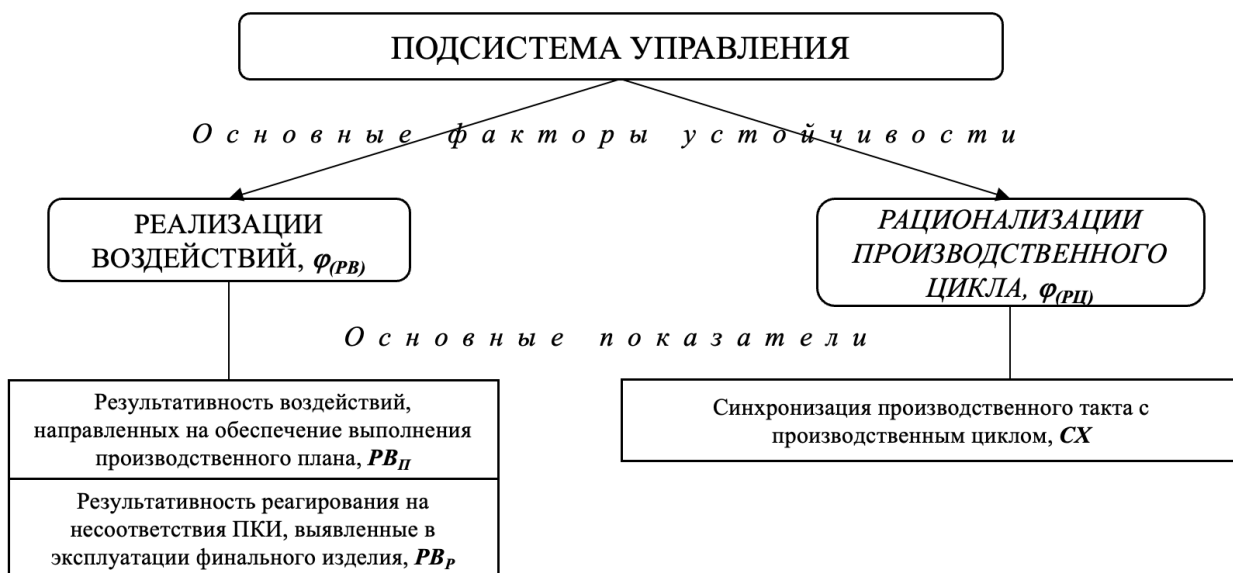


Рис. 4. Взаимосвязи факторов устойчивости подсистемы управления

Источник: адаптировано автором по данным [1; 10; 23; 24]

Fig. 4. Interrelations of stability factors of the management subsystem

Source: adapted by the author based on [1; 10; 23; 24]

Формализация оценки устойчивости подсистем

Влияние каждого фактора на устойчивость подсистемы описано совокупностью формализованных показателей.

1. Производственно-технологическая подсистема

– Влияние фактора дефектности $\varphi_{(D)}$ описывается системой из 11 коэффициентов ($D_{ВГИ}$, $D_{УНБ}$, ..., $D_{ПИ}$), характеризующих дефектность на различных этапах: в производстве, на входном контроле, в эксплуатации (см. формулы (1)–(13), таблицу 2).

– Влияние фактора затрат $\varphi_{(З)}$ характеризуется динамикой удельных производственных затрат (формулы (14)–(16), таблица 2).

– Влияние фактора стандартизации $\varphi_{(СТ)}$ оценивается через уровень стандартизации операций ($СТ_О$) и их актуальности ($СТ_{АО}$), см. формулы (17)–(18).

Таблица 2

Коэффициенты факторов устойчивости производственно-технологической подсистемы производственной системы

Table 2

Coefficients of sustainability factors of the production and technological subsystem of the production system

Индекс	Содержание характеризующих признаков
	Фактор дефектности, $\varphi_{(D)}$
$D_{ВГИ}$	Среднее арифметическое долей бездефектных изделий, прошедших через производственное подразделение в организации без доработок в общем объеме изготовленных готовых изделий, рассчитываемое по производственным участкам производственного подразделения уровня цеха или вида производства в составе организации ОПК как $D_{ВГИ/CP} = \frac{\sum_{i=1}^n D_{ВГИ}}{n}$. (1) При этом $D_{ВГИ} = 1 - \frac{Qh}{Q}$, (2) где, Qh – количество бездефектных изделий, Q – общий объем изготовленных изделий, n – индекс порядкового номера производственного участка в организационной структуре производства
$D_{УНБ}$	Доля забракованных изделий в их общем объеме, $D_{УНБ} = 1 - \frac{N_{НБ}}{Q}$, (3) где $N_{НБ}$ – количество забракованных изделий
$D_{ОД}$	Среднее арифметическое долей выявленных дефектов в общем количестве изготовленных изделий, рассчитываемое по n -производственным участкам производственного подразделения уровня цеха или вида производства в составе организации ОПК как $D_{ОД} = \frac{\sum_{i=1}^n D_{ОДn}}{n}$. (4) При этом $D_{ОДn} = 1 - \frac{N_d}{Q}$, (5) где, N_d – общее количество выявленных дефектов
$D_{ДИ}$	Доля изделий, отказавших в эксплуатации в общем объеме переданных в эксплуатацию изделий в соответствии с требованиями документов военной стандартизации, $D_{ДИ} = 1 - \frac{N_{Отказ}}{Q_{Отгр}}$, (6) где, $N_{Отказ}$ – количество отказов, $Q_{Отгр}$ – общий объем отгруженных заказчику изделий
$D_{УВП}$	Доля уведомлений о вызове представителя поставщика в организацию-заказчика в общем количестве отгруженных заказчику (переданных в эксплуатацию) изделий, $D_{УВП} = 1 - \frac{CL}{Q_{Отгр}}$, (7) где, CL – количество уведомлений о вызове представителя заказчика
$D_{П}$	Доля дефектов производственного характера, выявленных в гарантийный период эксплуатации в общем объеме изделий, отгруженных заказчику,

	$D_{\Pi} = 1 - \frac{N_{д/пр}}{Q_{отгр.}}$, (8) где, $N_{д/пр}$ – количество производственных дефектов
D_K	Доля дефектов конструктивного характера, выявленных в гарантийный период эксплуатации в общем объёме изделий, отгруженных заказчику, $D_K = 1 - \frac{N_{д/к}}{Q_{отгр.}}$, (9) где, $N_{д/к}$ – количество конструктивных дефектов
$D_{\text{Э}}$	Доля дефектов эксплуатационного характера, выявленных в гарантийный период эксплуатации в общем объёме изделий, отгруженных заказчику, $D_{\text{Э}} = 1 - \frac{N_{д/э}}{Q_{отгр.}}$, (10) где, $N_{д/э}$ – количество эксплуатационных дефектов
$D_{ПКИ}$	Доля дефектов комплектующих изделий и материалов, поставленных поставщиками по кооперации (далее – ПКИ), выявленных в гарантийный период эксплуатации в общем объёме изделий, отгруженных заказчику, $D_{ПКИ} = 1 - \frac{N_{д/пки}}{Q_{отгр.}}$, (11) где, $N_{д/пки}$ – количество дефектов по вине поставщика ПКИ
$D_{ВХ}$	Доля ПКИ, отклонённых на входном контроле*, в общем объёме ПКИ, поступивших на входной контроль, $D_{ПКИ} = 1 - \frac{N_{вх/д}}{Q_{вх}}$, (12) где, $N_{вх/д}$ – количество ПКИ, отклоненных на входном контроле, $Q_{ВХ}$ – общий объём ПКИ, поступивших на входной контроль
$D_{ПЭ}$	Доля производственных и эксплуатационных дефектов, вызванных ненадлежащим качеством ПКИ, общему объёму поступивших ПКИ $D_{ПЭ} = 1 - \frac{N_{д/пки}}{Q_{пки}}$, (13) где, $N_{д/пки}$ – количество дефектов, вызванных ПКИ, поступившими от поставщика по кооперации; $Q_{ПКИ}$ – общий объём ПКИ, поступивших от поставщика по кооперации
<i>Фактор производственных затрат, $\varphi_{(З)}$</i>	
ΔCU	Изменение удельных производственных затрат, понесенных организацией ОПК** в текущий отчётный период по отношению к удельным затратам, понесённым в предыдущем отчётном периоде, рассчитываемое как $\Delta CU = \frac{CU_{тек.}}{CU_{пред.}}$, (14) При этом $CU_{ТЕК.}$ – удельные производственные затраты, понесённые в текущий отчётный период, рассчитываемые как $CU_{ТЕК.} = \frac{З_{тек.}}{Q_{тек.}}$, (15) $CU_{ПРЕД.}$ – удельные производственные затраты, понесённые в предыдущий отчётный период, рассчитываемые как $CU_{ТЕК.} = \frac{З_{пред.}}{Q_{пред.}}$, (16) где $З_{ТЕК.}$ – производственные затраты, понесённые в текущий отчётный период; $Q_{ТЕК.}$ – общий объём изделий, изготовленных в текущий отчётный период; $З_{ПРЕД.}$ – производственные затраты, понесённые в предыдущий отчётный период; $Q_{ПРЕД.}$ – общий объём изделий, изготовленных в предыдущий отчётный период
<i>Фактор стандартизации в производстве, $\varphi_{(СТ)}$</i>	
CT_O	Доля стандартизованных производственных операций (далее – ПрО) в общем их количестве, $CT_O = \frac{S_{СТ}}{S}$, (17) где, $S_{СТ}$ – количество стандартизованных ПрО, S – общее количество ПрО;
CT_{AO}	Доля актуализированных стандартизованных ПрО в плановом их количестве, $CT_{AO} = \frac{Sa/\phi}{Sa/n}$, (18) где, Sa/ϕ – количество актуализированных ПрО, Sa/n – общее количество ПрО, запланированных к актуализации

* Составные части, комплектующие изделия, в том числе покупные изделия по ГОСТ 2.101-2016 «Единая система конструкторской документации. Виды изделий» и изделия, получаемые в порядке кооперации, комплектующие изделия межотраслевого применения в соответствии с требованиями документов военной стандартизации и материалы, поступающие от организаций-поставщиков, для изготовления образцов (систем, комплексов), в том числе военной техники, их составных частей, а также на сырье, поступающее для изготовления материалов в том числе военного назначения.

** Начиная от складов материальных ресурсов до складов готовой продукции, включая затраты на устранение дефектов всех видов, учитываемых для оценки влияния фактора дефектности $\varphi_{(д)}$.

Источник: составлено автором по данным [1; 23; 24]

Source: compiled by the author based on [1; 23; 24]

Обобщенное целевое состояние устойчивости ПТП:

$$\varphi(\text{ПТП}) = \{\varphi(\text{Ц}) \rightarrow \text{Ц}_д; \varphi(\text{З}) \rightarrow \text{Ц}_з; \varphi(\text{СТ}) \rightarrow \text{Ц}_{\text{СТ}}\}, \quad (19)$$

где Ц – целевые значения показателей.

2. Социальная подсистема

– Фактор компетенций $\varphi(K)$ оценивается через долю освоенных производственных операций (K_O) и укомплектованности квалифицированными кадрами (K_C), см. формулы (20)–(21), таблицу 3.

– Фактор учета работы $\varphi(Y)$ описывается шестью коэффициентами ($Y_{PB}, Y_{ч}, \dots, Y_{BO}$), отражающими использование рабочего времени, численности и времени на обучение, а также изменение фактической трудоёмкости (формулы (22)–(32), таблица 3).

– Фактор безопасности в работе $\varphi(B)$ оценивается по показателям невыходов (OT_H), несчастных случаев (OT_{HC}), а также ликвидации потенциально опасных зон ($OT_{ПОР}$) и соответствия рабочих мест (OT_C), см. формулы (33)–(36), таблица 3.

Таблица 3

Коэффициенты факторов устойчивости социальной подсистемы производственной системы

Table 3

Coefficients of sustainability factors of the social subsystem of the production system

Индекс	Содержание характеризующих признаков
Фактор компетентности, $\varphi(K)$	
K_O	Доля соответствия освоенных всеми сотрудниками производственных операций (ПрО) в группе ПрО по отношению к плановому количеству ПрО, установленных к освоению в группе ПрО, $K_O = \frac{S_o}{S_{п}}$, (20) где, S_o – количество освоенных ПрО в группе ПрО, $S_{п}$ – запланированное к освоению количество ПрО в группе ПрО
K_C	Доля с соответствия сотрудников, освоивших группу ПрО по отношению к плановому количеству квалифицированных сотрудников, необходимых для выполнения группы ПрО, $K_C = \frac{P_{so}}{P_{сп}}$, (21) где, P_{so} – количество работников, освоивших все ПрО, $P_{сп}$ – запланированное количество работников для освоения всех ПрО
Фактор учёта работы, $\varphi(Y)$	
Y_{PB}	Агрегированная доля фактически отработанных часов на сумме n -участков в плановом их количестве на всех участках (Y_{PB}), рассчитываемая как произведение долей фактически отработанных часов на n -участке в плановом их количестве на данном участке (Y_{PBn}), рассчитываемая как $Y_{PB} = \prod_{i=1}^n Y_{PBni}$. (22) При этом $Y_{PBni} = \frac{T_{фi}}{T_{пi}}$, (23), где, $T_{ф}$ – общее количество отработанного времени в часах, $T_{п}$ – плановое количество отработанного времени в часах, n – индекс порядкового номера производственного участка в организационной структуре производства
$Y_{ч}$	Среднее арифметическое долей фактической численности работников, относительно плановой, рассчитываемое по n -производственным участкам как $Y_{ч} = \frac{\sum_{i=1}^n Y_{чni}}{n}$. (24) При этом доля фактической численности работников, относительно плановой на n -производственном участке ($Y_{чn}$) рассчитывается как $Y_{чn} = \frac{Ч_{фn}}{Ч_{пn}}$, (25), где, $Ч_{ф}$ – фактическая численность работников, $Ч_{п}$ – плановая численность работников
Y_{OC}	Среднее арифметическое долей фактически отработанных рабочих дней в общем плановом их количестве, рассчитываемое по производственным участкам производственного



	<p>подразделения уровня цеха или вида производства в составе организации как $V_{OC} = \frac{\sum_{i=1}^n V_{OCn}}{n}$, (26)</p> <p>где доля фактической численности работников относительно плановой на n-производственном участке (V_{OCn}) рассчитывается как $V_{OCn} = \frac{Д_{нф}}{Д_{нп}}$, (27) где, $Д_{нф}$ – фактическое количество отработанных дней, $Д_{нп}$ – запланированное количество рабочих дней</p>
$У_{CP}$	<p>Доля незапланированных нормо-часов сверхурочной работы к общему запланированному их количеству, $У_{CP} = 1 - \frac{НЧ_{в/п}}{НЧ_{п}}$, (28) где, $НЧ_{в/п}$ – незапланированное количество нормо-часов сверхурочной работы, $НЧ_{п}$ – запланированное количество нормо-часов сверхурочной работы</p>
$У_{НЕП}$	<p>Изменение фактической трудоёмкости в текущий отчётный период ($ТР_{тек.}$) по отношению к такой трудоёмкости в предыдущий отчётный период ($ТР_{пред.}$) во всём потоке производства: от складов материальных ресурсов до складов готовой продукции, по всей номенклатуре всего количества изготовленных изделий (Q) в отчётный период.</p> <p>$У_{НЕП} = 1 - \frac{ТР_{тек.} / Q_{тек.}}{ТР_{пред.} / Q_{пред.}}$. (29)</p> <p>При этом $ТР_{тек.} = P_{тек.} * НЧ_{ф/тек.}$, (30) $ТР_{пред.} = P_{пред.} * НЧ_{ф/пред.}$, (31)</p> <p>где $P_{тек.}$ – количество работников, задействованных в производстве в текущем отчётном периоде, $НЧ_{ф/тек.}$ – количество отработанных нормо-часов в текущем отчётном периоде, $P_{пред.}$ – количество работников, задействованных в производстве в предыдущем отчётном периоде; $НЧ_{ф/пред.}$ – количество отработанных нормо-часов в предыдущем отчётном периоде</p>
$У_{ВО}$	<p>Среднее арифметическое долей часов обучения работников на n-участке в плановом количестве часов обучения, в отчётный период, рассчитываемое как $У_{ВО/CP} = \frac{\sum_{i=1}^n V_{BOн}}{n}$. (32)</p> <p>При этом доля часов обучения работников на n-участке в плановом количестве часов обучения, в отчётный период ($V_{BOн}$) рассчитывается как $V_{BOн} = \frac{t_{об/ф}}{t_{об/п}}$, (33) где, $t_{об/ф}$ – фактическое количество часов обучения в отчётный период; $t_{об/п}$ – запланированное количество часов обучения в отчётный период</p>
Фактор безопасности в работе, $\varphi_{(Б)}$	
$БР_{Н}$	<p>Доля невыходов на работу работников, в общем количестве рабочих дней в течение одной полной смены или более, по причинам возникновения инцидентов в области охраны труда по отношению к фактическому количеству рабочих дней в течение отчетного периода, $БР_{Н} = 1 - (\frac{Н_{р}}{Д_{нф}})$, (34) где, $Н_{р}$ – количество невыходов работников, в днях, по причинам, связанным с инцидентами в области охраны труда, возникшими в течение отчетного периода</p>
$БР_{НС}$	<p>Доля несчастных случаев в фактическом количестве отработанных рабочих дней, $БР_{НС} = 1 - (\frac{Т_{р}}{Д_{нф}})$, (35) где, $Т_{р}$ – количество травм или заболеваний, возникших вследствие выполнения работ, требующих медицинского лечения в течение отчетного периода</p>
$БР_{ПОР}$	<p>Доля ликвидированных потенциально опасных зон (ПОЗ) в количестве идентифицированных потенциально опасных зон (ИПЗ), $БР_{ПОР} = \frac{Л_{пз}}{И_{пз}}$, (36)</p> <p>где, $Л_{пз}$ – количество ликвидированных ПОЗ; $И_{пз}$ – количество ИПЗ</p>
$БР_{С}$	<p>Доля рабочих мест (РМ), соответствующих требованиям охраны труда в общем количестве РМ, $БР_{С} = \frac{С_{рм}}{О_{рм}}$, (37) где, $С_{рм}$ – количество РМ, соответствующих требованиям охраны труда, $О_{рм}$ – общее количество РМ</p>

Источник: составлено автором по данным [1; 23; 24]

Source: compiled by the author based on [1; 23; 24]

Обобщенное целевое состояние устойчивости СП:

$$\varphi_{(СП)} = \{\varphi_{(К)} \rightarrow Ц_{К}; \varphi_{(У)} \rightarrow Ц_{У}; \varphi_{(Б)} \rightarrow Ц_{Б}\}. \quad (38)$$

3. Подсистема управления

– Фактор реализации воздействий $\varphi_{(РВ)}$ оценивается как результативность воздействий, направленных на обеспечение выполнения производственного плана по объему, ассортименту и очередности ($РВ_{П}$) и



Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.

The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

результативность реагирования на несоответствия ПКИ, выявленных в эксплуатации финального изделия (P_{BP}) при возмущающих воздействиях внешней среды [формулы (39)-(43) таблицы 4].

– Фактор рационализации производственного цикла $\varphi_{(PC)}$ характеризуется синхронизацией времени производственного такта со временем производственного цикла при возмущающих воздействиях внешней среды [формула (44) таблицы 4].

Таблица 4

**Коэффициенты факторов устойчивости подсистемы управления
производственной системы**

Table 4

**Coefficients of stability factors of the production system management
subsystem**

Индекс	Содержание характеризующих признаков
Фактор реализации воздействий, $\varphi_{(PB)}$	
P_{BP}	Агрегированная результативность реализации воздействий, направленных на обеспечение выполнения производственного плана (P_{BP}) по объему, ассортименту и последовательности, $P_{BP} = P_{шт} * P_{ACC} * P_{ПОСЛЕД}$. (39) При этом, $P_{шт} = \frac{Q_{\Phi}}{Q_{п}}$ (40), где Q_{Φ} – общий объем фактически произведённой продукции, $Q_{п}$ – запланированный объем продукции; $P_{ACC} = \frac{Q_{\Phi m}}{Q_{п m}}$, (41) где $Q_{\Phi m}$ – объем фактически произведённой продукции m-наименования в ассортименте, $Q_{п m}$ – запланированный объем продукции m-наименования в ассортименте; $P_{ПОСЛЕД} = \frac{Q_{\Phi m/sec}}{Q_{п m/sec}}$, (42) где $Q_{\Phi m/sec}$ – объем фактически произведённой продукции m-наименования в ассортименте в соответствии с запланированной последовательностью, $Q_{п m/sec}$ – запланированный объем продукции m-наименования в ассортименте в установленной последовательности.
P_{BR}	Доля закрытых (отработанных в регламентные сроки) рекламационных актов в их общем количестве*, $P_{РА} = \frac{CL_C}{CL_O}$, (43) где, CL_C – закрытых (отработанных в регламентные сроки) рекламационных актов, CL_O – общее количество рекламаций.
Фактор рационализации, $\varphi_{(CX)}$	
CX	Доля времени выполнения производственных операций на n-рабочих местах в производственном цикле, $CX = \frac{t_{про}}{t_{ц}}$, (44) где, $t_{про}$ – сумма времени выполнения всех производственных операций на n-рабочих местах в производственном цикле, $t_{ц}$ – время производственного цикла.

Рекламационные акты, представленные организации-поставщику вследствие отказов изделий, восстановления/замены в срок, утвержденные представителем заказчика в акте исследования в соответствии с документами военной стандартизации

Источник: составлено автором по данным [1; 23; 24]

Source: compiled by the author based on [1; 23; 24]

Обобщенное целевое состояние устойчивости ПУ:

$$\varphi_{(ПУ)} = \{\varphi_{(PB)} \rightarrow Ц_{PB}; \varphi_{(PC)} \rightarrow Ц_{PC}\}. \quad (45)$$

Состав показателей и содержание характеризующих признаков не являются методически исчерпывающими и приведены лишь для иллюстрации функционирования внутрисистемных взаимосвязей при реализации основных функций факторов устойчивости подсистем целевой модели ПС в целом.



Интегральная оценка и целевая модель устойчивости ПС

Целевое состояние устойчивости ПС в целом задается как совокупность целевых состояний её подсистем [9]:

$$\varphi_{(ПС)} = \{\varphi_{(ППП)} \rightarrow Ц; \varphi_{(СП)} \rightarrow Ц; \varphi_{(ПУ)} \rightarrow Ц\}. \quad (46)$$

Целевая функция повышения устойчивости – максимизация значений интегральных показателей подсистем при ограничениях по ресурсам [9, 10]:

$$\varphi_{Ц(ПС)} = \{\varphi_{(ППП)} \rightarrow max; \varphi_{(СП)} \rightarrow max; \varphi_{(ПУ)} \rightarrow max\}. \quad (47)$$

Для оценки динамики устойчивости ПС предложен интегральный показатель динамики устойчивости ($I_{(ПС)}$), представляющий собой совокупность значений показателей, характеризующих динамику устойчивости подсистем:

$$I_{(ПС)} = \{\Delta I_{(ППП)}, \Delta I_{(СП)}, \Delta I_{(ПУ)}\}, \quad (48)$$

где $\Delta I_{(ППП)}$, $\Delta I_{(СП)}$, $\Delta I_{(ПУ)}$ – разница среднего арифметического значений показателей факторов соответствующих подсистем, полученных в текущем отчётном периоде по отношению к предыдущему.

Функция динамики устойчивости производственной системы – максимизация значений интегральных показателей динамики устойчивости ПС:

$$\varphi_{Д(ПС)} = \{\Delta \varphi_{(ППП)} \rightarrow max; \Delta \varphi_{(СП)} \rightarrow max; \Delta \varphi_{(ПУ)} \rightarrow max\}. \quad (49)$$

Условием повышения устойчивости является положительная динамика:

$$I_{(ПС)тек.} > I_{(ПС)пред.} \quad (50)$$

Обобщенные взаимосвязи подсистем ЦМПС организации ОПК представлены на рисунке 5.

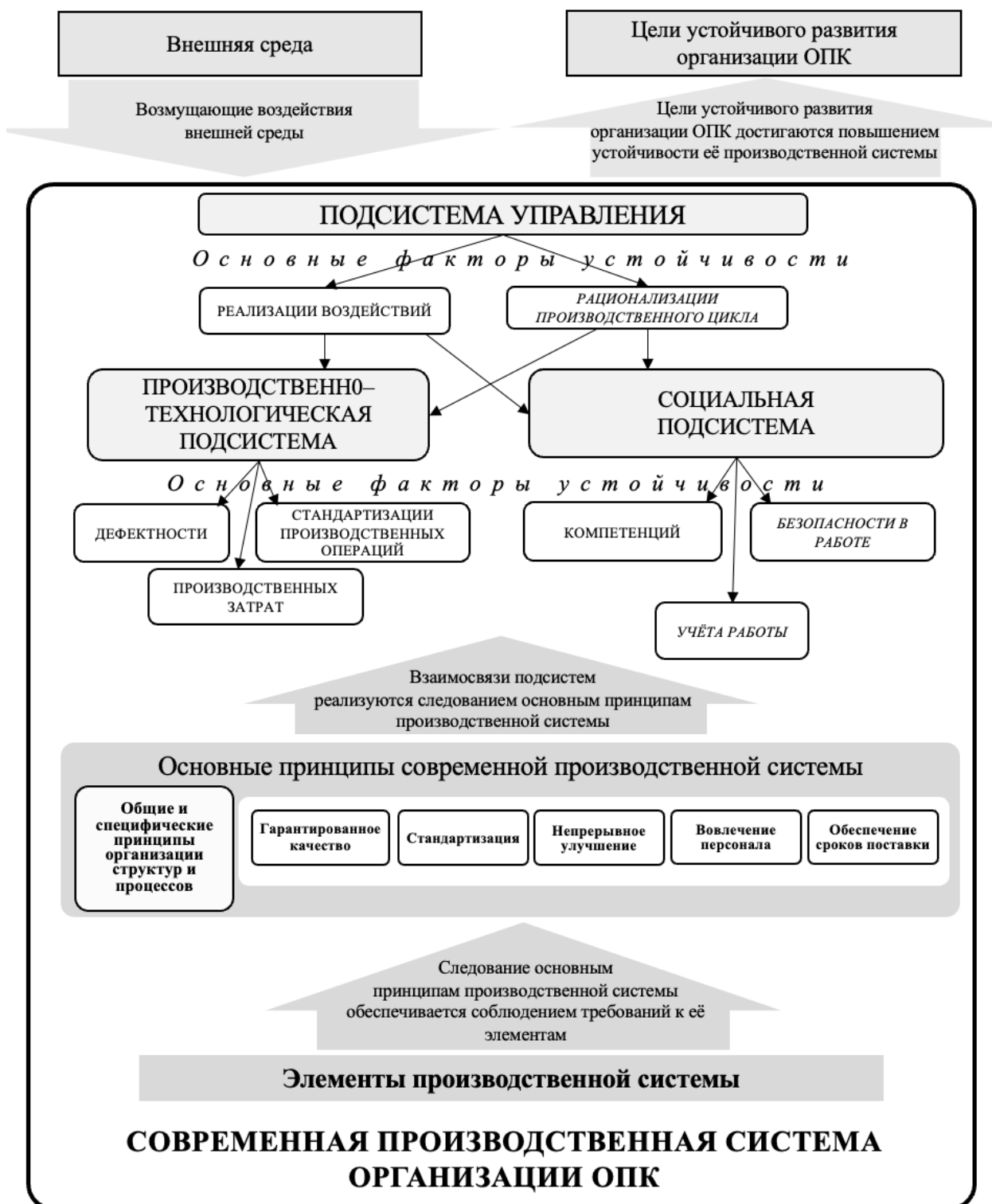


Рис. 5. Взаимосвязи, реализуемые в ЦМПС организации ОПК

Источник: адаптировано автором по данным [1; 10; 23; 24]

Fig. 5. Interrelations implemented in the Central Military-Industrial Complex organization's military-industrial complex

Source: adapted by the author based on [1; 10; 23; 24]

Заключение

Разработанный в исследовании методический подход позволяет перейти от множественности интерпретаций концепций построения производственной системы и её устойчивости к управляемому процессу реинжиниринга. Предложенная целевая модель ПС отличается следующим:

1. Обеспечивает системное, структурированное представление ПС организации ОПК как совокупность трёх ключевых подсистем, внутрисистемные взаимосвязи которых реализуются взаимодействием элементов ПС при следовании базовым принципам современных концепций построения ПС.

2. Формализует ключевые факторы устойчивости для каждой подсистемы и устанавливает количественные взаимосвязи между ними.

3. Содержит механизм интегральной оценки динамики устойчивости ПС в целом.

Таким образом, формализованная постановка проблемы повышения устойчивости организации ОПК сводится к решению задачи максимизации показателей устойчивости подсистем её производственной системы при положительной динамике значений этих показателей и заданных ресурсных ограничениях. Данный подход создает теоретический фундамент для последующей разработки практических методик обследования, оценки результативности и развития производственных систем организаций ОПК, предусматривающих построение модели динамического изменения состава элементов производственной системы в зависимости от специфики стадий жизненного цикла.

Литература

1. Михайловский В.В., Перегудов С.Н. Развитие практики построения производственных систем оборонных предприятий // Научный вестник ОПК России. 2024. № 3. С. 59–68.

2. Теория организации: Учебник для вузов / Под общ. ред. В.Г. Алиева. 2-е изд. М.: Экономика, 2003. С. 36–37.

3. Цветков В. А., Бондарская О.В. Особенности формирования организационно-экономического механизма при кооперации промышленных предприятий // Вестник евразийской науки. 2023. Т. 15. № 2. URL: <https://esj.today/PDF/58ECVN223.pdf>.

4. Голубев С.С., Щербаков А.Г. Экономика цифровизации промышленных предприятий. М.: Первое экономическое издательство, 2022. 232 с.

5. Imai M. Kaizen: The Key to Success of Japanese Companies. McGraw-Hill Education. 1986. P 260.

6. Павлов Е.О., Монахов В.А. Производственные системы: теоретические аспекты функционального анализа и перспективы

инновационного развития // Российское предпринимательство. 2018. Т.19 № 10. С. 3029–3040.

7. Сеница Л.М. Организация производства: учебник для студентов высш. учеб. заведений по специальности «Экономика и управление на предприятии» / Л.М. Сеница. Минск: ИВЦ Минфина, 2008. 540 с.

8. Фатхутдинов Р.А. Организация производства: Учебник. 3-е изд., перераб. и доп. М.: ИНФРА-М, 2007. 544 с.

9. Бобрышев А.Д. Модернизация организационного механизма в целях создания устойчивой производственной компании. М.: Экспо-Медиа-Пресс, 2011. 336 с.

10. Грибов П.Г., Бобрышев А.Д., Балдин К.В. Исследование инновационных факторов экономической устойчивости больших организационно-экономических систем в промышленности // Проблемы экономики и юридической практики. 2023. Т. 19. № 1. С. 262–266.

11. Bobryshev A.D., Chekadanova M.V., Vitushkina M.G. Monitoring of Stability of the Enterprise with a Long Production Cycle // Complex Systems: Innovation and Sustainability in the Digital Age (Studies in Systems, Decision and Control, Vol. 282). Springer, 2020. P. 53–60.

12. Головина А.Н., Дубровский В.Ж., Пешкова А.А. Современная организация производства: эволюция научных принципов и подходов. // Международный журнал. Естественно-гуманитарные исследования. 2023. № 6 (50). С. 152–156.

13. Гудкова О.Е. Технологии обеспечения диверсификации предприятий как способа сохранения потенциала оборонно-промышленного комплекса. Москва; Берлин: Директ-Медиа, 2020. 222 с.

14. Гудкова О.Е. Технологии реформирования производственной системы для обеспечения диверсификации предприятий оборонно-промышленного комплекса: монография. Рязань: ИП Коняхин А.В., 2020. 138 с.

15. Казинцев А.В. Шесть Сигм в России. Методика снижения потерь, дефектов, издержек. М.: Типография «Новости», Ассоциация Шесть Сигм, 2009. 264 с.

16. Takeda. H. Synchronized Production System: Going Beyond Just-in-Time with Kaizen. Kogan Page. 2006. 288 p.

17. Womack James P. and Jones Daniel T. lean solution How Companies and Customers Can Create Value and Wealth Together. Simon & Schuster, 2005.

18. Vani D., Deshpande S. «Implementation of BorgWarner Production System - Case Study at Divgi Warner Private Limited» // The SAE International Journal of Passenger Cars. 2012. Vol. 5(4). P.1295.

19. Goldratt E.M. and Jeff Cox. The Goal A Process of Ongoing Improvement. Routledge. 2004. P. 278.

20. Обозов С.А. В поисках идеального потока. История Производственной системы Росатома. М.: Автор, 2024. 375 с.



21. Ohno. T. Toyota Production System. Beyond Large-Scale Production. Productivity Press. 1988. 176 p.
22. Shingo S. A Studio of the Toyota Production System: From an Industrial Engineering Viewpoint / Translated by Andrew P. Dillon. Productivity. 1989. P 296.
23. Михайловский В.В. К определению понятия производственной системы оборонного предприятия // Экономика высокотехнологичных производств. 2025. Т. 6. № 2. С. 143–162.
24. Михайловский В.В. Сравнительный анализ современных концепций построения производственных систем в промышленности // Самоуправление. 2025. № 3 (146). С. 23–28.

References

1. Mikhailovskii V.V., Peregudov S.N. Razvitie praktiki postroeniya proizvodstvennykh sistem oboronnykh predpriyatii [Development of the practice of building production systems of defense enterprises]. Nauchnyi vestnik OPK Rossii [Scientific Bulletin of the Russian Defense Industry]. 2024;(3):59–68. (In Russ., abstract in Eng.).
2. Teoriya organizatsii: uchebnik dlya vuzov [Organization theory: textbook for universities]. Aliev V.G., ed. 2nd ed. Moscow: Ekonomika; 2003. p. 36–37. (In Russ.).
3. Tsvetkov V.A., Bondarskaya O.V. Osobennosti formirovaniya organizatsionno-ekonomicheskogo mekhanizma pri kooperatsii promyshlennykh predpriyatii [Features of formation of the organizational and economic mechanism in cooperation of industrial enterprises]. Vestnik evraziiskoi nauki [Bulletin of Eurasian Science]. 2023;15(2). Available at: <https://esj.today/PDF/58ECVN223.pdf> (accessed 15.11.2025). (In Russ., abstract in Eng.).
4. Golubev S.S., Shcherbakov A.G. Ekonomika tsifrovizatsii promyshlennykh predpriyatii [Economics of digitalization of industrial enterprises]. Moscow: Pervoe ekonomicheskoe izdatel'stvo; 2022. 232 p. (In Russ.).
5. Imai M. Kaizen: The Key to Success of Japanese Companies. New York: McGraw-Hill Education; 1986. 260 p. (In Eng.).
6. Pavlov E.O., Monakhov V.A. Proizvodstvennye sistemy: teoreticheskie aspekty funktsional'nogo analiza i perspektivy innovatsionnogo razvitiya [Production systems: theoretical aspects of functional analysis and prospects of innovative development]. Rossiiskoe predprinimatel'stvo [Russian Journal of Entrepreneurship]. 2018;19(10):3029–3040. (In Russ., abstract in Eng.).
7. Sinitsa L.M. Organizatsiya proizvodstva: uchebnik dlya studentov vysshikh uchebnykh zavedenii po spetsial'nosti "Ekonomika i upravlenie na predpriyatii" [Production organization: textbook for students majoring in economics and management]. Minsk: IVTs Minfina; 2008. 540 p. (In Russ.).
8. Fatkhutdinov R.A. Organizatsiya proizvodstva: uchebnik. 3rd ed. Moscow: INFRA-M; 2007. 544 p. (In Russ.).

9. Bobryshev A.D. Modernizatsiya organizatsionnogo mekhanizma v tselyakh sozdaniya ustoichivoi proizvodstvennoi kompanii [Modernization of the organizational mechanism for creating a sustainable production company]. Moscow: Ekspo-Media-Press; 2011. 336 p. (In Russ.).

10. Gribov P.G., Bobryshev A.D., Baldin K.V. Issledovanie innovatsionnykh faktorov ekonomicheskoi ustoichivosti bol'shikh organizatsionno-ekonomicheskikh sistem v promyshlennosti [Study of innovative factors of economic sustainability of large organizational and economic systems in industry]. Problemy ekonomiki i yuridicheskoi praktiki [Problems of Economics and Legal Practice]. 2023;19(1):262–266. (In Russ., abstract in Eng.).

11. Bobryshev A.D., Chekadanova M.V., Vitushkina M.G. Monitoring of Stability of the Enterprise with a Long Production Cycle. In: Complex Systems: Innovation and Sustainability in the Digital Age (Studies in Systems, Decision and Control, Vol. 282). Cham: Springer; 2020. p. 53–60. (In Eng.).

12. Golovina A.N., Dubrovskii V.Zh., Peshkova A.A. Sovremennaya organizatsiya proizvodstva: evolyutsiya nauchnykh printsipov i podkhodov [Modern production organization: evolution of scientific principles and approaches]. Mezhdunarodnyi zhurnal. Estestvenno-gumanitarnye issledovaniya [International Journal. Natural and Humanitarian Studies]. 2023;(6(50)):152–156. (In Russ., abstract in Eng.).

13. Gudkova O.E. Tekhnologii obespecheniya diversifikatsii predpriyatii kak sposoba sokhraneniya potentsiala oboronno-promyshlennogo kompleksa [Technologies for ensuring diversification of enterprises as a way to preserve the potential of the defense-industrial complex]. Moscow; Berlin: Direkt-Media; 2020. 222 p. (In Russ.).

14. Gudkova O.E. Tekhnologii reformirovaniya proizvodstvennoi sistemy dlya obespecheniya diversifikatsii predpriyatii oboronno-promyshlennogo kompleksa: monografiya [Technologies for reforming the production system to ensure diversification of defense-industrial enterprises: monograph]. Ryazan: IP Konyakhin A.V.; 2020. 138 p. (In Russ.).

15. Kazintsev A.V. Shest' Sigm v Rossii. Metodika snizheniya poter', defektov, izderzhkek [Six Sigma in Russia. Methodology for reducing losses, defects, and costs]. Moscow: Tipografiya "Novosti", Assotsiatsiya Shest' Sigm; 2009. 264 p. (In Russ.).

16. Takeda H. Synchronized Production System: Going Beyond Just-in-Time with Kaizen. London: Kogan Page; 2006. 288 p. (In Eng.).

17. Womack J.P., Jones D.T. Lean Solutions: How Companies and Customers Can Create Value and Wealth Together. New York: Simon & Schuster; 2005. (In Eng.).

18. Vani D., Deshpande S. Implementation of BorgWarner Production System – Case Study at Divgi Warner Private Limited. SAE International Journal of Passenger Cars. 2012;5(4):1295. (In Eng.).

19. Goldratt E.M., Cox J. The Goal: A Process of Ongoing Improvement. London: Routledge; 2004. 278 p. (In Eng.).
20. Obozov S.A. V poiskakh ideal'nogo potoka. Istoriya Proizvodstvennoi sistemy Rosatoma [In search of the ideal flow. History of the Rosatom Production System]. Moscow: Avtor; 2024. 375 p. (In Russ.).
21. Ohno T. Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production. Portland: Productivity Press; 1988. 176 p. (In Eng.).
22. Shingo S. A Study of the Toyota Production System: From an Industrial Engineering Viewpoint. Translated by Dillon A.P. Portland: Productivity Press; 1989. 296 p. (In Eng.).
23. Mikhailovskii V.V. K opredeleniyu ponyatiya proizvodstvennoi sistemy oboronnogo predpriyatiya [On defining the concept of the production system of a defense enterprise]. Ekonomika vysokotekhnologichnykh proizvodstv [Economics of High-Tech Industries]. 2025;6(2):143–162. (In Russ., abstract in Eng.).
24. Mikhailovskii V.V. Sravnitel'nyi analiz sovremennykh kontseptsii postroeniya proizvodstvennykh sistem v promyshlennosti [Comparative analysis of modern concepts for building production systems in industry]. Samoupravlenie [Self-Governance]. 2025;(3(146)):23–28. (In Russ., abstract in Eng.).

© Михайловский В.В., 2026

