

# ОРГАНИЗАТОР ПРОИЗВОДСТВА

2019. Т.27. № 3

## Теоретический и научно-практический журнал

В соответствии с решением Высшей аттестационной комиссии Министерства образования и науки РФ журнал «Организатор производства» включен в перечень рецензируемых научных журналов и изданий, выпускаемых в России, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук по научной специальности:

08.00.00. Экономические науки

Журнал включен в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ).

Журнал включен в реферативные базы данных ВИНТИ (<http://viniti.ru>).

Сведения, касающиеся издания и публикаций, включены в международную справочную систему по периодическим и продолжающимся изданиям «Ulrich's Periodicals Directory».

Полнотекстовый доступ к статьям журнала осуществляется на сайтах научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU (<http://elibrary.ru>) и научной электронной библиотеки CyberLeninka.ru (<https://cyberleninka.ru>).

Адрес издателя:  
394026, г. Воронеж  
Московский проспект, 14  
<http://cchgeu.ru/>

Адрес редакции:  
394066, г. Воронеж  
Московский проспект, 179, корп. 3, комн. 328

© Коллектив авторов, 2019  
© Организатор производства, 2019

2019

# ORGANIZER OF PRODUCTION

2019. V.27. № 3

## Theoretical and scientific-practical journal

In accordance with the decision of the Higher Attestation Commission of the RF Ministry of Education and Science, the journal «Organizator Proizvodstva» [Organizer of Production] is included in the list of peer-reviewed scientific journals and editions, issued in Russia, which are to publish the main scientific results of doctoral and candidate theses on the scientific specialty:

08.00.00. Economic Science

The journal is listed in the Russian Science Citation Index (RISC).

The journal is listed in reference databases of the All-Russian Institute of Scientific and Technical Information (<http://viniti.ru>).

The data relating to the edition and publications are included in the International Directory of Periodicals and Serials «Ulrich's Periodicals Directory».

The full-text articles of the journal can be accessed on websites of scientific E-libraries, eLIBRARY.RU (<http://elibrary.ru>) and CyberLeninka.ru (<https://cyberleninka.ru>).

Address of the publishing house:

394026, Voronezh  
Moskovsky Avenue, 14  
<http://cchgeu.ru>

Address of edition:

394066, Voronezh  
Moskovsky Avenue, 179, building 3, room 328

© Team of authors, 2019

© Organizer of Production, 2019

2019

## ЖУРНАЛ ОРГАНИЗАТОР ПРОИЗВОДСТВА

зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций

ПИ № ФС 77-75859 от 13 июня 2019 года

Индекс журнала в каталоге «Роспечать» 20814

ISSN 1810-4894

ISSN 2408-9125 (Online)

Журнал издается с 1993 года

Выходит четыре раза в год

## ОРГАНИЗАТОР ПРОИЗВОДСТВА

### РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

**Главный редактор О.Г. Туровец**, доктор экономических наук, профессор (Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж).

**Ответственный секретарь В.Н. Родионова**, доктор экономических наук, профессор (Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж).

### ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОЙ КОЛЛЕГИИ:

**Ю.П. Анискин**, доктор экономических наук, профессор (Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники», г. Москва);

**Ю.В. Вертакова**, доктор экономических наук, профессор (Юго-Западный государственный университет, г. Курск);

**Р.С. Голов**, доктор экономических наук, профессор (Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), г. Москва);

**В.Н. Гончаров**, доктор экономических наук, профессор (Луганский национальный аграрный университет, Украина);

**Давиде Инфанте**, профессор экономической политики, доцент (Университет Калабрии, Италия);

**Е.Н. Евдокимова**, доктор экономических наук, доцент (Рязанский государственный радиотехнический университет, г. Рязань);

**В.Н. Егоров**, доктор экономических наук, профессор (Ивановский государственный университет, г. Иваново);

**В.Д. Калачанов**, доктор экономических наук, профессор (Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), г. Москва);

**Г.А. Краюхин**, доктор экономических наук, профессор (Санкт-Петербургский государственный экономический университет, г. Санкт-Петербург);

**В.В. Кобзев**, доктор экономических наук, профессор (Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, г. Санкт-Петербург);

**Тадеуш Троицковски**, доктор наук в области управления (European Scientific Foundation, Institute of Innovation, Польша).

### РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

**Председатель совета С.В. Амелин**, доктор экономических наук, профессор (Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж);

**Заместитель председателя совета В.В. Мыльник**, доктор экономических наук, профессор (Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), г. Москва).

### ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОГО СОВЕТА:

**Е.В. Волкодавова**, доктор экономических наук, профессор (Самарский государственный экономический университет, г. Самара);

**К.Т. Джурабаев**, доктор экономических наук, профессор (Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск);

**И.В. Каблашова**, доктор экономических наук, профессор (Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж);

**Г.Б. Клейнер**, доктор экономических наук, профессор, член-корреспондент РАН (ЦЭМИ РАН, г. Москва);

**Е.Ю. Кузнецова**, доктор экономических наук, профессор (Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург);

**Р.Л. Сатановский**, доктор экономических наук, профессор (Nuspark Inc, Канада);

**Т.А. Сахнович**, кандидат экономических наук, доцент (Белорусский национальный технический университет, Республика Беларусь);

**Жанна Смирнова**, доктор философии, доцент (Университет Калабрии, Италия);

**С.В. Чупров**, доктор экономических наук, профессор (Байкальский государственный университет, г. Иркутск);

**Н.Б. Шамуратова**, кандидат экономических наук, доктор делового администрирования (РГП «Центр по исследованию финансовых нарушений», Казахстан).

Ответственность за подбор и изложение фактов, цитат, статистических данных и прочих сведений несут авторы публикаций.

При перепечатке статей ссылка на журнал обязательна.

### Учредители:

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский авиационный институт (Национальный исследовательский университет)»

Межрегиональная общественная организация «Академия науки и практики организации производства»

### Издатель:

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»

© Коллектив авторов, 2019

© Организатор производства, 2019



ДЛЯ ЧИТАТЕЛЕЙ 16 ЛЕТ  
И СТАРШЕ

## THE JOURNAL ORGANIZER OF PRODUCTION

is registered with the Federal service for supervision of communications, information technology and mass communications

Certificate of Registration: PI № FS 77-75859, dated 13 June, 2019

“Rospechat” catalogue index: 20814

**ISSN 1810-4894**

**ISSN 2408-9125 (Online)**

The journal has been published since 1993

It is issued four times a year

### “ORGANIZER OF PRODUCTION”

#### THE EDITORIAL BOARD:

**Editor-in-Chief: O.G. Turovets**, Dr. Sci. (Economy), Professor (Voronezh State Technical University, Voronezh);

**Executive Secretary: V.N. Rodionova**, Dr. Sci. (Economy), Professor (Voronezh State Technical University, Voronezh).

#### MEMBERS OF THE EDITORIAL BOARD:

**Y.P. Aniskin**, Dr. Sci. (Economy), Professor (National Research University of Electronic Technology, Moscow);

**Y.V. Vertakova**, Dr. Sci. (Economy), Professor (Southwest State University, Kursk);

**R.S. Golov**, Dr. Sci. (Economy), Professor (Moscow Aviation Institute (National Research University), Moscow);

**V.N. Goncharov**, Dr. Sci. (Economy), Professor (Luhansk National Agrarian University, the Ukraine);

**Daide Infante**, Professor of Economic Policy, Associate Professor (University of Calabria, Italy);

**E.N. Evdokimova**, Dr. Sci. (Economy), Associate Professor (Ryazan State Radio Engineering University, Ryazan);

**V.N. Egorov**, Dr. Sci. (Economy), Professor (Ivanovo State University, Ivanovo);

**V.D. Kalachanov**, Dr. Sci. (Economy), Professor (Moscow Aviation Institute (National Research University), Moscow);

**V.V. Kobzev**, Dr. Sci. (Economy), Professor (Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg);

**G.A. Krayukhin**, Dr. Sci. (Economy), Professor (Saint-Petersburg State Economics University, St. Petersburg);

**Tadeush Trotsikovskiy**, Dr. Sci. (Management) (European Scientific Foundation, Institute of Innovation, Poland).

#### THE EDITORIAL COUNCIL:

**The President of the Council: S.V. Amelin**, Dr. Sci. (Economy), Professor (Voronezh State Technical University, Voronezh);

**The Vice President of the Council: V.V. Mylnik**, Dr. Sci. (Economy), Professor (Moscow Aviation Institute (National Research University), Moscow).

#### MEMBERS OF THE EDITORIAL COUNCIL:

**E.V. Volkodavova**, Dr. Sci. (Economy), Professor (Samara State University of Economics, Samara);

**K.T. Dzhurabaev**, Dr. Sci. (Economy), Professor (Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk);

**I.V. Kablashova**, Dr. Sci. (Economy), Professor (Voronezh State Technical University, Voronezh);

**G.B. Kleiner**, Dr. Sci. (Economy), Professor, Correspondence Member of the Russian Academy of Sciences (Central Economics and Mathematics Institute of the Russian Academy of Sciences, Moscow);

**E.Y. Kuznetsova**, Dr. Sci. (Economy), Professor (Ural Federal University named after the First President of Russia B.N. Yeltsin, Ekaterinburg);

**R.L. Stanovski**, Dr. Sci. (Economy), Professor (Nuspark Inc, Canada);

**T.A. Sakhnovich**, Cand. Sci. (Economic), Assistant Professor (Belarusian National Technical University, Belarus);

**Janna Smirnova**, PhD, Assistant Professor (University of Calabria, Italy);

**S.V. Chuprov**, Dr. Sci. (Economy), Professor (Baikal State University, Irkutsk);

**N.B. Shamuratova**, Cand. Sci. (Economic), Doctor of Business Administration (Republican State Enterprise «Center for the Study of Financial Infringements» Kazakhstan).

The authors of publications are responsible for the choice and presentation of facts, quotations, statistical data and other information.

When reprinting the articles, the reference to the journal is obligatory.

#### Founders:

The Federal State Budgetary Educational Institution - Voronezh State Technical University

The Federal State Budgetary Educational Institution - Moscow Aviation Institute (National Research University)

The Interregional Public Organization - Academy of Science and Practice of Production Organization

#### Publisher:

Voronezh State Technical University

© Authors team, 2019

© Organizator Proizvodstva [Organizer of Production], 2019



FOR READERS AGED 16  
AND OLDER

## ОРГАНИЗАТОР ПРОИЗВОДСТВА

Теоретический и научно-практический журнал

2019

Т. 27. №3

### СОДЕРЖАНИЕ

#### Учредители:

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский авиационный институт (Национальный исследовательский университет)»  
Межрегиональная общественная организация «Академия науки и практики организации производства»

#### Издатель:

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»

**Авторы** несут ответственность за подбор и изложение фактов, цитат, статистических данных и прочих сведений публикаций.

**Перепечатка** материалов журнала допускается только по согласованию с редакцией

**Рукописи**, присланные в журнал, не возвращаются

#### Адрес редакции:

394066, г. Воронеж  
Московский проспект, 179,  
корп. 3, комн. 328  
Телефон (473)243-76-67

#### Сайт журнала в интернете:

[www.org-proizvodstva.ru](http://www.org-proizvodstva.ru)

**Электронная версия** журнала размещена на платформах Российских универсальных научных электронных библиотек  
[www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru),  
[www.cyberleninka.ru](http://www.cyberleninka.ru)

**Индекс журнала** в каталоге «Роспечать» 20814

© Организатор производства, 2019

### ТЕОРИЯ И МЕТОДЫ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА

*Сатановский Р.Л., Элент Д.* Получение синергетического эффекта в организации серийного производства 7

*Решетов В.В.* Динамическое наверстывание организационных технологий конкурентоспособного производства 22

*Авдеева И.Л., Головина Т.А., Полянин А.В.* Использование RFID-технологий в управлении производственными экономическими системами в условиях реализации четвёртой промышленной революции 33

### ПРАКТИКА ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА

*Ревенко Н.Ф.* Методика построения графиков изменения величины межоперационных оборотных заделов несинхронизированных поточных линий 46

*Никулина Е.Ю., Стрельцов А.В., Яковлев Г.И.* Закономерности модернизации основных производственных фондов в промышленности и предпринимательской деятельности 57

*Соловейчик К.А., Левенцов В.А., Сафронова Е.М.* Модель планирования технического обслуживания оборудования 69

### ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА

*Степанчук А.А.* Инструменты анализа эффективности и устойчивости развития экономики промышленных малых предприятий 79

### КАЧЕСТВО И КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ ПРОДУКЦИИ

*Коновалова Г.И.* Концепция формирования конкурентоспособности машиностроительного предприятия в условиях жесткой рыночной конкуренции 92

**PRODUCTION MANAGER**  
Theoretical and scientific-practical journal

2019

T. 27 № 3

**Founded by:**

The Federal State Budgetary Educational Institution - Voronezh State Technical University

The Federal State Budgetary Educational Institution - Moscow Aviation Institute (National Research University)

The Interregional Public Organization - Academy of Science and Practice of Production Organization

**Published by:**

The Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Voronezh State Technical University»

**The authors** are responsible for the choice and the presentation of facts, quotations, statistical data and other information related to publications

**Reprinting** the materials of the journal is only allowed after prior agreement with the Editorial Board

The submitted manuscripts will not be returned

**The address of the editorial office:**  
394066, Voronezh, Moskovsky Avenue, 179, building 3, room 328

Phone: (473)243-76-67

**The website of the journal:**

[www.org-proizvodstva.ru](http://www.org-proizvodstva.ru)

**The E-version of the journal is placed on the platform of the Russian Universal Scientific E-library**  
[www://elibrary.ru](http://www://elibrary.ru)

The index of the journal in the «Rospechat» catalogue - 20814

Organizator Proizvodstva, 2019

**CONTENTS**

<b>THEORY AND METHODS OF PRODUCTION ORGANIZATION</b>	<b>7</b>
<i>R.L. Satanovsky, D. Yelent</i> Getting synergy in the organization of serial production	<b>7</b>
<i>V.V. Reshetov</i> The dynamic catch-up in organizational technologies of competitive production	<b>22</b>
<i>I.L. Avdeeva, T.A. Golovina, A.V. Polyinin</i> Use of RFID-technologies in management of production economic systems under conditions implementation of the fourth industrial revolution	<b>33</b>
<b>THE PRACTICE OF PRODUCTION ORGANIZATION</b>	<b>46</b>
<i>N.F. Revenko</i> The methodology of charting the change in the scope of interoperational reserves of unsynchronized production lines	<b>46</b>
<i>E.Y. Nikulina, A.V. Streltsov, G.I. Yakovlev</i> The patterns in modernization of fixed productive assets in industry and business activity	<b>57</b>
<i>K.A. Soloveichik, V.A. Leventsov, E.M. Safronova</i> The model of equipment maintenance planning	<b>69</b>
<b>ECONOMIC PROBLEMS OF ORGANIZATION PRODUCTION</b>	<b>79</b>
<i>A.A. Stepanchuk</i> The tools for analyzing the efficiency and sustainability of the economic development of small industrial enterprises	<b>79</b>
<b>QUALITY AND COMPETITIVENESS OF PRODUCTS</b>	
<i>G.I. Konovalova</i> The concept of building the competitiveness of a machine-construction enterprise in the conditions of rigid market competition	<b>92</b>

# ТЕОРИЯ И МЕТОДЫ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА

DOI: 10.25987/VSTU.2019.75.10.001

УДК 338. 585

## ПОЛУЧЕНИЕ СИНЕРГЕТИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА В ОРГАНИЗАЦИИ СЕРИЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА

**Р.Л. Сатановский, Д. Элент**

*Nuspark Inc.*

*400 Steeprock Dr., Toronto, Ontario, M3J 2X1, Canada*

**Введение.** Развитие цифровой экономики обуславливает необходимость совершенствования механизма повышения эффективности работы. Реализация данного направления непосредственно связана с моделированием параметров синергетического эффекта и созданием модельного прототипа развития организации производства цехов и участков (напряжёмера) при изменении показателей внешней и внутренней среды. Напряжёммер призван обеспечить комплексное решение задач совершенствования производства и повышения уровня согласованности принимаемых решений.

**Данные и методы.** Центральной является модель взаимодействия ресурсов подразделений, которая нацелена на получение эффекта эмерджентности при достижении компромисса, частичного и полного консенсуса. Продвижение от компромисса к консенсусу связано с моделированием эффективности вариантов организации производства, её адаптивного развития, ростом согласованности принимаемых решений и снижением уровня напряжённости взаимодействующих сторон.

**Полученные результаты.** Рассмотрена система моделей виртуального устройства для выбора наиболее эффективных вариантов организации серийного производства машин и приборов. Предложены оценки уровней согласованности и напряженности, обеспечивающие переход к количественной оценке качества организации, в наибольшей мере соответствующей условиям цифрового производства. Представлены экономико-математические модели, большей частью прошедшие апробацию в серийном приборостроении, т. е. проверку на практике в реальных условиях теоретически построенных методов. Их совокупность включает в себя решение задач обоснования показателей эффективного развития и их обеспечения (достижения, поддержания и корректировки при изменении параметров среды).

**Заключение.** Модель виртуального устройства органично вписывается в парадигму информационного пространства цифрового развития современных предприятий. Напряжёммер становится механизмом эффективного управления развитием организации производства.

**Ключевые слова:** синергетика, организация, производство, участки, согласование, напряжённость, получение, напряжёммер, моделирование, взаимодействие, эффективность и эмерджентность

### Для цитирования:

Сатановский Р.Л., Элент Д. Получение синергетического эффекта в организации серийного производства // Организатор производства. 2019. Т.27. №3. С. 7-21 DOI: 10.25987/VSTU.2019.75.10.001

---

#### Сведения об авторах:

**Рудольф Львович Сатановский** (д-р экон. наук, профессор, [rudstanov@yahoo.com](mailto:rudstanov@yahoo.com)), консультант отдела маркетинга.

**Дан Элент** ([delent@nuspark.com](mailto:delent@nuspark.com)), руководитель отдела маркетинга.

#### On authors:

**Rudolf L. Stanovski** (Dr. Sci. (Economy), Professor, [rudstanov@yahoo.com](mailto:rudstanov@yahoo.com)), consultant department of marketing.

**Dan Elent** ([delent@nuspark.com](mailto:delent@nuspark.com)), direct department of marketing.

## GETTING A SYNERGISTIC EFFECT IN THE ORGANIZATION OF SERIAL PRODUCTION

**R.L. Satanovsky, D. Yelent**

*Nuspark Inc.*

*400 Steeprock Dr., Toronto, Ontario, M3J 2X1, Canada*

**Introduction.** *The development of the digital economy necessitates the improvement of the mechanism of increasing the work efficiency. The implementation of this area is directly related to modeling the parameters of the synergistic effect and creating the prototype model for the development of production organization in shops and work areas (i.e., a strain meter), under changes in the parameters of external and internal environment. A strain meter is intended to provide comprehensive solution of tasks to improve production and raise the consistency of decision-making.*

**Data and methods.** *The core model is the one, involving the interaction between the resources of units, which aims at getting the effect of emergence when reaching compromise, partial and full consensus. The progress from compromise to consensus is connected with modeling the efficiency of production organization types, its adaptive development, the growth of coordination in decision-making and the declining level of tension between the interacting parties.*

**Results obtained.** *We have considered the system of models of a virtual device to select the most effective options for the organization of serial production of machines and devices. The evaluations were proposed to assess the levels of coordination and tension, enabling the transition to a quantitative assessment of the organization's quality, most fully complying with the conditions of digital production. The economic-mathematical models have been presented, mostly tested in serial machine construction, i.e. having undergone practical testing in real conditions of theoretically devised methods. Their combination includes the solution of tasks to substantiate the parameters of effective development and their support (i.e. achievement, maintenance and adjustment under variation of environment parameters).*

**Conclusion.** *The model of a virtual device finely fits within the paradigm of the information space of digital development of modern enterprises. The strain meter is becoming the mechanism of effective control of production organization development.*

**Key words:** *synergy, organization, production, work areas, coordination, tension, getting, strain meter, modeling, interaction, efficiency, emergence.*

### For quoting:

Satanovsky R.L., Yelent D. Getting synergy in the organization of serial production // *Organizator Proizvodstva*. 2019. V.27. №3. 7-21 **DOI:** 10.25987/VSTU.2019.75.10.001

### Введение

Все ускоряющийся динамизм развития во всех сферах объективно обуславливает необходимость усиления взаимодействия различных элементов и систем для повышения эффективности работы. Оно может осуществляться как без привлечения внешних ресурсов (инвестиций), так и с ними. Остановимся подробнее на решении задач первой группы – повышении результатов на основе мобилизации собственных ресурсов.

Необходимость мобилизации возникает при изменении параметров внешней и внутренней среды. При наличии возможности создания

оптимального решения собственными усилиями, привлечение внутренних ресурсов взаимодействующих элементов и систем не нужно. Отсутствие такой возможности требует соединения (объединения) ресурсов для достижения лучшего результата на основе методов синергетики. Синергетический эффект – это возрастание эффективности в результате взаимодействия отдельных частей, их дальнейшей интеграции и слияния в единую систему в условиях эмерджентности, которая является одним из ключевых понятий теории и практики организации и управления социально-экономическими,



общественными, производственными и другими сложными системами.

В работе [1] рассмотрен рост уровня профессиональной квалификации руководителей, прошедших обучение на тренажерах с моделированием вариантов эффективного развития организации производства при изменении параметров среды. Обобщение результатов выявило, что для повышения согласия и снижения уровня напряженности между специалистами – организаторами производства, ответственными за принятие обоснованных решений, необходима модель соответствующего виртуального устройства. В работе [2, с.70] авторами сформулирован вывод о том, что основой организации цифрового производства является интеграция процессов, протекающих в реальном производстве, и процессов, смоделированных в информационном пространстве. Методические разработки и результаты исследований, представленные в [1,3] и ниже, подтверждают значимость вывода и возможности расширения сферы его практического использования. В статье рассмотрены узловые вопросы создания и внедрения модельного прототипа (цифрового двойника) эффективного развития организации производства в виртуальной среде, которое обеспечивает проведение модельных экспериментов, включающих совершенствование специализации, гибкости, адаптивности и других направлений организации работы. С его помощью обосновывают варианты, минимизирующие последствия потенциальных ошибок в получении нужных результатов развития.

Устройство становится не только индикатором состояния логистической деятельности, но и механизмом современного управления развитием элементов системы организации производства для достижения синергетического эффекта. Ожидаемая полезность данного устройства состоит в том, что оно обеспечивает переход от качественного описания результата типа «хуже – лучше» в традиционном подходе, к оценке количественно определенного качества, присутствующего парадигме современной цифровой экономики.

Рассмотрение варианта организации производства на  $(k + 1)$  шаге относительно  $(k)$ -го связано с выбором ключевого показателя развития, обоснованием его оптимального значения и возможности модельной формализации комплек-

са расчетов. Метод может быть реализован при взаимодействии ресурсов на базе:

- 1) существующей структуры  $(k)$ -го шага;
- 2) адаптивного их изменения на  $(k + 1)$ -ом с учетом новых параметров среды;
- 3) эмерджентного управления.

Итог взаимодействия может быть как положительным, так и отрицательным. Синергетизм – это когда результат воздействия суммы составных частей больше, чем просто сумма их эффектов. Эмерджентность в таком контексте оценивается только положительно. Достижение общих интересов, не аддитивное по отношению к отдельным, характеризует эффект эмерджентности. Оптимальные решения  $(k + 1)$  шага при сохранении структуры ресурсов  $(k)$ -го обуславливают минимальный результат. Учет адаптивных изменений структуры ресурсов ориентирован на его улучшение.

Дальнейшее развитие связано с моделированием эмерджентности систем. Применение рассматриваемых в статье моделей развития организации производства становится необходимой предпосылкой принятия оптимальных решений в цифровой экономике предприятий, охватывающей все то, что поддается целенаправленной формализации для снижения затрат при использовании информационных технологий.

Динамика параметров внешней и внутренней среды приводит к возникновению различных задач развития организации производства и необходимости их реализации. Для системного решения, которое обуславливает их взаимодействие и получение синергетического эффекта, требуется соответствующий ключевой показатель. В рассматриваемом контексте, его использование необходимо при моделировании и выборе эффективных вариантов:

- 1) специализации рабочих мест;
- 2) технологической / блочно-модульной организации подразделений;
- 3) адаптации производства и продукции;
- 4) оптимальных нормативов организации;
- 5) вариантов стратегической, тактической и оперативной гибкости
- 6) концентрации продукции и предметов труда;
- 7) границ допусков;
- 8) интенсивного и экстенсивного расходования средств в переходном периоде;

9) непрерывности мониторинга и дискретности производства;

10) уровней согласованности / напряженности и др.

Моделирование по каждой из задач и их группы имеет теоретическое и практическое значение только тогда, когда решаются задачи обеспечения планируемых показателей, т.е. их достижения, поддержания и корректировки в условиях динамики параметров внешней и внутренней среды.

Согласие и несогласие специалистов на предприятиях имеют место в диапазоне от частных задач, отмеченных выше, до масштабных конфликтов. Их решение следует проводить не столько отдельно по каждой проблеме, сколько комплексно. Нужно устройство, которое позволяет организаторам производства перейти от отдельных задач снижения напряженности к их системному решению и получению синергетического эффекта.

Разность температур показывает термометр, для расчета пути на карте применяют корвиметр, для определения расстояния - шагомер и т.д. Для оценки удаленности позиций сторон (расстояний между ними) и их сближения, предлагается использовать напряжёметр (напряжёметр) определенного назначения и вида. Как индикатор согласованности / напряженности и инструмент управления их изменением во взаимодействии систем (людей, подразделений, организаций), он должен характеризоваться:

- определенной конфигурацией в области его использования,
- системой экономико-математических моделей,
- шкалой оценки результатов,
- методикой повышения эффективности.

Узловые вопросы его разработки и использования рассматриваются в статье применительно к организации серийного производства машин и приборов, которое всё в большей мере ориентируется не на удовлетворение массовых потребностей, а на специализированные запросы потребителей, т.е. на небольшие по емкости рынки. Это ведет к образованию большого числа малых и средних предприятий, к усложнению всей системы связей, к высокой значимости гибкости и адаптивности организации производства к изменениям внешней и внутренней среды. На уровне цехов и участков резко возрастает

динамичность показателей программ выпуска и повышения качества, расширения номенклатуры продукции и роста её сложности. Происходит это при снижении экономических циклов жизни изделий и усложнении технологии изготовления, внедрении станков с ЧПУ и роботизированных комплексов, необходимости эффективного соответствия организации и управления современным условиям цифровой экономики.

### Задачи

Рассмотрим подробнее условия, необходимые для получения синергетического эффекта в организации участков и цехов серийного производства машин и приборов. Прежде всего, они включают наличие:

- 1) ключевого показателя цели развития,
- 2) моделей его планирования и оптимизации по критерию минимума затрат,
- 3) методов обеспечения (достижения, поддержания, корректировки),
- 4) формализованного комплекса расчетов для решения прямой / обратной задач и др.

Важнейшим (определяющим) показателем организации, идентифицированным на уровне подразделений, непосредственно связанным с конструкцией, технологией, управлением, текущими затратами, стоимостью незавершенного производства, переходным периодом, потерями от рисков и др., является Кзо. Показатель Кзо - коэффициент закрепления операций характеризует в среднем по подразделению количество производственных работ на одном рабочем месте в течение фиксированного отрезка времени (месяц, 22 смены). Серийность оценивается диапазоном:  $1 < K_{зо} \leq 10$  для крупносерийного производства,  $10 < K_{зо} \leq 20$  для среднесерийного и  $20 < K_{зо} \leq 40$  для мелкосерийного [3].

Наличие функциональной связи Кзо и параметров производства позволяет изменением его величин и затрат оценивать эффективность организационных решений. Многолетние исследования подтвердили результативность его применения в моделях управления развитием, что неизмеримо важнее простой регистрации существующего (фактического) состояния [1, 3].

Производственная работа включает одну или несколько технологических операций, выполняемых на рабочем месте с помощью одной установки (однократной затратой подготовительно - заключительного времени)

Современные рабочие места (станки, оборудование с ЧПУ, роботизированные комплексы и др.) включают совокупность и разные формы взаимодействия информационно технологических систем, обслуживающих операторов и предметов труда [4].

Комплексный подход к развитию обуславливает необходимость его рассмотрения в рамках общей концепции организации производства, включающей взаимоувязанные взгляды и логически вытекающие одно из другого решения, которые ассоциируются с созданием и применением системы расчетных моделей, необходимых пояснений по их использованию и конкретной последовательности действий по реализации.

Рассмотрим, как показатель  $K_{30}$ , характеризуя каждую из 10 задач организации производства, позволяет обоснованно снизить напряженность в отношениях сторон при моделировании более эффективных вариантов развития. 1. Известно высказывание, сделанное более 100 лет назад, что прибыль предпринимателя находится на кончике резца рабочего [5]. Сегодня под инструментом понимают значительно более широкий диапазон: от резца до ультразвука, лазера и др. К продолжительности, в течение которой инструмент находится в контакте с материалом и происходит непосредственная обработка последнего, добавляется время на переналадки, простои, ожидание обслуживания и др., связанные с размерами партий, периодичностью их запуска и частотой повторения.

Существует несколько методов расчета размеров партий предметов  $n$ . Наибольшее распространение получили два: обоснование  $n$  по проценту подготовительно-заключительного времени и по величине  $K_{30}$ .

Первый метод базируется на необходимости увеличения размеров партии каждого наименования до такой величины, при которой этот процент доводится до заранее заданного норматива. Предпочтительно метод используют для предварительного обоснования минимальных партий, когда затраты на переналадки достаточно велики (зуборезные станки, автоматы и др.).

При втором методе предварительный размер конкретной партии  $n$  равен

$$n = \Phi * P_0 / t * K_{30}, \quad (1)$$

где  $\Phi$  – фонд времени рабочего места,

$P_0$  – число операций (переналадок),

$t$  – трудоемкость производственной работы.

Обеспечение связано с корректировкой расчетных партий до практически приемлемых, обусловленных необходимостью согласования смежных стадий производства, учета габаритных характеристик, возможностей транспортных средств и др. Некоторые модели корректировки рассмотрены в [3, 4].

2. В производстве машин и приборов различают два граничных вида организации: технологическую (по видам обработки, сборки) и блочно-модульную по предметам (деталям, узлам, изделиям) Первая – специализация по видам работ характеризуется, прежде всего, высоким уровнем кооперации, длительным циклом изготовления, сложным управлением и др. Блочная (предметная) устраняет недостатки технологической, но ведёт к наличию недостаточно загруженного оборудования, соответственно большей потребности в площадях и др.

В подразделениях необходим поиск согласованных и эффективных решений в диапазоне от универсальных станков до комплексов с ЧПУ. Динамика параметров конструктивно-технологической общности, обеспечивающей предметную замкнутость подразделений, обуславливает изменение параметров моделей организации и расчета показателя  $K_{30}$  [3,4].

При изменении параметров среды возникают трудности выполнения плана. Их преодоление осуществляется за счет корректировки величины  $K_{30}$ , взаимной адаптации производства и продукции. Цифровизация способствует тому, что производство обязано приспосабливаться к изменению продукции, а последняя – по возможности, учитывать состояние и перспективы изменения составляющих производства, включая организацию, предметы труда, оборудование, кадры, информационное обеспечение и др. Внедрение оборудования с ЧПУ, обрабатывающих центров и роботизированных комплексов изменяет темпы и пропорции взаимной адаптации подсистем. Расширяется их адаптивность, то есть разнообразие условий, к которым могут приспособиться подсистемы за счет своих внутренних ресурсов (без внешних инвестиций). Ряд моделей обоснования и обеспечения адаптивности с учетом  $K_{30}$  представлены в [1, 4].

4. Нормативы организации производства – это параметры, обеспечивающие работу с установленными нормами затрат. Фактическим нормативам соответствуют существующие нормы затрат производства, плановым – плановые, а оптимальным – минимальные. Условия цифровой экономики ориентируют на работу с оптимальными нормативами, включающими:

- частоту переналадок рабочих мест (Кзо);
- размеры партий  $n$ ;
- периодичности повторения;
- системы обслуживания;
- уровень предметной замкнутости подразделений;
- длительность производственного цикла и др.

Обеспечение кондиционного состояния данных нормативов и обоснование усилий их достижения, поддержанию и корректировке при изменении параметров плана, является одной из важнейших задач. Функционирование системы в границах рассчитанного режима требует также затрат, связанных с резервированием ресурсов, обеспечивающих колебание планируемых рисков и ключевых показателей как в границах допуска, так и за его пределами. Соответствующие модели представлены в [1, 3].

5. В работе [4] отмечается, что организационная гибкость как фактор инновации является важным ресурсом повышения эффективности работы. Вариант организации производства, как любой инновационный проект, характеризуется экономическим циклом жизни, который включает периоды становления, роста, стабилизации и изменения. Их продолжительности во многом зависят от согласованности стратегической, тактической и оперативной гибкости.

Стратегическая гибкость определяется степенью однородности продукции и числом позиций номенклатуры конкретного подразделения на длительном отрезке времени.

Тактическая гибкость серийного производства обусловлена закрепленной номенклатурой, которую можно изготавливать с разной партионностью, периодичностью и величиной Кзо.

Оперативная гибкость определяется выбором последовательности чередования конкретных партий на протяжении планово-учетного периода, исходя из условий достижения наиболее эффективной (лучше оптимальной) тактической гибкости для всей номенклатуры [4].

Обеспечение связано с результатами моделирования важнейших этапов планирования работы участков, которые непосредственно соотносятся с направлениями организационной гибкости. Это:

1) построение календарно-объемного плана выполнения задания с оценкой производственных затрат и Кзо;

2) распределение календарного плана по рабочим местам с учетом нормативов эффективной организации производства;

3) регулирование плана, ориентированное на стабилизацию Кзо за счет минимизации отклонений от установленных сроков, соблюдения рассчитанных нормативов, сокращения дробления партий и др.

Некоторые модели оценки и согласования результатов отклонений от оптимальной гибкости, рассмотрены в [4, 7]

6. Возникновение задачи согласованной концентрации продукции подразделений и предметов труда на рабочих местах обусловлено тем, что:

– первая характеризуется уровнем её конструктивно технологической однородности и числом позиций номенклатуры, закрепленной за подразделением;

– вторая – совокупностью обрабатываемых поверхностей и размерами партий, использованием индивидуальных и групповых технологических процессов и др., связанных с Кзо.

Модели обеспечения согласования двух направлений концентрации для нахождения совокупного оптимума относительно локальных и оценки вклада конкретного звена производства в эффективность работы предприятия с учетом Кзо, представлены в [3, 4].

7. Конструирование изделий без системы допусков и посадок, невозможно. Без обоснования границ допусков в моделях организации производства, оптимизация утрачивает свое практическое значение, так как работать в точке оптимума нельзя. Нужен обоснованный допуск, разрешающий колебание Кзо опт и минимальных производственных затрат. В современных условиях границы допусков необходимы также для определения:

- достоверности экономических показателей (точности, надежности, чувствительности и устойчивости),

- потерь от рисков за пределами границ,
- выделения области компромисса, частично и полного консенсуса,
- корректировки организационных условий производства и др.

Модели обоснования допуска и его обеспечения рассмотрены в [3, 7].

8. Переход от одного варианта организации к другому, более эффективному при изменении параметров внешней и внутренней среды, обусловлен дополнительными затратами ресурсов и времени переходного периода. Имеет место интенсивное и экстенсивное расходование средств, связанное с необходимостью перехода к измененным размерам партий и Кзо, использованием внутренних возможностей, резервированием мощностей и др. Модели переходного периода и обеспечения показателей незавершенного производства даны в [3, 7].

9. Непрерывность мониторинга показателей организации тесно связана с дискретностью процессов производства. С ростом Кзо, снижением размеров партий  $n$ , их дроблением и др. увеличивается число переналадок и прерывность хода производства. Парадигма цифровой экономики ориентирована на снижение дискретности в мониторинге показателей, что не всегда совпадает с изменением прерывности производства. Некоторые аспекты этой проблемы рассмотрены ниже.

10. Рост уровня согласия обуславливает снижение уровня напряженности. Более высокий уровень организации производства связан с меньшими затратами. Как подтверждают результаты моделирования, Кзо опт последующего ( $k + 1$ ) шага может находиться как слева, так и справа от величины Кзо предшествующего ( $k$ ). Поэтому учет показателей серийности и их отклонений, оцениваемых по Кзо, следует рассчитывать по абсолютной величине, а уровни согласия – напряженности только по отклонениям в затратах.

Каждому из уровней соответствует свой вектор затрат и Кзо. Следует установить оптимальное соотношение между ними, которое позволяет из множества решений выбрать наилучшее. Подробнее в конце статьи.

#### **Взаимодействие**

Выше показано, как отдельные задачи организации производства подразделений непосредственно связаны с затратами и показа-

телем Кзо. Учитывая доказанную в [3] разнонаправленность затрат при изменении Кзо, становится возможным поиск оптимума Кзо по критерию минимума производственных затрат. Использование напряжёмера для моделирования эффекта эмерджентности обеспечивает переход от частных результатов роста согласия и снижения напряженности проблемных решений к системному.

Условия цифровой экономики предприятий открывают новые возможности не только дифференциации необходимой информации, но и использования интеграционного подхода. Это обусловлено тем, что в подразделении (участок, цех) нарастает сложность взаимосвязей, взаимодействия и взаимозависимости задач получения синергетического эффекта. Для их системного анализа нужны не только групповые (по отдельным задачам), но и общие средние. Такая системная оценка – вполне реальная средняя, которая характеризует систему как целое. Она как обобщенная статистическая оценка отличается от групповой средней.

Размер системной средней зависит не только от групповых, но и от роли каждой группы в системе. С этих позиций определять Кзо по подразделению в целом как среднеарифметическую величину из проблемных ситуаций будет неверно, т.к. роль каждой из них в системе и её производственных затратах, различна.

С позиции интеграции информации необходимым становится переход к Кзо как средневзвешенной по участку с учетом величин:

$\sum \Pi_o$  – суммарного количества операций (переналадок) в подразделении за рассматриваемый период,

$\sum \Pi_{рj}$  – действующего числа рабочих мест,

$\sum N$  – производственной программы по всем наименованиям,

$T$  – средней трудоемкости одного наименования,

$\Phi$  – фонда времени рабочего места.

В общем случае величина Кзо определяется выражением

$$Kzo = \sum \Pi_o / \sum \Pi_{рj} = \sum \Pi_o * \Phi / \sum N * T \quad (2)$$

Вместо частной по каждой задаче оценке и обоснования оптимального для неё Кзо, модели напряжёмера позволяют получать в целом по участку локальные оценки Кзо, проводить расче-

ты оптимальных  $K_{30}$  в широком диапазоне разрешения напряженных (конфликтных) ситуаций, осуществлять их мониторинг и диагностику.

В процессе динамического и во многом противоречивого развития постоянно возникают напряженность, недопонимание и конфликты организаторов производства, разрешению которых способствует моделирование наиболее эффективного компромисса, частичного и полного консенсуса. Противоречия между ними находятся в диапазоне от несогласия (недовольства, возмущения) до противостояния (кризиса).

Существует множество определений напряженности. Например, считают, что напряженность характеризует разрыв между ожидаемым и реальным удовлетворением потребностей [8], которые сопровождают проблемные ситуации и конфликты. Важнейшая задача управления согласием/напряженностью состоит в достижении и удержании их параметров в установленных границах. Для этого эффективное управление должно базироваться на совокупности расчетных моделей, включающих обоснование планируемых показателей, их достижение, поддержание и корректировку. Как отмечалось, решение проблемы роста эффективности вне этого комплекса не имеет большого значения ни для теории, ни для практики организации производства.

Достаточно общепризнанным является определение компромисса в этике и праве как разрешение некоторой ситуации путем взаимных уступок ради достижения поставленной цели. При отсутствии принципиальных возражений и наличии возможности преодоления серьезных разногласий, частичный консенсус определяется результатами взаимного согласия сторон. Полный консенсус – это приход к общему согласию на основе оптимальных решений, устраивающих все стороны.

Подставив на  $(k + 1)$  шаге значения  $K_{30}$  из формулы (2) в (1) получают планируемые размеры партий и другие параметры нормативов организации производства. Их величины отражают уровень согласия / напряженности как итог системного взаимодействия проблемных ситуаций. Для участков в целом необходимо оценить результат, обосновать его оптимальную величину, обеспечить её соблюдение и пересмотр. Для этого нужен механизм, модели которого позволяют решать поставленные задачи.

Парадигма цифровой экономики в организации производства объективно обуславливает разработку и использование устройства напряжёмера, которое позволяет анализировать трудности и их преодоление, обуславливая переход к системе оптимальных нормативов, их обеспечению и получению синергетического эффекта.

### Модели

В контексте сказанного выше целесообразно выделить следующие блоки, в которых моделируются:

- 1) трудности подстройки [1];
- 2) производственные затраты и частоту переналадок [7];
- 3) границы допусков [3];
- 4) эффект эмерджентности [1];
- 5) нормативы организации [3];
- 6) финансовые потери от риска [7];
- 7) переходный период [3];
- 8) затраты по поддержанию организационных условий [7];
- 9) суммарные расходы [7];
- 10) ценки уровней согласия / несогласия [1] и др.

Расчеты по моделям блоков в указанной последовательности обеспечивают, в конечном счете, обоснованный выбор наиболее эффективного способа снижения уровня конфликта, который опосредует разрешение проблемных ситуаций. В ссылках публикаций рассмотрены модели, большей частью прошедшие апробацию в серийном приборостроении, т.е. проверку на практике в реальных условиях теоретически построенных методов.

Центральным является блок расчета эффекта эмерджентности. Входом для него служат результаты моделирования предшествующих блоков. Поступающая на его выход информация используется в последующих расчетах напряжёмера. Как отмечалось, эмерджентность является одним из ключевых понятий теории и практики организации и управления сложными системами. Эмерджентность свидетельствует о наличии у системы целостности – эмерджентных свойств, т.е. таких, которые не присущи составляющим её частям. При их взаимодействии они претерпевают качественные изменения, так что некоторая часть целостной системы становится не тождественна аналогичной, взятой изолированно [9].

Суть такого подхода иллюстрирует рис 1.

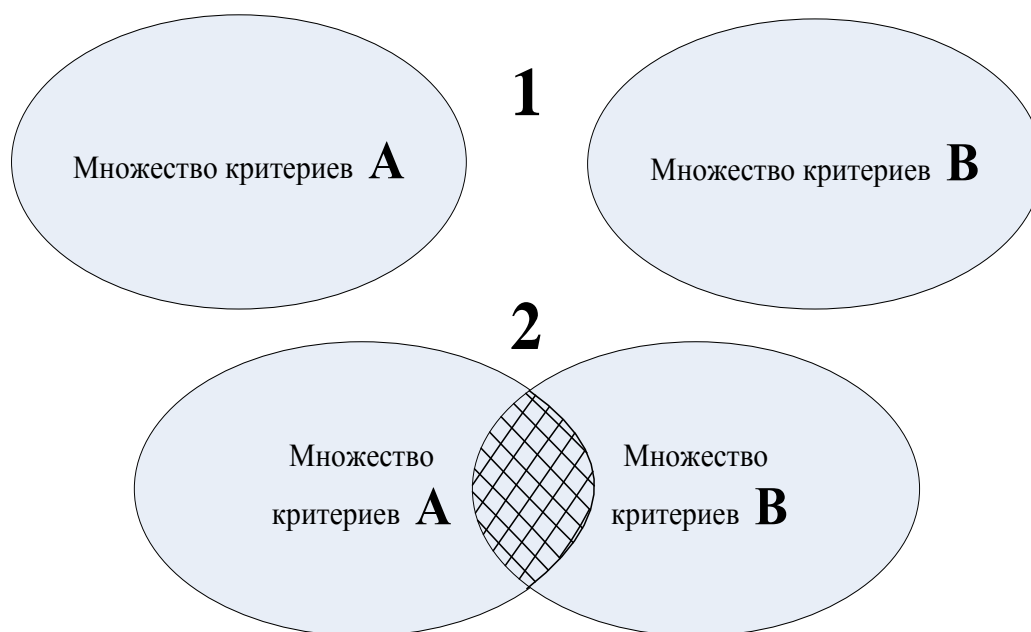


Рис. 1. Возникновение эмерджентности как нового качества системы.

- 1 - Критерии не перекрываются, модель неэмерджентна,  
 2 - Критерии перекрываются, модель эмерджентна.

Fig.1. Beginning of emergence as a new quality of the system

Показатели критериев, например А и В, однозначно и достоверно отражают соответствующие цели. Взаимное перекрывание критериев различных целей как раз и приводит к возникновению эффекта эмерджентности.

В общем случае итог взаимодействия может быть как положительным, так и отрицательным. Напряжмер позволяет определить каждый из них. Рис.1 и рис. 2 отражают взаимодействие

систем для получения положительного результата, т.е. эффекта эмерджентности. Парадигма цифровой экономики обуславливает необходимость перехода организации производства на более высокий уровень качества, в том числе связанного с моделированием вариантов оптимального разрешения возникающего напряжения (несогласия) в отношениях сторон.

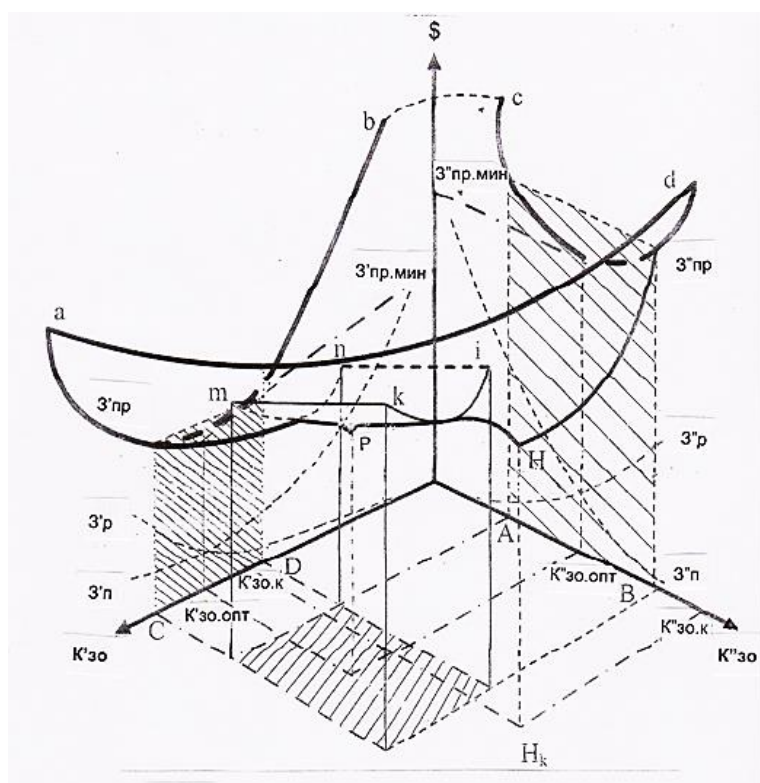


Рис. 2. Схема расчета эффекта взаимодействия  
 Fig. 2. Scheme for calculating the interaction effect

Остановимся подробнее на примере модели, представленной в [3, 7] и отражающей на вертикальных плоскостях рис. 2 схему расчета эффекта эмерджентности двух участков  $K'zo$  и  $K''zo$ . С увеличением  $Kzo$ , т.е. снижением размеров партий  $n$ , растут затраты ( $Zp$ ) на переналадки, простои, ожидание обслуживания и др. С другой стороны, снижается стоимость внутри и межучастковых запасов незавершенного производства ( $Zn$ ). Следовательно, при однонаправленном изменении  $Kzo$  возникают разнонаправленные затраты. Это свидетельствует о возможности нахождения по критерию минимальных совокупных производственных затрат  $Zpr.мин.$  оптимального для участка значения локального  $Kzo.опт.$ , как при сохранении на  $(k + 1)$  шаге структуры ресурсов ( $k$ ) –го, так и их адаптивном изменении.

Совместное рассмотрение двух ( $K'zo$ ,  $K''zo$ ) и более участков позволяет оценить дополнительный эффект, который возникает при их взаимодействии, например, за счет изменения уровня конструктивно-технологической общности продукции, предметной замкнутости подразделений, структуры оборудования и др.

[1]. Системный (глобальный) результат не находится на пересечении двух локальных оптимумов, которым соответствуют минимальные производственные затраты. Разница между суммой локальных минимальных затрат и меньшими глобальными определяет результат эмерджентности.

Изменение плана, конструкции, технологии, оборудования, системы обслуживания и прочих факторов, которые ведут к дисбалансу трудовых, материальных, организационных и других ресурсов, обуславливают появление трудностей выполнения программы. Их необходимо снизить за счет выбора варианта с меньшими суммарными расходами, включающими производственные затраты, финансовые потери от риска, затраты переходного периода и др. Узловые вопросы их обоснования во взаимосвязи с допуском на эффективность принимаемых решений и выбором наиболее результативного продвижения от уровня компромисса к частичному и полному консенсусу даны в [1].

Рассмотрим поиск системных решений, когда каждый участок учитывает кооперацию с ресурсами другого для достижения эффекта



эмерджентности. Необходимость использования такого подхода возникает, когда собственных ресурсов участка оказывается недостаточно для эффективного выполнения нового плана в условиях измененной структуры ресурсов, адаптированной к его реализации [1].

На схеме рис. 2 показано, что совместный итог по затратам от взаимодействия ресурсов в Р и Н, как правило, меньше суммы локальных минимумов участков ( $Z'_{\text{пр мин}} + Z''_{\text{пр мин}}$ ). Для достижения эмерджентных целей, возможны следующие решения напряжёмера.

Первое – компромисс. На  $abcd$ -поверхности согласованного поиска эффективного решения по удовлетворению двух целей находится область затрат Р. Она располагается в  $mnik$ -разрешенных границах допусков на  $K'_{\text{зо.опт}}$  и  $K''_{\text{зо.опт}}$ . Кооперация усилий и ресурсов обеспечивает достижение в зоне Р поставленных целей – величины показателей  $K'_{\text{зо.опт}}$  и  $K''_{\text{зо.опт}}$  при снижении суммарных затрат ( $Z'_{\text{пр}} + Z''_{\text{пр}}$ ). В итоге взаимодействия каждая из систем рассматривает планируемый результат компромисса как свой успех.

Второе – частичный консенсус. Он отражает не только достижение поставленной цели для одной из сторон, но и её улучшение для другой. Итог взаимодействия определяет область затрат Н за пределами границ одного из допусков. Суммарные затраты в Н меньше, чем в Р. Величина ( $K'_{\text{зо.к}}$ ) в поле допуска свидетельствует об успехе сближения позиций для данной системы. Показатель ( $K''_{\text{зо.к}}$ ) за пределами допуска подтверждает наличие лучшего результата – победы для системы  $K''_{\text{зо}}$ .

Третье – полный консенсус. Это наиболее эффективное достижение установленных ранее целей для всех сторон. Суммарные затраты в области Н существенно меньше чем в Р и эффект взаимодействия намного больший. Величины ( $K'_{\text{зо.к}}$ ) и ( $K''_{\text{зо.к}}$ ) находятся вне конфигурации допусков А–В и С–D. Каждая из систем в рамках общего результата оценивает собственный как победу.

Моделирование вариантов согласия при экономически обоснованном продвижении от компромисса к частичному и далее полному консенсусу, применение методов квалиметрии и др. открывают дополнительные возможности роста эффективности при планировании организации производства нескольких систем.

Разработка и апробация рассмотренного метода позволяют решать не только прямую, но и обратную задачу по изменению параметров модели, т.е. условий достижения лучшего результата при большей сбалансированности самого процесса сближения позиций сторон.

Наличие станков с ЧПУ и роботизированных комплексов, оснащенных системами автоматической смены инструментов, учета их износа, контроля размеров и др., обуславливает соответствующую корректировку факторов–аргументов, используемых в модели [3], и необходимость учета  $K_{\text{зо}}$  как важнейшего показателя организации производства подразделений.

Отметим, что представленные решения апробированы в условиях мобилизации внутренних ресурсов участков. Рассмотрение моделей с привлечением внешних инвесторов выходит за рамки статьи.

В общем случае применение напряжёмера для оценки результатов, включает следующую последовательность действий:

- 1) выбор целей и обоснование ключевых показателей;
- 2) локальная оптимизация показателей и расчет границ допусков;
- 3) определение условий достижения целей собственными силами;
- 4) системная оценка эффекта эмерджентности;
- 5) учет затрат на достижение, поддержание и корректировку вариантов при продвижении от компромисса к частичному и полному консенсусу;
- 6) оценка уровня согласия /несогласия сторон;
- 7) решение обратной задачи для дальнейшего снижения напряженности.

Модели обоснования потерь от риска, затрат и времени переходного периода, усилий по поддержанию заданных пропорций и суммарных расходов подробно изложены в [7].

С ростом  $K_{\text{зо}}$ , снижением размеров партий, их дроблением и др. увеличивается число переналадок и прерывность хода производства. Как отмечалось, парадигма цифровой экономики ориентирована на снижение дискретности в мониторинге показателей, что не всегда совпадает с изменением прерывности производства.

На уровне подразделения частота мониторинга должна соотноситься с ключевым

показателем организации производственного процесса  $K_{30}$ , который показывает частоту перестроек (переналадок).

Одной из важнейших характеристик мониторинга является дискрет, связанный с частотой (периодичностью) его проведения. Оснащение участков станками с ЧПУ, ОЦ и роботизированными комплексами при настройке инструмента вне рабочего места объективно ведет к снижению затрат подготовительно-заключительного времени, обоснованной целесообразности работы меньшими партиями, отказу от промежуточного складирования, существенному снижению объема незавершенного производства и др., что обуславливает рост  $K_{30.опт}$  и снижение дискрета.

Сокращение дискрета способствует более раннему выявлению отклонений и снижению затрат на их устранение. Вместе с тем, это требует дополнительных расходов на получение, обработку и анализ информации. Становится возможным поиск оптимальной величины дискрета по критерию минимальных затрат, оценки их влияния на границы допуска  $K_{30}$  и др.

Таким образом, напряжёнмер позволяет специалистам – организаторам производства моделировать динамику эффективного снижения производственных затрат в диапазоне от использования существующей и адаптированной структуры ресурсов до планирования компромисса и консенсуса. По мере продвижения в этом направлении увеличивается значимость влияния таких факторов, как затраты на время переходного периода, потери от производственных рисков, поддержание стабильности обоснованных нормативов, резервирование ресурсов и др. Полученные результаты моделирования обеспечивают расчет уровня согласованности и напряженности сторон, определение затрат на каждый пункт снижения напряженности, оценку наиболее эффективных вариантов.

### Оценки

Термометр позволяет оценить состояние в градусах, динамометр – в единицах веса, шагомер – длиной в метрах и др. напряжёнмером измеряют затраты и среднюю по подразделению частоту смены производственных работ за определенный отрезок времени.

В зависимости от динамики показателей трудностей и последующих шагов относительно

базового состояния изменяются величины факторов-аргументов расчетной модели. С их учетом определяют минимальные затраты и конкретные значения  $K_{30.опт}$ .

Различие между отмеченными выше реальными измерителями и виртуальным напряжёнмером заключается, прежде всего, в следующем.

Первые обеспечивают текущие (фактические) оценки состояний. Они сравниваются с эталонными или нормативными, относительно которых определяются уровни отклонений между показателями. Обоснование нормативных (оптимальных) значений показателей, оценки уровней и принятие решений по их изменению, как правило, разделены во времени и пространстве.

В виртуальном напряжёнмере обоснование наиболее эффективных значений показателей, относительно которых рассчитывают отклонения (уровни согласия и несогласия сторон) и принятие решений, соединены во времени и пространстве. При этом обеспечивается мониторинг показателей, особенно актуальный в условиях цифровой экономики.

Анализ моделей показывает, что достижение компромисса и консенсуса обусловлено сокращением затрат  $Z'_{пр.мин}$  и  $Z''_{пр.мин}$  во взаимосвязи с изменением ключевых показателей  $K'_{30.опт}$  и  $K''_{30.опт}$ . Разрывы между базовыми (существующими, фактическими) состояниями и наиболее эффективными (оптимальными) вариантами при компромиссе и консенсусе становятся оценками планируемого изменения уровней согласия сторон, снижения их несогласия, динамики напряженности и др. показателей.

Для сравнения двух и более сторон при определении усилий в достижении, поддержании и корректировке показателей результаты по абсолютным величинам следует дополнить относительными оценками.

Расчетные формулы уровня согласия по ключевому показателю  $K_{30}$  и затратам  $Z_{пр}$  определяются как  $\Delta_{оц}$  и  $\Delta_{оз}$

$$\Delta_{оц} = (K_{30} - K_{30.опт}) / K_{30.опт} \quad (3)$$

$$\Delta_{оз} = (Z_{пр} - Z_{пр.мин}) / Z_{пр.мин} \quad (4)$$

где  $K_{30}$  и  $Z_{пр}$  базовые оценки каждой из сторон.

Для повышения уровня согласия важен учет динамики параметров целей, которые необходимы для:

- оценки и обоснования перехода от одного уровня к другому;
- планирования вариантов достижения, поддержания и изменения;
- сближения позиций в рамках системы более высокого порядка и др.

В рассматриваемом контексте уровень несогласия по ключевым показателям  $\Delta_{пц}$  и затратам  $\Delta_{пз}$  будет равен:

$$\Delta_{пц} = (1 - \Delta_{оц}) \quad (5)$$

$$\Delta_{пз} = (1 - \Delta_{оз}) \quad (6)$$

Расчеты по формулам (3 – 6) позволяют с общих позиций сравнивать уровни, методами итерационного моделирования управлять их изменением, оценивать затраты на каждый пункт планируемой динамики показателей.

Более высокому уровню организации и согласия при продвижении от компромисса к консенсусу всегда соответствует вариант с меньшими производственными затратами. При этом  $K_{30.опт}$  последующего  $(k + 1)$  шага может находиться как слева так и справа от величины  $K_{30}$  предшествующего  $(k)$  –го, что отражено в числителе формулы (3). Только при ориентации организации производства на рост его серийности и увеличение размеров партий  $n$ , однозначно имеет место снижение  $K_{30}$  опт.

Анализ более 40 участков серийного приборостроения показал, что между  $\Delta_{оц}$  и  $\Delta_{оз}$  существует корреляция [1]. По её данным, например, при ориентации на рост серийности, соотношение уровней согласия на разных этапах, характеризуется для двух участков цеха следующими оценками (в %%).

Компромисс	Част. консенсус	Полн. консенсус
------------	-----------------	-----------------

1 участок :  $\Delta_{оз}= 30$      $\Delta_{оз}= 44$      $\Delta_{оз}= 55$

2 участок:  $\Delta_{оз}= 35$      $\Delta_{оз}= 48$      $\Delta_{оз}= 57$

Приведенные данные отражают динамику согласия при достижении определенной предметной замкнутости участков. Вектор их изменения включает значительное число вариантов, из которых следует выбрать наилучший.

Ранее говорилось, что напряженность характеризует разрыв между ожидаемым и реальным удовлетворением потребностей, часть которых

составляют (УГП) – устойчивые во времени и пространстве групповые потребности [9]. Реализация таких УГП в серийном производстве непосредственно связана с вариантами предметной замкнутости участков, решением прямой и обратной задач их развития и др.

Уровень удовлетворения таких УГП можно оценить по шкале напряженности  $G$ , например, в диапазоне от 1 до 10. В данном контексте динамика  $\Delta_{оц}$  и  $\Delta_{пц}$  каждого участка рассматривается в ассоциации с напряженностью, не отождествляясь с ней полностью, так как последняя может включать и другие группы потребностей развития.

По мере снижения уровня напряженности растет  $\Delta_{оц}$  и уменьшается  $\Delta_{пц}$ . С учетом представленных ранее расчетных моделей, каждую из них можно характеризовать соответствующими затратами. Наличие разнонаправленных затрат при однонаправленном изменении  $G$  говорит о возможности обоснования наиболее эффективного варианта организации в диапазоне от компромисса до полного консенсуса. Исследования в такой постановке вопроса открывают дополнительные возможности поиска промежуточных и окончательных результатов. Эффективность их реализации значительно возрастает при работе предприятий в условиях цифровой экономики, охватывающей, как отмечалось, все, поддающееся целенаправленной формализации [6, 11].

Цифровизация, учитывая нарастающую динамичность показателей внешней и внутренней среды, обеспечивает возможность мониторинга и моделирования уровней согласия с любой периодичностью. Соотнесение результатов, например, к месяцу, позволяет специалистам - организаторам производства с общих позиций оценивать изменение серийности, частоты переналадок, величин  $K_{30}$ , снижения затрат и др.

#### Заключение

Вопросам синергетики посвящено значительное число публикаций, в которых обоснование синергетического эффекта часто рассматривается на уровне дескриптивных моделей. Очевидно, что только использование расчетных моделей позволяет перейти от качественного описания процессов синергетики в терминах «лучше–хуже» к количественно определенному качеству в параметрах «больше–меньше».

Для определения уровней согласия и несогласия, оценки эффективности их изменений во взаимосвязи с затратами и др. нужны экономико-математические модели и апробированная последовательность шагов их использования, включая изложенные выше.

Особенностями комплекса рассмотренных задач являются:

1. Включение в него тех, решение которых базируется на использовании расчетных моделей.

2. Моделирование каждого варианта связано с поиском оптимального значения ключевого показателя организации производства по критерию минимума производственных затрат.

3. Представлены модели, большей частью прошедшие апробацию в серийном приборостроении.

4. Ссылки даны на публикации, содержащие методы расчета, которые необходимы для использования в моделях напряжёмера.

5. Рассматриваемый комплекс задач является минимально необходимым, который может изменяться и дополняться с учетом конкретных условий.

Одно из значимых направлений дальнейшего развития напряжёмера связано с ранжированием задач с учетом чувствительности и устойчивости результата к динамике среды. Это позволит отобрать 20% из них, которые, согласно правилу Паретто, будут влиять на 80% прироста синергетического эффекта.

Необходимость увязки в напряжемере большого количества различных методов и моделей, объективно обуславливает творческий подход в поиске и нахождении оригинальных решений, проходящих через стадии плагиата, компелирования и комбинирования, каждая из которых включает этапы генерирования идей, их трансформирования и внедрения.

Модель виртуального устройства органично вписывается в парадигму информационного пространства цифрового развития современных предприятий машино- и приборостроения. Напряжемер становится механизмом эффективного управления развитием организации производства. Он позволяет моделировать системный рост уровня согласия и уменьшения напряженности по критерию снижения затрат. При этом синергетический эффект за счет эмер-

джентности качественно и количественно изменяет и дополняет локальные результаты.

Применение напряжемера может представлять интерес для Канады, России, США и других развитых стран.

Благодарность д-ру физ.-мат. наук, проф. Василию Димитрову за обсуждение материала статьи.

### Библиографический список

1. Сатановский Р.Л., Элект Д. Модели адаптивного развития организации производства // Организатор производства. № 4. 2018. С.19–29.

2. Туровец О.Г., Родионова В.Н., Каблашова И.В. Обеспечение качества организации производственных процессов в условиях управления цифровым производством // Организатор производства. № 4. 2018. С.65–76.

3. Сатановский Р.Л. Методы снижения производственных потерь. М.: Экономика, 1988. 302 с.

4. Сатановский Р.Л. Организационное обеспечение гибкости машиностроительного производства. Л.: Машиностроение. 1987. 96 с.

5. Генкин Б.М. Экономика и социология труд. Учебник, 7-е изд. М.: Норма. 2007. 480 с.

6. Родионова В.Н., Туровец О.Г. Комплексная оценка и планирование организационной гибкости производственной системы // Организатор производства № 3, 2016. С.18–26.

7. Сатановский Р. Модели организации эффективного производства. Затраты, потери, ущерб // Вестник Дома Ученых Хайфы, 2016. Т.36. С.69–76.

8. Burton John. Conflict Resolution and Provention, N.Y. St.Martions Press, 1990. 201p.

9. Димитров В., Сатановский Р. Выборы (стратегия успеха) Сб. статей Клуба русскоязычных ученых штата Массачусетс. Бостон, 2012. Вып. 27. С.130–134.

10. “NAVIMAN” – The navigation system of production management. Available at [www.nextb.media/eents/140/assets/pr/solver.pptx](http://www.nextb.media/eents/140/assets/pr/solver.pptx) (accessed 14.06.2018).

11. Grant R.M. Contemporary Strategy Analysis. Hoboken., N.J., Wiley, 2010. 516 p.

12. Hill C.W., Jones G.R. Strategic Management Theory : An Integrated Approach. Stamford., Connecticut: Learning, 2015. 467 p.

13. Baier S.L., Bergstrand J.H., Clance M. W. Heterogeneous effects of economic integration, agreements. *Journal of Development Economics*, Volume 135, 2018. p. 587–608.

14. Филатова М.В., Интеграционные процессы как средство формирования идентичности

производственной системы // *Организатор производства*. Т.27. № 1, 2019. С.25–33.

15. Basnet H.C., Pradhan G. Regional economic integration in Mercosur // *The role of real and financial sectors. Review of Development Finance*, Volume 7, Issue 2, 2017. p.107–119.

Поступила в редакцию – 04 июля 2019 г.

Принята в печать – 30 сентября 2019 г.

### **Bibliography**

1. Satanovsky R.L., Yelent R.L. The models of adaptive development of production organization // *Organizator Proizvodstva*. № 4, 2018, PP.19–29.

2. Turovets O.G., Rodionova V.N., Kablashova I.V. Ensuring the quality of production process planning in the conditions of digital production management // *Organizator Proizvodstva*. № 4, 2018. PP.65 -76.

3. Satanovsky R.L. The methods of reducing production loss. Moscow: *Ekonomika*, 1988. 302 p.

4. Satanovsky R.L. The organizational support of machine construction flexibility. Leningrad, 1987. 96 p.

5. Genkin B.M. Economics and sociology of labour. A guidebook, 7<sup>th</sup> edition. Moscow: *Norma*, 2007. 480 p.

6. Rodionova V.N., Turovets O.G. The integrated assessment and planning of organizational flexibility of the production system // *Organizator Proizvodstva* № 3, 2016. PP.18–26.

7. Satanovsky R. The models of effective production organization. Costs, loss, damage. *The Bulletin of Haifa's House of Scientists*, 2016. V.36. PP. 69–76.

8. Burton John. *Conflict Resolution and Prevention*. N.Y St.Martions Press, 1990. 201 p.

9. Dimitrov V., Satanovsky R. Elections (The Strategy of Success). The collection of articles of the Club of Russian-speaking scientists of the State of Massachusetts. Boston, 2012. Issue 27. PP.130–134.

10. «NAVIMAN» – The navigation system of production management. Available at [www.nextb.media/eents/140/assets/pr/solver.pptx](http://www.nextb.media/eents/140/assets/pr/solver.pptx) (accessed 14.06.2018)

11. Grant R.M. *Contemporary Strategy Analysis*. Hoboken., N.J., Wiley, 2010. 516 p.

12. Hill C.W., Jones G.R. *Strategic Management Theory: An integrated approach*. Stamford, Connecticut: *Learning*, 2015. 467 p.

13. Baier S.L., Bergstrand J.H., Clance M.W. Heterogeneous effects of economic integration, agreements. *Journal of Development Economics*, Volume 135, 2018. PP 587–608.

14. Filatova M.V. Integrated processes as a means of shaping identity of the production system // *Organizator Proizvodstva*. № 1, 2019. PP. 25–33.

15. Basnet H.C., Pradhan G. Regional economic integration in Mercosur / The role of real and financial sectors. *Review of Development Finance*. Volume 7, Issue 2, 2017. PP.107-119.

Received – 04 July 2019.

Accepted for publication – 30 September 2019.

DOI: 10.25987/VSTU.2019.46.28.002

УДК 331.101.6

## ДИНАМИЧЕСКОЕ НАВЕРСТЫВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОГО ПРОИЗВОДСТВА

**В.В. Решетов**

*Воронежский государственный технический университет;  
Россия, 394026, Воронеж, Московский проспект, 14*

**Введение.** Традиция отечественной экономической мысли в области организации производства приоритетно закрепляет особенные условия появления организационных технологий. Данные технологии дополняются новым взглядом на содержание экономических учений по организационным аспектам с позиции сбалансированности экономики исходя из новых возможностей конкурентных преимуществ, организационных сетей и основных параметров соблюдения организационных стандартов.

**Методы исследования.** Теории организации производства всегда должна предшествовать экономическая мысль о необходимости дополняющего развития во всех организационных построениях цифровой архитектуры в создании конкурентных преимуществ. Наследие экономической науки в области системных закономерностей формирования организационных технологий следует непременно воспринимать при каждом экономическом решении, как менее затратный вариант достижения экономического роста в любых условиях концепции экономической безопасности.

**Полученные результаты.** Обоснован и доказан следующий авторский тезис: организационные технологии всегда предпочтительнее любых других факторов экономического роста при наращивании конкурентных преимуществ, но для их реализации необходима строго обоснованная информационная модель для управления жизненным циклом конкурентоспособного производства. Только ВИМ-технологии могут изменить траекторию построения организационного множества исходя из предпочтительного выбора организационных сетей в противовес иерархической пирамиде.

**Заключение.** Разработке и выбору варианта организационных технологий способствует направленность на экономический рост в концепции экономической безопасности. Именно рост объема продаж, стоимости чистых активов, производительности труда выступают в данном случае реперными точками конкурентного потенциала реализации организационных технологий при развитии конкурентных преимуществ. При этом рост данных позиций возможен при реализации компетенций организационных отношений.

**Ключевые слова:** реперные точки, аффирмация, ВИМ-технологии, веризм, цифровая трансформация, цифровая архитектура, компетенции организационных технологий, регулируемая архитектура обработки информации, цифровая трансформация организационных отношений, организационные сети, классификатор информации, восприимчивость к организационным технологиям, организационные инструменты.

**Для цитирования:**

Решетов В.В. Динамическое наверстывание организационных технологий конкурентоспособного производства. // Организатор производства. 2019. Т.27. №3. С. 22-32 DOI: 10.25987/VSTU.2019.46.28.002

**THE DYNAMIC CATCH-UP IN ORGANIZATIONAL TECHNOLOGIES OF COMPETITIVE PRODUCTION**

**V.V. Reshetov**

Voronezh State Technical University;  
Russia, 394026, Voronezh, Moskovsky Prospekt, 14

**Introduction.** *The tradition of Russian economic thought in the field of production organization prioritizes special conditions for emergence of organizational technologies. These technologies are complemented by a new look at the contents of economic theories, concerning organizational aspects, from the standpoint of balanced economy, proceeding from new opportunities of competitive advantage, organizational networks and basic parameters of compliance with organizational standards.*

**Methods of research.** *The production organization theory must be always preceded by economic thought about the necessity for complementary development in all organizational structures of digital architecture in the creation of competitive advantage. The heritage of economic science on systemic regularities in the formation of organizational technologies must be necessarily considered in every economic decision as a less expensive option of achieving economic growth in any environment of the economic security concept.*

**Results obtained.** *We have substantiated and proved the author's point that organizational technologies are always preferred over any other factors of economic growth while gaining competitive advantage, however, their implementation requires strictly substantiated information model to manage the life cycle of competitive production. BIM-technologies are only ones that can change the trend of the organizational set, based on the preferred choice of organizational networks in contrast to the hierarchical pyramid.*

**Conclusion.** *The elaboration and selection of the type of organizational technologies are assisted by the focus on economic growth in the concept of economic security. In this case, the growth of sales, net asset value and labour productivity acts as a reference point of competitive potential in implementing organizational technologies when increasing the competitive advantage. The growth of these parameters is possible with implementing the competences of organizational relations.*

**Key words:** *reference points, affirmation, BIM-technologies, veritism, digital transformation, digital architecture, competences of organizational technologies, adjustable architecture of information processing, digital transformation of organizational relations, organizational networks, information classifier, susceptibility to organizational technologies, organizational tools.*

**For quoting:**

Reshetov V.V. The dynamic catch-up in organizational technologies of competitive production // Organizator Proizvodstva. 2019. V.27. №3. 22-32 DOI: 10.25987/VSTU.2019.46.28.002

---

**Сведения об авторах:**

**Вячеслав Владимирович Решетов** (канд. экон. наук, доцент, v.reshetov@mail.ru), доцент кафедры экономики и управления на предприятии машиностроения

**On authors:**

**Vyacheslav V. Reshetov** (Cand. Sci. (Economy), Assistant Professor, v.reshetov@mail.ru), Assistant Professor of the Chair of Economics and Management at Machine Construction Entreprises.

### Введение

Современный машиностроительный комплекс Воронежской области серьезно испытывает трудности в новейших технологиях производственного характера, одновременно при этом отсутствуют организационные приемы инновационного порядка. В условиях «квалификационной ямы» (skills mismatch), которая предполагает замену традиционных профессий современными технологиями и искусственным интеллектом, серьезным вопросом становится поиск новых решений за счет использования более рациональных приемов в области новых организационных технологий.

Объединение Воронежского механического завода как филиала АО ФГУП ГКНПЦ имени МВ Хруничева (ВМЗ) и Конструкторского бюро химавтоматики (КБХА) для использования новейших технологий на базе ракетостроительного холдинга НПО «Энергомаш» состоялось в прежнем понимании организационной позиции при совмещении производственных структур. Преследовалась единственная цель - узкоспециализированная направленность технологических процессов и сокращение рабочих мест. «Железной пятой» в этом случае можно считать традиционный подход ко всем организационным проявлениям. Это явилось самым большим негативным мотивом реализации выбранной организационной модели для развития конкурентных преимуществ и оптимального сочетания производственной и организационной структуры. Все экономические показатели за 2018 год объединенных предприятий свидетельствуют о снижении их уровня по сравнению с предыдущими отчетными периодами и подтверждают ошибочность пути организационной модели. Организационные технологии влияют на образование конкурентных преимуществ примерно от 20 до 30 %, но при этом любое организационное решение требует меньших капитальных и текущих затрат по сравнению с другим набором мероприятий в конкурентном процессе.

Организационный порядок всегда представляет собой взаимосвязь множества структурных элементов, отобранных для управления производственными процессами. Традиционные организационные подходы всегда предполагали строго выбранную иерархию производственных элементов для образования линейной, пространственной структуры управления. Кардинально

изменившиеся условия применения организационных инструментов динамической модели реализации организационных технологий (рис. 1) определяют иной порядок перераспределения функций управления, и доминирующими становятся не только взаимосвязи, но и производственные конкурентные отношения. Любые отношения предполагают расположение структурных элементов в соответствии с выбранной организационной сетью и возможное моделирование организационного проектирования для ожидаемых показателей функционирования производственной организации. Исследование сложных внутренних взаимодействий в организационной системе, обнаружение наиболее значимых переменных в организационной системе, оценка затрат по стабилизации структурных условий при управлении моделируемыми организационными технологиями позволяет разнести данный процесс как в пространстве, а именно в организационной сети, так и в динамике, то есть во времени [1].

При этом состояние равновесия пространства и времени определяет конфигурацию роста экономических показателей, которая будет достигнута в результате конкурентных запросов и предложений, а также развития конкурентной активности. Правильный выбор организационных процедур позволит занять ожидаемые позиции в существующей среде конкурентных требований и отношений. Постановка организационного порядка, при котором на этапе проверки эффективности организационного решения осуществляется оценка модели с помощью включения структурного и информационного наполнения. Выбор модели определяется решениями, которые дали наилучшую возможность проявления конкурентных преимуществ в каждый момент времени.

### Данные и методы

Моделирующий режим развития способствует возникновению внутренних отношений, одни из них регламентируются руководством организации исходя из организационной направленности для эффективного построения организационных взаимосвязей, другие отношения происходят в результате концепта совокупности рыночных регламентов. Данные отношения определяют связь между рыночным саморегулированием и организационными тех-



нологиями; непонимание этой связи порождает оценочное множество параметров утраты конкурентных преимуществ. В этом случае организационные изменения рассматриваются как рыночная категория и как позиционный элемент совокупности взаимосвязанных и взаимодействующих аспектов, преобразующих соответствующие организационные отношения. Для этого необходимо уточнить мотивы организационных изменений под воздействием противоречия рыночных конкурентных отношений, а также определить дальнейшее развитие организационных инструментов. Именно владение организационными инструментами позволяет выделить целевую функцию лидирующих позиций при выборе взаимосвязей и образовании единой системы организационных процессов и явлений конкурентоспособного производства [4].

Несомненно, внутренние отношения в определенной структурированной системе нормируют и устанавливают производители в зависимости от требований, желаний, предпочтений и должны соответствовать уровню, задаваемых организационных позиций для решения проблем конкурентных преимуществ. Применение организационных инструментов позволяет разложить все процессы и наглядно интерпретировать деятельность, а также выделить зоны ответственности и контроля исходя из организационного расписания по жизненному циклу единой системы функционирования конкурентоспособного производства. Развитие организационных технологий должно быть направлено на создание организационной системы и сосредоточиваться не на развитии функциональных служб, а на организационных способах их включения в общую организационную структуру управления конкурентоспособным производством. При этом обязательно принимать во внимание интеграционную функцию управления, как наиболее подходящую для усиления фактора межфункциональной координации в организационной структуре [7].

Необходимость реализации организационных технологий для экономического роста и обеспечения конкурентных преимуществ возникает из детального аналитического представления следующих экономических категорий в условиях регулируемой системы организационных изменений:

- организационных инструментов и конкурентных взаимодействий;
- эффективного построения организационных взаимосвязей;
- детального представления последствий реализации организационных сетей и компетенций организационных технологий;
- системных закономерностей формирования организационных множеств.

Организационные технологии подбираются исходя из приоритетов экономического роста, которые закладываются при расчетах экономического обоснования любого решения. Организационными технологиями в условиях реформирования организационного пространства могут быть подбор персонала, его расстановка, новые должностные обязанности, мотивация труда, модифицированный порядок измерения результатов, изменение количества уровней иерархии, применение интегративности для принятия решений, информационные инструменты и т.п.

Организационные инструменты могут быть применены лишь в функционирующей системе. Функционирующая система определяется в последовательном переходе системы из одного состояния к другому, и пропорциональность ее развития формируется через определенный тип организационных технологий. При этом построение модели, с помощью которой можно производить оценку взаимосвязи организационных технологий и роста экономических показателей за счет развития конкурентных преимуществ, должно включать в себя аппарат оценивания изменения организационных позиций [14]



Рис. 1. Динамическая модель реализации организационных технологий  
 Fig. 1. Dynamic model of organizational technologies implementation

В качестве оценки функционирования системы можно принять величину  $P = s(r, o)$ , где  $P$  – уровень диспропорциональности;  $s$  – дискретное организационное множество;  $r$  – фактический рост экономических показателей;  $o$  – ожидаемый рост экономических показателей.

Целевая интерпретация организационных технологий всегда носит определенный характер и ставится мерой целенаправленности структурных организационных перестроений для сокращения разрыва между ( $r$  и  $o$ ) фактическим и ожидаемым ростом экономических показателей [2].

Организационные процессы и явления возникают при необходимости адекватно отреагировать на изменившееся состояние рынка и выполнить мобилизационные реакционные действия для удержания конкурентных преимуществ. Устойчивость конкурентных преимуществ зависит от степени взаимосвязи роста экономических показателей как результата набора конкурентных преимуществ и изменений в организационной структуре путем развития организационных взаимодействий для достижения оптимального равновесия в точках объема продаж, потребительских предпочтений, реального объема спроса на продукцию, результатов деятельности и производительного потенциала. Аффирмация как закрепление требуемого образа организационного стандарта при реализации рыночных отношений позволяет за счет организационных резервов поддерживать на необходимом уровне позиции конкурентных преимуществ [6].

Режим применения организационных инструментов для преобразования организационных технологий, как видно на рис. 1, всегда представляет собой устойчивую структурную характеристику движения системы от различных отношений, возможностей, взаимосвязей, изменений до новых возможностей конкурентных преимуществ – как правило, это рост объема выручки, стоимости чистых активов и производительности труда. Если меняется содержание организационных инструментов, то происходит моделирование горизонтов организационных технологий. Именно пропорциональность (равновесие) в определенной среде организационных сетей и качественный режим их развития возможны в условиях соотношения оптимального предела роста экономических показателей и формирования конкурентных преимуществ. Для этого необходима реализуемая система управления с реалистичными процедурами: регулируемой

архитектурой обработки информации, ВМ-организационных технологий, реперных точек конкурентного потенциала, веризма измерительной системы, цифровых технологий по жизненному циклу, цифровой трансформации организационного расписания (рис. 2).

На рынке продаж целевой мишенью всегда является рост объема продаж, нетто-выручки, стоимости чистых активов, опережающий рост производительности труда по сравнению с заработной платой персонала, удерживания целевого потребителя и т.п. Именно организация процесса удовлетворения потребителя в оперативную систему позволяет развивать конкурентные преимущества. На рис. 2 представлена рациональная модель последовательной процедуры реализации организационных технологий конкурентоспособного производства, которая целенаправленно включает реализацию организационных последствий в условиях выбранной организацией конкурентной стратегии [5].

Организационные технологии представляют собой множество организационных отношений любой степени упорядочения, взаимосвязи, взаимоотношения, взаимодействия персонала. Организационное взаимодействие позволяет создать новое качество организационных позиций и придать управляемым процессам адекватную организационную форму. Организационные технологии проявляются в результате реализации организационных принципов, а также соответствующих форм полномочий и ответственности [13].

Измерительная система, как видно на рис. 2, предназначена установить пригодность выбранных процедур, а также выявить достоинства и недостатки при выборе направлений их совершенствования. Адекватный выбор направлений изменения организационных технологий и их приживаемость возможна только при условии, что характеристики реализуемой совокупности измерены.



Рис. 2. Модель управления организационными технологиями конкурентоспособного производства

Влияние системных закономерностей при формировании организационных множеств на результат поиска организационных возможностей возникает, когда определен комплекс взаимосвязанных позиций по:

- установлению интеграции отдельных процессов в подразделениях;
- мотивации и взаимодействию для достижения цели отдельного структурного подразделения и организации в целом;
- выбору варианта формирования информационных, коммуникационных потоков, а также контроля за соблюдением динамики основных экономических показателей;

- созданию единой организационной системы для внутренней согласованности между всеми элементами организационного стандарта в определенной организационной ситуации.

Организационные технологии – это результат организационных отношений, которые реализуются в условиях объективного проявления следующих закономерностей:

- поддержания эффективности конкурентоспособного производства и конкурентных преимуществ;
- существования организационных явлений при обозначении цели организуемой деятельности;

- обозначения горизонтальных взаимосвязей организационной сети и самоуправленческих условий информационного обмена;

- выделения точки центра организационного взаимодействия;

- установления равновесной позиции между взаимосвязями в замкнутой обособленности организационного взаимодействия путем обозначения внешних контуров (вход и выход).

Последовательная процедура реализации организационных технологий осуществляется в несколько этапов:

- сценарий организационных изменений (диагностика существующей организационной структуры; выделение основных организационных элементов; определение концепции организационных изменений; применение классификатора информации);

- проектирование изменений (выбор уровней управления; планирование новых подразделений; оптимизация численности управленческого персонала);

- реализация организационных изменений (организационное регламентирование; рыночный механизм мотивации; управление организационными изменениями);

- адаптация организационных преобразований к рыночным условиям внешней среды (инструментарий контроля адекватности организационной модели; приобретение новых конкурентных преимуществ и деловых целей; мониторинг организационных изменений);

- определение цикличности организационных преобразований (жизненный цикл организационной структуры; непрерывность преобразования организационного регламентирования; потеря организационной устойчивости исходной ситуации; организационные риски и ограничения);

- организационная политика (создание эффективного механизма регулирования организационных отношений; выбор организационного подхода для выполнения роста экономических показателей).

Исходя из заданного влияния организационных преобразований возможно построение реализуемой системы управления, которая включает в решение проблемы сохранения стабильности конкурентных преимуществ путем приспособления к внешним и внутренним ры-

ночным событиям либо изменениям за счет организационных преимуществ.

### Полученные результаты

Организационные технологии предназначены для изменения производственной системы, которая состоит из организационного множества производственных процессов. При этом производственные функции выполняются только в условиях организационного управления производственными процессами в организационной сети. Организационная сеть формируется не по традиционному правилу иерархий, а по реперным точкам конкурентного потенциала. Набор организационных состояний зависит от сложности структурного и информационного контура управления внутри каждой составляющей сети.

Организационные технологии – это специфические приемы, которые способствуют обеспечению экономического и технического развития конкурентных преимуществ. Организационные технологии как особый инструмент организационного проектирования с влиянием на показатели функционирования организационной системы, на сложные внутренние взаимодействия в данной системе, а также воспроизведения измененных организационных ситуаций для стабилизации, функционирования и развития структурных характеристик организации в пространстве и во времени [11].

Организационные технологии определяют организационную структуру взаимосвязанных подразделений с особым организационным состоянием и направлены на применение оптимальной структуры в условиях определенной среды (информационной, регулируемой, стандартной, жизненного цикла, измерительной, поисковой и цифровой).

Организационную технологию в целом состоянии можно представить в следующем виде (1):

$$T = \langle M, F, C, Y, \Delta, D, W \rangle, \quad (1)$$

где  $M$  – множество структурных подразделений организации;

$F$  – некая совокупность выполняемых функций структурным подразделением организации;

$C$  – состав внутренних связей между объектами управления;

$Y$  – управляющая система, предназначенная для стабилизации, развития и регулирования;

Э – экономические показатели, определяющие основные направления развития конкурентных преимуществ (рост объема продаж, стоимости чистых активов и опережающего роста производительности труда по сравнению с ростом средней заработной платы персонала);

Д – внутренние и внешние факторы, определяющие организационную структуру в целостной производственной системе W.

Организационные факторы, как наиболее экономичные и предпочтительные в условиях спада покупательской способности, всегда выбираются для построения целостной модели. Взаимосвязь организационных преобразований при заданном уровне надежности внутренних элементов, требуемом качестве выполнения управленческих функций, оптимальной организационной структуре обеспечивает максимальную вероятность достижения поставленной цели. При этом организационная структура в организационной сети позволяет:

- контролировать и оценивать все процессы;
- выполнять управленческие функции;
- определять необходимые полномочия для принятия и реализации управленческих решений;
- вести интенсивный обмен информацией с внешней средой и диверсифицировать свои конкурентные преимущества;
- выделять важнейшие организационные элементы и интегрированные организационные переменные и обеспечивать эффективные меры воздействия на них;
- применять организационное реформирование для накопления потенциала для экономического роста.

### Заключение

Основные развивающие позиции образования и развития конкурентных преимуществ всегда связаны с организационными условностями. В данном случае такими направляющим организационным мотивом является рост основных экономических параметров по сравнению с показателями конкурентов. Выбор системы экономических показателей должен базироваться на существенном приоритете имущественного, финансового акцентов и денежных потоков по текущей, инвестиционной и финансовой деятельности конкурентоспособного производства.

Сочетание экономического роста с организационными технологиями носит вероятностный

характер из-за наличия активного элемента (ВИМ-организационных технологий) и структурных связей, а также открытости влияния рыночных отношений. Именно организационные мотивы, настроенные на рост экономических показателей способны определять организационное множество для адаптирования как к внутренним так внешним условиям различной конкурентной среды.

Системное управление конкурентоспособным производством предполагает управляющее воздействие на формирование и поддержание экономического роста за счет взаимосвязанной совокупности организационных технологий, а также развития устойчивых конкурентных преимуществ. Весьма важным моментом является правильный выбор оптимального и сбалансированного соответствия организационных изменений в определенной среде функционирования конкурентоспособного производства и возникающих внутренних отношений в результате регламентируемых их организационных стандартов.

### Библиографический список

1. Балагурова Е.А. Оценивание конкурентоспособности продукции машиностроения как совокупного эффекта динамики инновационной насыщенности инвестиций / Е.А. Балагуров, В.Н. Борисов, Т.Г. Орлова, К.Г. Почукаев, О.В. Почукаева // Научные труды ИПП РАН. – Т. 2017. – С. 294-314.
2. Barnett V., Zweynert J. Economics in Russia : studies in intellectual history. – Hamshire, 2008. – 198 p.
3. Борисова Е.В. Теоретические аспекты инновационного развития экономики // Креативная экономика. – 2018. – Том 12. – № 1. – С. 9-16.
4. Glazyev S. Yu., Ajvazov A. E., Belikov, V. A. The Future of the World Economy Is an Integrated World Economic Structure / S. Yu. Glazyev, A. E. Ajvazov, V. A. Belikov // *Ekonomika regiona [Economy of Region]*, 14(1). – 2018. –Рр. 1-12.
5. Гунина И.А. Концептуальные основы и тенденции развития производительного труда в высокотехнологичном производстве // *Организатор производства*. –2019. –Т.27. –№ 2. –С. 68-80.
6. Зельднер А. Г. Экономический рост: состояние и проблемы / А.Г. Зельднер //

Экономические науки. – 2018. – № 1 (158). – С. 17-21.

7. Кричевский Н.А. Наследие противоречий. Истоки русского экономического характера / Н.А. Кричевский. М: ИТК «Дашков и К», 2016. – 451 с.

8. Мау В.А. Для реформ нужна не «фаза цикла», а спрос на них // Газета «Ведомости» от 16 января 2018 г., № 6 (4487).

9. Миловидов В. Услышать шум волны: что мешает предвидеть инновации? // Форсайт. – 2018. – № 1. – С. 88-97.

10. Попов Е. В. Эконотроника // Экономика региона. – 2018. – Т. 14, вып. 1. – С. 13-28.

11. Решетов В.В. Организация конкурентоспособного производства в условиях рецессии экономики машиностроительного комплекса // «Современная экономика: проблемы и решения». – 2017. – № 11. – С. 56-64.

12. Родионова В.Н., Туровец О.Г., Шотыло Д.М. Применение проектного метода обучения в создании магистерского курса по организации высокотехнологичных производств // Организатор производства. – 2019. – Т. 27. – № 1. – С. 90-102.

13. Суменков М.С. Реализация методики принятия решений при оптимизации выпуска готовой продукции на предприятии / М.С. Суменков, С.М. Суменков, Н.Ю. Новикова // Экономические науки. – 2018. – № 4 (161). – С. 30-34.

14. Украинский В.Н. Региональная конкурентоспособность: методологические рефлексии / В.Н. Украинский // Вопросы экономики. – № 6. – 2018 – С. 18-21.

15. Чепыжова О.К. Проблемы равновесия потребителя и рыночной конкуренции / О.К. Чепыжова // Экономические науки. – № 2 (159). – 2018. – С. 11-13.

16. Teece David J. Profiting from Technological Innovation: Implications for Integration, Collaboration, Licensing and Public Policy // Research Policy. – 1986. – Vol. 15. – No. 6. – Pp. 285–305.

17. Эйсснер Ю.Н. Организационно-экономические измерения в планировании и управлении. – Ленинград: Издательство Ленинградского университета. – 1988. – 144 с.

18. Чечин О.П. Цифровая трансформация в концепции экономической безопасности / О.П. Чечин // Экономические науки. – № 7 (176). – 2019. – С. 92-97.

Поступила в редакцию – 20 августа 2019 г.

Принята в печать – 30 сентября 2019 г.

### Bibliography

1. Balagurova E.A. Assessing the competitiveness of machine-construction products as a cumulative effect of the dynamics of innovative investment saturation / E.A.Balagurov, V.N.Borisov, T.G.Orlova, K.G.Pochukaev, O.V.Pochukaeva // The scientific proceedings of the RAS Institute of Economic Forecasting. – Volume 2017. – PP. 294-314.

2. Barnett V., Zweynert J. Economics in Russia: studies in intellectual history. – Hamshire, 2008. – 198p.

3. Borisova E.V. The theoretical aspects of innovative economic development // Kreativnaya Ekonomika [Creative Economy]. – 2018. – Volume 12. – № 1. – PP. 9-16.

4. Glazyev S.Y., Aivazov A.E., Belikov V.A. The future of the world economy is an integrated world economic structure / S.Y.Glazyev, A.E.Ayvazov, V.A.Belikov // Ekonomika regiona [Regional Economy], 14 (1). – 2018. – PP.1-12.

5. Gunina I.A. The conceptual fundamentals and trends in the growth of labour productivity in high-tech production // Organizator Proizvodstva. 2019. V.27. № 2. PP. 68-80.

6. Zeldner A.G. Economic growth: conditions and problems / A.G. Zeldner // Ekonomicheskie Nauki [Economic Science]. – 2018. – № 1 (158). – PP.17-21.

7. Krichevsky N.A. A legacy of contradictions. The origins of Russian economic character / N.A.Krichevsky. - Moscow: Publishing and Trade Corporation «Dashkov & K°», 2016. – 451 p.

8. May B.A. The reforms need the demand for them, not the «cycle phase» / The newspaper «Vedomosti» dated January 16<sup>th</sup>, 2018. – № 6 (4487).

9. Milovidov V. Hearing the sound of waves: what prevents innovation from being foreseen? // *Fore-sight*. – 2018. - № 1. – PP. 88-97.
10. Popov E.V. Econotronics // [Regional Economy]. - 2018. - V.14, issue 1. – PP.13-28.
11. Reshetov V.V. The organization of competitive production in the conditions of economic recession of the machine-building complex // «Modern Economy: Problems and Solutions». – 2017. – № 11. – PP. 56-64.
12. Rodionova V.N., Turovets O.G., Shotylo D.M. The application of the project method of education in working out the master's course on organization of high-tech industries // *Organizator Proizvodstva*. – 2019. –V.27. –№ 1. –PP. 90- 102.
13. Sumenkov M.S. The implementation of the methodology of decision-making for optimizing the production of finished products at an enterprise / M.S.Sumenkov, S.M.Sumenkov, N.Y.Novikova // *Ekonomicheskie Nauki*. - 2018.- № 4 (161). – PP. 30-34.
14. Ukrainsky V.N. Regional competitiveness: methodological reflections / V.N.Ukrainsky // *Voprosy Ekonomiki* [Economic issues]. - № 6. – 2018. –PP. 18-21.
15. Chepyzhova O.K. The problems of the consumer equilibrium and market competition / O.K. Chepyzhova // *Ekonomicheskie nauki* [Economic Science]. - № 2 (159). – 2018. – PP. 11-13.
16. Teece David J. Profiting from Technological Innovation: Implications for Integration, Collaboration, Licensing and Public Policy // *Research Policy*. – 1986. – V. 15. – № 6. – PP. 285–305.
17. Eissner Y.N. Organizational and economic dimensions in planning and management. – Leningrad: The Publishing House of Leningrad University. – 1988. – 144 p.
18. Chechin O.P. The digital transformation in the concept of economic security /O.P. Chechin // *Ekonomicheskie Nauki* [Economic Science]. – № 7 (176). – 2019. – PP. 92-97.

Received – 20 August 2019.

Accepted for publication – 30 September 2019.



DOI: 10.25987/VSTU.2019.16.82.003

УДК 658.7.011.1

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ RFID-ТЕХНОЛОГИЙ В УПРАВЛЕНИИ  
ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ ЭКОНОМИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ В УСЛОВИЯХ  
РЕАЛИЗАЦИИ ЧЕТВЁРТОЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ РЕВОЛЮЦИИ**

**И.Л. Авдеева, Т.А. Головина, А.В. Полянин**

Среднерусский институт управления – филиал РАНХиГС  
Россия, 302028, г.Орел, бульвар Победы, д.5А

**Введение.** Развитие информационных технологий и коммуникационных устройств создало условия для построения производства, ориентированного на выпуск массового и в то же время индивидуализированного продукта, что легло в основу концепции Industry 4.0. Авторами выявлены изменения PLM-систем, которые выполняют ключевую роль в процессах разработки, производства и обслуживания продуктов. В статье сделан вывод о том, что PLM-системы становятся не только центральным репозиторием данных, связанных с продуктом, бизнес-процессами, производственными процессами, инструментами для объединения менеджеров и инженеров в единое информационное пространство, но и стратегическим бизнесом инновационных продуктов, их разработки и внедрения. Ввиду необходимости производить персонализированный продукт, значительно усложняется процесс контроля за жизненным циклом изделия.

**Данные и методы.** В статье использованы логический, аналитический и сравнительный методы в целях изучения механизмов использования цифровых технологий управления производственными экономическими системами в условиях реализации четвёртой промышленной революции. Для преодоления проблем идентификации авторами предлагается использовать технологии RFID, имеющие широкие возможности хранения и чтения данных.

**Полученные результаты.** Результатом работы является анализ главных трендов развития промышленных экономических систем и описание усовершенствованной архитектуры автоматизации производственных бизнес-процессов.

**Заключение.** Результаты исследования могут быть использованы в качестве теоретической и практической основы для внедрения RFID-технологий в управлении производственными экономическими системами в условиях реализации четвёртой промышленной революции.

**Ключевые слова:** промышленность, производственные экономические системы, цифровые технологии, RFID-технологии.

---

**Сведения об авторах:**

**Ирина Леонидовна Авдеева** (канд. экон. наук, доцент, i-avdeeva-i@yandex.ru), доцент кафедры менеджмента и государственного управления

**Татьяна Александровна Головина** (д-р экон. наук, профессор, kafedramunh@mail.ru), заведующий кафедрой менеджмента и государственного управления

**Андрей Витальевич Полянин** (д-р экон. наук, профессор, kafedramunh@mail.ru), профессор кафедры менеджмента и государственного управления

**On authors:**

**Irina L. Avdeeva** (Cand. Sci. (Economy), Assistant Professor, i-avdeeva-i@yandex.ru), Assistant Professor of management and public administration

**Tatiana A. Golovina** (Dr. Sci. (Economy), Professor, kafedramunh@mail.ru) head of the Department of management and public administration

**Andrey V. Polyinin** (Dr. Sci. (Economy), Professor, kafedramunh@mail.ru) Professor of management and public administration

**Для цитирования:**

Авдеева И.Л., Головина Т.А., Полянин А.В. Использование RFID-технологий в управлении производственными экономическими системами в условиях реализации четвёртой промышленной революции // Организатор производства. 2019. Т.27. №3. С. 33-45 DOI: 10.25987/VSTU.2019.16.82.003

**USE OF RFID TECHNOLOGIES IN MANAGEMENT OF PRODUCTION ECONOMIC SYSTEMS UNDER CONDITIONS IMPLEMENTATION OF THE FOURTH INDUSTRIAL REVOLUTION**

**I.L. Avdeeva, T.A. Golovina, A.V. Polyinin**

Central Russian Institute of Management, Branch of RANEPА  
Russia, 302028, Orel, Victory Boulevard, 5A

**Introduction.** The development of information technologies and communication devices has created the conditions for the construction of production, focused on the production of mass and at the same time individualized product, which formed the basis of the concept of Industry 4.0. The authors revealed changes in PLM systems that play a key role in the processes of development, production and service of products. The article concludes that PLM systems become not only the central repository of data related to the product, business processes, production processes, tools for combining managers and engineers into a single information space, but also the strategic business of innovative products, their development and implementation. Due to the need to produce a personalized product, the process of monitoring the product life cycle is greatly complicated.

**Data and methods.** The article uses logical, analytical and comparative methods to study the mechanisms of using digital technologies in the management of industrial economic systems in the context of the fourth industrial revolution. To overcome the problems of identification, the authors propose to use RFID technology with wide capabilities for storing and reading data.

**Results obtained.** The result of the work is an analysis of the main trends in the development of industrial economic systems and a description of an improved architecture for automating production business processes.

**Conclusion.** The results of the study can be used as a theoretical and practical basis for the introduction of RFID technologies in the management of industrial economic systems in the context of the fourth industrial revolution.

**Key words:** industry, manufacturing economies, digital technologies, RFID technologies

**For quoting:**

Avdeeva I.L., Golovina T.A., Polyinin A.V. Use of rfid technologies in management of production economic systems under conditions implementation of the fourth industrial revolution // Organizator Proizvodstva. 2019. V.27. №3. 33-45 DOI: 10.25987/VSTU.2019.16.82.003

**Введение**

В настоящее время уровень глобализации продолжает расти за счёт беспрецедентного развития информационных технологий и коммуникационных устройств. Следуя глобальным тенденциям виртуализации производства в рамках концепции «четвёртой промышленной революции», современные предприятия для

сохранения конкурентоспособности вынуждены менять производственные процессы, сталкиваясь с новыми вызовами и задачами. Стандартные подходы к управлению производством уже не позволяют удерживать доходность предприятий на желаемом уровне.

Интернет вещей (Internet of Things, IoT) – это концепция описывающая соединение реальных

объектов с виртуальным миром через сеть Интернет. В основе понятия интернета вещей лежит следующая идея: если масса реальных объектов будет связана через Интернет, то все подключённые системы будут коммутировать друг с другом и образуют тандем, который позволит

сформировать новый пользовательский опыт от взаимной интеграции систем и устройств.

Представим в таблице две группы факторов, влияющих на скорость внедрения цифровых технологий [1].

Две группы факторов, влияющих на скорость внедрения цифровых технологий  
Two groups of factors affecting the speed of adoption of digital technologies

1. Внутренние возможности организации	2. Стимулы для цифровизации
1.1. Наличие стратегического решения и возможности его реализации, что характеризуется компетенциями руководства компании и качеством процессов управления	2.1. Уровень конкуренции в отрасли, стимулирующий руководство предприятий к повышению производительности труда
1.2. Знания и навыки сотрудников, необходимые для цифровой трансформации: не только ИТ-специалистов, но также знания и навыки других специалистов в области цифровых технологий (при этом уровень знаний низкоквалифицированных сотрудников также имеет существенное влияние)	2.2. Наличие доступа к цифровым технологиям и открытость рынка, доступность финансирования для инвестиций в цифровые технологии, возможности гибкого входа и выхода из проектов в условиях рискованных инвестиций в новые технологии
1.3. Эффективное распределение ресурса персонала компании с учетом умений и знаний.	2.3. Гибкость трудового законодательства с точки зрения перераспределения ресурсов, наличие дополнительных налоговых и регуляторных льгот.

Наличие внутренних возможностей и дополнительных стимулов для цифровизации дает предприятиям возможность начать движение по пути трансформации. Однако даже при наличии необходимых ресурсов компании сталкиваются с внутренней резистентностью, нежеланием менять бизнес-процессы, трудностями интеграции с «традиционными» решениями. Необходимо помнить, что цифровая трансформация предприятий – это не замена всех сотрудников роботами, но расширение возможностей руководителей и работников за счет новых технологий. Более 60% руководителей промышленных предприятий считают, что цифровизация создаст дополнительные рабочие места, а не сократит их количество.

На этой идее основан промышленный интернет вещей (Industrial Internet of Things, IIoT), где через сеть могут взаимодействовать как клиент с машинами, например, размещая индивидуальный заказ на производство, так и машины с машинами в процессе выполнения этого заказа. Такая интеграция позволяет решать поставлен-

ные задачи клиентом независимо и гибко.

Для обеспечения такого H2M (Human to Machine) и M2M (Machine to Machine) взаимодействия индустрия информационных технологий (ИТ) предлагает решения на базе облачных технологий.

### Данные и методы

Облачные технологии представлены набором сервисов, которые удалённо предоставляют клиентам (как человеку, так и машине) определённый спектр ресурсов и услуг. Облачные технологии позволяют объединить распределённые объекты в единое информационное пространство, что является необходимым условием организации гибких производств [2].

Термин Industry 4.0, или четвёртая промышленная революция, впервые был озвучен на крупнейшей промышленной международной выставке Hannover Fair 2011 в Ганновере (Германия) и включал в себя инициативы по развитию конкурентоспособности обрабатывающей промышленности. Эти инициативы гласили, что кибер-физические системы, вклю-

чая робототехнические комплексы, системы складирования и другие производственные объекты должны быть способны обмениваться информацией, выполнять действия и контролировать друг друга независимо.

Это должно привести к фундаментальным улучшениям показателей процессов производства, проектирования, использования материалов и контроля жизненного цикла изделий [3].

Первая промышленная революция зародилась в Англии в конце XVIII века и ознаменовалась замещением ручного труда паровыми машинами.

Применение паровых машин коренным образом повлияло на развитие металлургических, текстильных и горнодобывающих производств.

Вторая промышленная революция произошла в начале XX века, когда была проведена электрификация производств, что незамедлительно повысило эффективность предприятий. В этот период времени начинает применяться конвейерная сборка и производство становится массовым; также значительно растёт уровень глобализации за счёт развития телеграфа, железных дорог и водного сообщения [4].

Третья промышленная революция связана с переходом производства с аналоговых систем на цифровые и датируется 70-ми годами XX века. Она была вызвана серьёзным развитием компьютерных, информационных и коммуникационных систем. На производствах начинают активно применяться робототехнические комплексы под управлением цифровых логических контроллеров и развиваются промышленные сети.

Четвёртая промышленная революция ознаменовывается применением технологий, обеспечивающих производство индивидуализированных продуктов как массовых [5]. Это значит, что машины должны работать независимо, гибко выстраивать технологический процесс, взаимодействуя с людьми для создания персонализированного продукта. Машины становятся независимыми агентами, способными собирать и анализировать данные, обмениваться данными с другими машинами и людьми. Интернет становится связующим звеном между реальными и виртуальными объектами.

Возрастающая взаимосвязь между продуктами и производственным оборудованием, так же как и продавцов и потребителей, партнёров, открывает новые источники доходов, которые

были недоступны ранее. Таким образом, в индустрии устанавливаются новые стандарты заботы о потребителе. Большая удовлетворённость продуктом достигается за счёт персонализированного, высококачественного продукта, а также доступных и умных сервисов [6].

Тем не менее, внедрение новых стандартов Industry 4.0 сопряжено с определёнными трудностями. Для того, чтобы выполнять индивидуальный заказ каждого клиента, необходимы гибкие, быстро перестраиваемые и конфигурируемые производственные линии. В таких условиях особенно важным встаёт вопрос об интеграции распределённых систем производства в единый технологический процесс для обеспечения качественного обслуживания покупателей.

С другой стороны, время доставки товара, так же как уровень сбоев, значительно растёт вместе с возрастающим потоком данных. Для упорядочивания и обработки данных необходима разработка универсальных стандартов их передачи между всеми слоями автоматизации [7].

Однако переход на новую, направленную на клиента бизнес-модель имеет высокий потенциал по получению прибыли. Интеграция и объединение данных принесёт прозрачность в контроль текущего состояния производства. Всеобъемлющий анализ, статистика, прогнозирование дадут возможности ещё более точного и своевременного принятия управленческих решений. Объединение интеллектуальных систем, продуктов и производственных линий в единую информационную сеть позволит управлять производством более автономно. Всё вышесказанное приводит к лучшей производительности и эффективности использования ресурсов.

Представим на рис. 1 принципы, позволяющие раскрыть потенциал концепции Industry 4.0 [8].

Четвёртая индустриальная революция за счёт виртуализации производства позволяет создавать продукты лучшего качества, позволяя применять новые клиентоориентированные бизнес модели. Таким образом, применение концепции Industry 4.0 развивает как бизнес процессы компании, так и портфолио продуктов и сервисов. Следовательно, значительно растёт удовлетворённость продуктом и укрепляются взаимоотношения с заказчиком. Согласно исследованиям, в ближайшие годы промышленные компании готовы

инвестировать около 3,3% от годового дохода в решения Industry 4.0.

В европейских компаниях отмечают, что наиболее важными направлениями инвестиций являются виртуализация проектирования и разработки продукта, автоматизация производства и логистика. Инвестиции коснутся всего –

от интегрирования материалов, производственных машин и логистических систем в киберфизические системы до механизмов контроля производственных данных в реальном времени на всём пути производственно-сбытовой цепи. Эти усилия признаны увеличить эффективность и снизить затраты на всех этапах производства.



Рис. 1. основополагающие принципы, позволяющие раскрыть потенциал концепции Industry 4.0  
Fig. 1. Fundamentals to unlock the potential of Industry 4.0

Неотъемлемой составляющей концепции Industry 4.0 является управление жизненным циклом изделия. Продукты становятся всё более сложными. Следовательно, всё большее число специалистов из различных областей должны работать как единая команда в одной информа-

ционной среде для применения лучших практик для проектирования инновационного продукта. Такую среду для создания, производства и внедрения новых продуктов предоставляют PLM-системы (Product Lifecycle Management).

### Модель

PLM–системы управляют процессами проектирования, производства и обслуживания продукта. В настоящее время PLM–системы становятся не только центральным репозиторием данных, связанных с продуктом, бизнес–процессами, производственными процессами, CAD–, CAM– и PDM– инструментами для объединения менеджеров и инженеров в единое информационное пространство, PLM становится стратегическим бизнес–подходом для создания инновационных продуктов, их разработки и внедрения.

Концепция Industry 4.0 требует персонализации продуктов, что значительно усложняет процесс контроля за жизненным циклом изделия [9].

Для преодоления проблем идентификации предлагается использовать бурно развивающиеся технологии RFID.

RFID – технология, которая использует электромагнитный спектр для идентификации объектов. На современном производстве идёт активное замещение идентификации с помощью штрих-кода на RFID, потому что RFID не требует прямого контакта с меткой. RFID–системы состоят из двух основных элементов: антенны и транспондера. Антенна генерирует электромагнитную волну для активации транспондера. Активировав транспондер, можно считать или записать данные.

Существует несколько классификаций RFID–сенсоров: по частоте генерируемых электромагнитных волн, по источнику питания и по типу памяти RFID–чипов. В зависимости от рабочей частоты, типа памяти и источника питания зависят особенности применения RFID–сенсоров.

Классификация по частоте разделяет RFID–сенсоры на низкочастотные (LF), высокочастотные (HF) и ультравысокочастотные (UHF).

LF–сенсоры обмениваются данными с меткой на частотах 30 KHz–300KHz на коротких дистанциях не более 2 метров. HF–сенсоры работают на частотах 3MHz–30MHz и способны работать с транспондерами, удалёнными до 30 метров. И наконец, UHF–сенсоры работают на частотах 300MHz–3GHz и считывают данные на дистанциях более 30 метров [10].

Также RFID–системы можно классифицировать по источнику питания. По этой классификации транспондеры могут быть трёх видов: активными, пассивными и смешанными

ВАР (Battery-Assisted Passive).

В активных RFID–системах транспондеры имеют собственный источник питания, обычно в виде батарей, что позволяет увеличить радиус считывания метки и непрерывно транслировать данные транспондеру.

В пассивных RFID–системах метки питаются только от электромагнитного поля трасмиттера, что удешевляет систему. В RFID–системах с ВАР–транспондерами метки используют оба источника питания, что повышает надёжность считывания данных.

По типу памяти можно разделить метки на:

– RO (Read Only), где данные записываются только один раз, сразу при изготовлении. Такие метки пригодны только для идентификации. Никакую новую информацию в них записать нельзя, и их практически невозможно подделать;

– WORM (Write Once Read Many), где кроме уникального идентификатора такие метки содержат блок однократно записываемой памяти, которую в дальнейшем можно многократно читать;

– RW (Read and Write) – такие метки содержат идентификатор и блок памяти для чтения/записи информации. Данные в них могут быть перезаписаны многократно.

Транспондеры могут быть выполнены в стеклянном, пластиковом корпусе, а также в виде смарт–карт и смарт–наклеек. При применении смарт наклеек RFID–чип поставляется на тонкой клейкой ленте и состоит из микро проводников и чипа. Такие метки очень тонкие и гибкие, поэтому могут быть приклеены практически к любому продукту.

ИТ–компании в основном будут концентрироваться на продуктах для гибкого контроля и управления производства в реальном времени, а также оптимизации логистических систем. Тем временем компании, связанные с машиностроением, будут фокусировать усилия на совершенствовании автоматизированного производства, сборе и анализе данных в реальном времени и развитии систем управления предприятием (MES–систем).

Четвёртая промышленная революция играет важную роль в повышении эффективности производства в долгосрочной перспективе.

Промышленному сектору требуется производить всё большие объёмы продукции, затрачивая меньше материалов и энергии. Решения Industry

4.0 помогают компаниям создавать эффективные производства, увеличивая производительность и уменьшая затраты энергии и ресурсов.

В ближайшие годы компании ожидают значительные выгоды от вложенных средств в Industry 4.0. Прогнозируется в среднем рост эффективности на 18% за счёт виртуализации производства. Это эквивалентно повышению эффективности на 3,3% ежегодно. Кроме того, почти треть компаний ожидают прирост эффективности более чем на 20% к 2020 году.

Большинство улучшений являются результатом виртуализации процессов производственно-сбытовой цепочки, например:

- концентрация на индивидуализации продуктов и услуг;
- снижение неопределённости процессов;
- минимизация потерь качества;
- организация более гибких и связанных процессов.

Говоря конкретно, рост прозрачности процессов улучшает использование машин и систем. Виртуализация и интеграция процессов позволяет организовать работу рационально, что повышает продуктивность, а интеллектуальный анализ производственных данных снижает уровень брака [11].

Компании ожидают, что внедрение идей концепции Industry 4.0 создаст условия для дополнительной годовой экономии в среднем около 2,6%.

Обрабатывающая промышленность ожидает снижение затрат на 1,9% в год. Для дискретного производства этот показатель несколько выше.

Анализ и использование данных играют ключевую роль в концепции Industry 4.0. Быстрый рост числа сенсоров, встраиваемых систем и умных устройств, а также вертикальная и горизонтальная интеграция систем являются причиной увеличения непрерывного потока данных. К настоящему моменту этот огромный массив данных в большинстве случаев не используется в полной мере.

Уже сейчас технологии анализа данных крайне важны для половины компаний. В секторе электронной промышленности уделяется особое внимание этим технологиям из-за интенсивности потока данных о продуктах и решениях. 90% компаний убеждены, что эффективный анализ и использование больших данных являются жизненно важными для будущих успе-

хов выстраиваемых бизнес моделей. Эта оценка также применима и к компаниям, для которых работа с данными не является приоритетным направлением развития.

Интегрированный анализ данных позволяет, среди прочих аспектов, всесторонне изучить процессы и оптимизировать их на основе полученных заключений. Автомобилестроение является хорошим примером для применения преимуществ анализа больших данных.

На таких производствах применяется огромное количество датчиков и сенсоров, генерирующих десятки терабайт данных. Воспользовавшись ими, можно идентифицировать дефектные детали на ранней стадии производства, увеличить прозрачность процессов принятия решений и уменьшить избыточность производственно-сбытовой цепи, что приведёт к увеличению эффективности и конкурентоспособности [12].

Дополнительно анализ и использование больших данных позволяет определить основные требования для разработки новых цифровых бизнес-моделей, оптимизировать взаимодействие с заказчиками, повышая прибыльность компании. Это хорошо видно на примере большого предприятия обрабатывающей промышленности.

Для таких компаний в целях максимизации прибыли необходимо постоянно решать оптимизационные задачи. Текущий уровень спроса, загруженность производственных мощностей, текущие цены на сырьё, а другие параметры должны быть учтены в принятии решения о том, какой продукт нужно произвести и в каком объёме. Решения Big Data ускоряют крайне ресурсоёмкие вычисления, учитывающие при симуляции порядка 50 факторов, и помогают достигнуть значимого повышения рентабельности.

В настоящее время основное внимание компаний уделяется, прежде всего, защите эффективного обмена данными внутри производства, чёткой маркировке продукции (например, с помощью штрихкода и RFID) и использованию производственных данных реального времени для управления технологическими процессами. Также многие компании уже хранят большие объёмы данных, но не могут всесторонне задействовать их.

Исследования показали, что наибольшее предпочтение компании отдают эффективному

обмену данными внутри производства, а наиболее эффективно задействованным данным для кооперации и взаимодействия партнёров отводится 4-е место.

Для успешной конкуренции на глобальном рынке компаниям необходимо адаптироваться к новым требованиям Industry 4.0. Структура

автоматизации производства является неотъемлемой частью возможностей производства гибко и эффективно использовать ресурсы.

Представим на рис. 2 классическую архитектуру автоматизации производства и структуру автоматизации производства с применением облачных сервисов [13].

*Классическая архитектура автоматизации производства*



*Структура автоматизации производства с применением облачных сервисов*

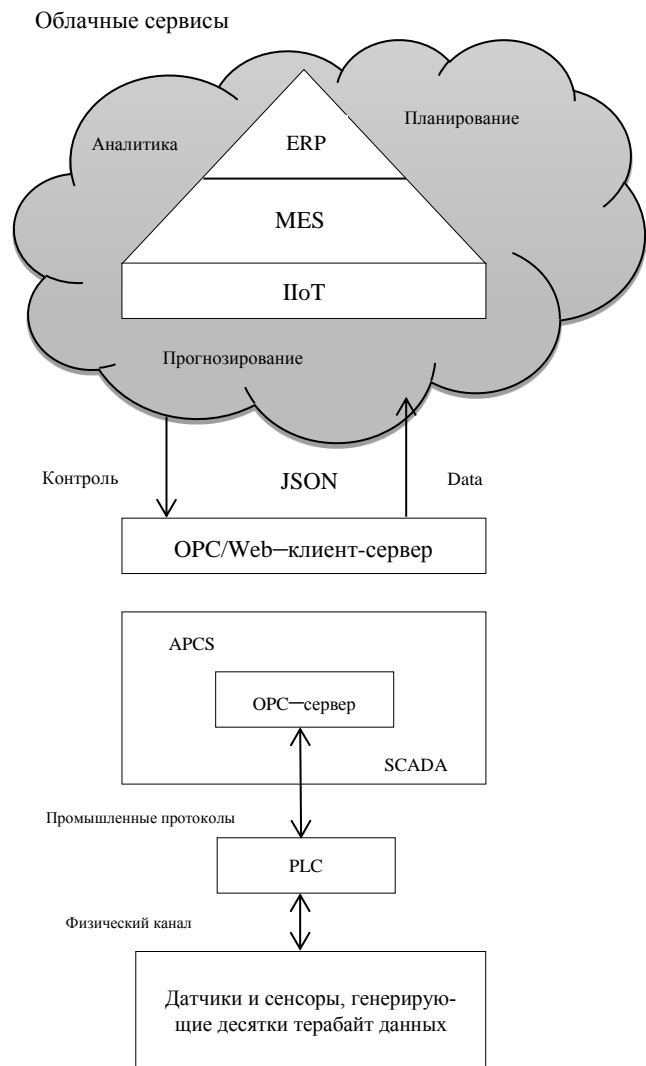


Рис. 2. Классическая архитектура автоматизации производства и структура автоматизации производства с применением облачных сервисов

Fig. 2. The classic architecture of industrial automation and the structure of industrial automation using cloud services

Классическая архитектура автоматизации производства представлена в виде пирамиды.



Полевой уровень (Field level) представлен в виде сенсоров, исполнительных устройств, двигателей, заслонок и т. п. Следующий уровень состоит из программируемых логических контроллеров (ПЛК). ПЛК – это специализированный компьютер, который обрабатывает сигналы, поступающие с полевого уровня, и управляет исполнительными устройствами. Полевой и ПЛК–уровень тесно связаны физически и взаимодействуют в режиме реального времени. Уровнем выше для управления ПЛК организована автоматизированная система управления техническим процессом (АСУ ТП). АСУ ТП взаимодействует с ПЛК по проприетарным протоколам, которые характеризуются робастностью, безопасностью и строго определённым механизмом обмена данными, что критически важно для производственных предприятий. MES (Manufacture Execution System) отвечает за автоматизированное управление предприятия, в том числе за оптимизацию технологических процессов, среднесрочное планирование и выполнение поставленных задач. В большинстве случаев поток данных между MES и АСУ ТП ограничен по причине их функционирования в различных физических средах. В результате эти уровни требуют специальной, «ручной» интеграции. Более того, MES не оперирует данными реального времени. Самый верхний уровень пирамиды автоматизации представлен ERP–системой, отвечающей за долгосрочное планирование человеческих и материальных ресурсов компании. ERP и MES обычно связаны Ethernet–сетью и работают в одной информационной среде.

Следовательно, к настоящему моменту в традиционной архитектуре автоматизации предприятия наблюдаются ограничения коммуникации между АСУ ТП и MES–уровнем из-за различной природы информационного окружения, в котором они работают. В результате MES не может оперировать данными реального времени с производственного уровня для гибкого и оперативного контроля за производственными мощностями и качеством продукции, что важно в реализации концепции Industry 4.0.

Существует три стратегии по преодолению разрыва коммуникации между производственными и верхним уровнем управления производством:

1 – включить в функционал MES–системы в функционал АСУ ТП. Действительно, возможно

функционал MES более низкому уровню. Тем не менее этот подход не нашёл применения на практике;

2 – включить функционал АСУ ТП в функционал системы управления производством. По существу это означает, что MES начинает напрямую управлять ПЛК. В теории это выглядит заманчиво, но различие между PLC и MES уровни столь значительны, что на практике крайне редко прибегают к этому подходу;

3 – позволить MES и АСУ ТП обмениваться данными. Компании уже инвестировали огромные средства во внедрение автоматизированных систем. Такой подход предполагает развитие уже имеющейся инфраструктуры, против её перестройки, однако требует применения новых единых стандартов обмена данными.

В настоящий момент третий подход выглядит предпочтительным, и индустрия уже начинает двигаться в этом направлении. Например, OPC Foundation, объединение лидирующих производителей и разработчиков автоматизации, разработало новый промышленный стандарт OPC UA для надёжного и безопасного обмена данными между различными устройствами и приложениями. Более того, сотни производителей, пользователей и институтов продолжают свои исследования в направлении объединения продуктов и сервисов.

### Полученные результаты

Для преодоления разрыва между производственным и верхним управленческим уровнем предлагается использовать OPC/Web клиент-серверное приложение, осуществляющее коммуникацию между уровнями.

Предлагаемое OPC/Web–приложение является клиентом для OPC–сервера, который считывает данные реального времени с ПЛК и сервером, подготавливающим собранные данные для безопасной и с сохранением семантической значимости передачи данных на MES–уровень. Соответствуя идеям Industry 4.0, возникает вопрос в эффективной обработке возросшего потока данных с производственного уровня. ИТ–индустрия разработала мощные инструменты и решения в области обработки больших объёмов данных с помощью облачных технологий. Следовательно, возникает предложение организовать MES как набор облачных сервисов. Таким образом, MES и ERP станут работать в единой информационной среде, что повысит

точность планирования и эффективность управления производством. В результате получаем мощную систему, которая обладает комплексными инструментами планирования, аналитики, прогнозирования, вычислений в реальном времени и своевременного управления по Ethernet-сети АСУ ТП. Более того, согласно выявленной тенденции глобализации, предложенная архитектура автоматизации подходит и для управления распределёнными по всему миру предприятиями. Такая система – универсальный инструмент гибкого и эффективного управления распределёнными производствами.

Концепция Industry 4.0 требует создания индивидуализированных продуктов для улучшения пользовательского опыта. Контроль жизненного цикла выпускаемой продукция значительно усложняется из-за множества модификаций заказчиков. От этого может пострадать качество продуктов и лояльность потребителей. Использование RFID-технологий может значительно упростить и улучшить процессы управления жизненным циклом персонализированных изделий за счёт особенностей хранения, записи и чтения данных.

Как показали исследования, чёткость маркировки и идентификация объектов является одним из самых значимых аспектов обработки данных.

Основные сценарии применения RFID-технологий в различных сферах.

Во-первых, RFID-технологии могут быть широко применены на производстве. Закрепление радио метки за продуктом позволяет во время его производства считывать и реализовывать заранее записанные особенности заказов клиентов, а также сохранять основные данные о состоянии продукта в процессе сборки. Более того, RFID-метки могут быть использованы кибер-физическими системами для распознавания различных инструментов, помогая выстраивать гибкий процесс сборки изделий. Наконец, благодаря широким возможностям RFID-чипов хранить и предоставлять данные, PLM-системы получают прямой доступ к данным о состоянии продукта на каждом этапе производства. Следовательно, применение RFID-технологий увеличивает прозрачность и контролируемость технологических процессов, что крайне важно для реализации стратегии использования PLM-систем [14].

Вторая сфера, где уже сейчас стремительно

набирает распространённость внедрение RFID-решений, это логистика. Действительно, после того, как продукт был произведён, его нужно доставить конкретному заказчику. Решение этой задачи может затратить недопустимое количество времени и ресурсов, так как необходимо идентифицировать каждый продукт и направить его по уникальному маршруту. Использование RFID-решений открывает широкие возможности по автоматизации этих процессов. За счёт того, что RFID-считывателю не требуется прямой контакт с метками, возможно считывать информацию о каждом товаре, в том числе и адрес получателей, со всей транспортировочной паллеты или контейнера. Таким образом, отпадает необходимость дополнительных действий по идентификации, сортировке и доставке товаров. Дополнительно возможно индивидуально отслеживать состояние товара на всех этапах его доставки вплоть до полок магазина или конечно-го потребителя [15].

Третья перспективная сфера применения RFID-технологий – поддержка и сервисное обслуживание выпущенной продукции. Так как вся критически важная информация жизненного цикла изделия (кем, как и где был произведён продукт, кем и как он был доставлен, когда был приобретён, кем и как обслуживался и прочее) может храниться в прикреплённом RFID-чипе, то его использование существенно упрощает планирование проведения регламентных работ, локализацию проблем, связанных с браком, и выявление неисправностей в процессе ремонта для индивидуализированных продуктов. Повышение качества поддержки и сервисного обслуживания увеличивает удовлетворённость конечных потребителей, что является одной из основных идей Industry 4.0.

### **Заключение**

Таким образом, RFID является одной из ключевых технологий развития PLM-систем и реализации концепции четвёртой промышленной революции.

В ответ на глобальные вызовы мировой высокотехнологичной промышленности компаниям необходимо развивать и применять передовые производственные технологии (Advanced Manufacturing Technologies).

Передовые производственные технологии характеризуются мультидисциплинарностью, наукоемкостью, интеллектуалоемкостью и име-

ют кросс–отраслевой, кросс–рыночный характер. Их отличие от традиционных производственных технологий заключается, прежде всего, в повышении роли «цифровизации» и «интеллектуализации» производственных процессов.

Производство конкурентоспособной высокотехнологичной продукции, а также формирование необходимых для ее изготовления условий требует от предприятий использования всего комплекса передовых производственных технологий. Каждая технология обладает «весовым коэффициентом», т. е. вносит свой определенный вклад в создание уникальных изделий.

Наиболее весомое влияние оказывают технологии цифрового проектирования и моделирования изделий (машин, конструкций, агрегатов, приборов, установок и т. д.) и производственных процессов на всем протяжении жизненного цикла продукта. Наибольшим потенциалом данные технологии обладают на этапе создания концепта и проектирования благодаря использованию «умных» моделей, «умных» больших данных (Smart Big Data) и цифровых двойников (Digital Twins) продуктов, оборудования, производства.

Применение «умной» модели на основе Smart Big Data, которая предполагает создание многоуровневой матрицы целевых показателей и ресурсных ограничений с максимально возможным количеством известных параметров (высокоточные модели материалов, нелинейные характеристики соединений и механизмов, производственные технологии и т. д.), позволяет учитывать специфику производственного процесса еще на стадии проектирования, а также радикально снизить стоимость изготовления и, следовательно, конечного продукта. Опыт решения сложных промышленных задач свидетельствует, что многоуровневая матрица модели изделия содержит десятки тысяч (~40000...60000) требований, предъявляемых к продукту в целом, к его компонентам и деталям в отдельности. Затем формируется цифровой двойник (Digital Twin) реального объекта.

Возникает новая парадигма Smart Digital Twin – [(Simulation & Optimization) –Based Smart Big Data] –Driven Advanced (Design & Manufacturing) – передовое проектирование и производство, драйвером которых является

«умный» цифровой двойник, формируемый в результате численного моделирования и оптимизации на основе «умных» больших данных.

По некоторым данным, до 80% затрат на изготовление продукта сосредоточивается именно на стадии проектирования. То же справедливо и для показателей качества конечного продукта. Следовательно, оптимизация процесса разработки позволит радикально сократить финансовые и временные затраты и повысить качество изделия.

В то же время, несмотря на широкие возможности оптимизации производственных процессов, которые дает внедрение передовых производственных технологий, важно понимать, что ни одна отдельно взятая технология не способна предоставить долгосрочного конкурентного преимущества на рынке. Поэтому важно комплексирование технологий таким образом, чтобы они давали максимальный синергетический эффект.

### Библиографический список

1. OPC Unified Architecture. Interoperability for Industrie 4.0 and the Internet of Things, OPC Foundaion, May 2016, Retrieved from: <https://opcfoundation.org/wpcontent/uploads/2016/05/OPC-UA-Interoperability-For-Industrie4-and-IoT-EN-v5.pdf>. Дата обращения: 15.08.2019.
2. Accenture Innovation and Product Development Services. [https://www.accenture.com/green/~media/Accenture/Conversion-Asets/DotCom/Documents/Global/PDF/Strategy\\_1/Accenture-Innovation-Product-Development-Services.pdf](https://www.accenture.com/green/~media/Accenture/Conversion-Asets/DotCom/Documents/Global/PDF/Strategy_1/Accenture-Innovation-Product-Development-Services.pdf). Дата обращения: 15.08.2019.
3. Hermann M., Tobias Pentek T., Otto B. Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios – 49th Hawaii International Conference on System Sciences: IEEE, 2016.
4. Туровец О.Г. Экономические проблемы организации производства на предприятиях машиностроения / О.Г. Туровец, В.Н. Родионова // Экономинфо, 2018. Т. 15. №1. С. 12-16.
5. Protasov I.I., Yadgarova Y. V., Potekhin V. V., Taratukhin V. Implementation of Cloud Services for Smart Manufacture. – Sumposium Automated System and Technologies, Hannover, Germany, 2016, pp. 87-92.
6. Koch V., Kuge S., Dr. Reinhard Geissbauer, Schrauf S. Industry 4.0 and Opportunities and Chal-

lenges of the Industrial Internet, Strategy& PwC, 2014, p. 52.

7. Свиридова С.В. Интеграция предприятий как актуальное направление организации производственных структур / С.В. Свиридова, С.А. Насридинов, И.С. Насридинов // В сборнике: Проблемы современных экономических, правовых и естественных наук в России – синтез наук в конкурентной экономике. Реферативный сборник статей по материалам VII Международной научно-практической конференции. В 2-х томах. 2018. С. 36-37.

8. Вертакова Ю.В. Возможности инновационно-технологического развития промышленных предприятий РФ в условиях цифровой трансформации экономики / Ю.В. Вертакова, Е.В. Быковская // В книге: Развитие цифровой экономики в условиях деглобализации и рецессии. Монография. Под редакцией А.В. Бабкина. Санкт-Петербург, 2019. С. 379-405.

9. Боровков А.В. Совершенствование методов управления формированием и использованием корпоративных информационных ресурсов промышленных предприятий / А.В. Боровков, Ю.В. Вертакова // Известия Юго-Западного государственного университета. 2018. №3, С.158-165.

10. Лесных Е.В. Формирование и аккумуляция знаний в условиях цифровизации / Е.В.Лесных, М.В. Титова, Н.В. Сироткина // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: экономика и управление. 2018. №4. С. 82-87.

11. Трактовенко В.Д. Статья Мировым КБ / В.Д. Трактовенко // Эксперт Северо-Запад. 2017.

№35-38 (754). – <http://expert.ru/northwest/2017/35/stat-mirovyim-kb>

12. Сироткина Н.В. Стратегическое управление интегрированными структурами промышленного сектора экономики региона / Н.В. Сироткина, С.В. Свиридова, Я. Шан // Экономика и управление в машиностроении. 2017. – №4. С. 32-36

13. Industry 4.0. Opportunities and challenges of the industrial Internet, PwC Strategy, 2015/ – <https://www.strategyand.pwc.com/de/studien/industry-4-0>

14. Боровков А.И. Перспективные направления развития передовых производственных технологий в России / А.И. Боровков, Ю.А. Рябов // В сборнике 17 Апрельской международной научной конференции по проблемам развития экономики и общества. 2017, с. 381-389.

15. Yerofeyev S.A., Ipatov O.A., Markov S.A., Potekhin V.V., Sulerova A.S. & Shkodyrev V.P. (2015) Adaptive Intelligent Manufacturing Control System, Proceedings; DAAAM International Symposium of Intelligent Manufacturing and Automation, DAAAM 2015; Vienna; Austria; Volume 26, №1, ISSN 2304- 1382.

16. Кислицына В.А. Понятие инвестиционного портфеля / В.А. Кислицына, В.В. Гасилов // В сборнике: Институты и механизмы инновационного развития: мировой опыт и российская практика Сборник научных статей 7-й Международной научно-практической конференции. В 3-х томах. Ответственный редактор А.А. Горохов. 2017. С.105-108.

Поступила в редакцию – 02 сентября 2019 г.

Принята в печать – 30 сентября 2019 г.

### References

1. OPC Unified Architecture. Interoperability for Industrie 4.0 and the Internet of Things, OPC Foundation, May 2016, Retrieved from: <https://opcfoundation.org/wpcontent/uploads/2016/05/OPC-UA-Interoperability-For-Industrie4-and-IoT-EN-v5.pdf>

2. Accenture Innovation and Product Development Services. [https://www.accenture.com/green/~media/Accenture/Conversion-Assets/DotCom/Documents/Global/PDF/Strategy\\_1/Accenture-Innovation-Product-Development-Services.pdf](https://www.accenture.com/green/~media/Accenture/Conversion-Assets/DotCom/Documents/Global/PDF/Strategy_1/Accenture-Innovation-Product-Development-Services.pdf)

3. Hermann M., Tobias Pentek T., Otto B. Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios - 49th Hawaii International Conference on System Sciences: IEEE, 2016.

4. Turovets O.G. Economic problems of the organization of production at engineering enterprises / O.G. Turovets, V.N. Rodionova // Ekonominfo. 2018. Vol. 15. No 1. P. 12-16.

5. Protasov I.I., Yadgarova Y. V., Potekhin V. V., Taratukhin V. Implementation of Cloud Services for Smart Manufacture. – Sumposium Automated System and Technologies, Hannover, Germany, 2016, pp. 87-92.
6. Koch V., Kuge S., Dr. Reinhard Geissbauer, Schrauf S. Industry 4.0 and Opportunities and Challenges of the Industrial Internet, Strategy & PwC, 2014, P. 52.
7. Sviridova S.V. Integration of enterprises as an actual direction of the organization of production structures / S.V. Sviridova, S.A. Nasriddinov, I.S. Nasriddinov // In the collection: Problems of modern economic, legal and natural sciences in Russia - a synthesis of sciences in a competitive economy Abstract collection of articles based on the materials of the VII International Scientific and Practical Conference. In 2 volumes. 2018. PP. 36-37.
8. Vertakova Yu.V. Possibilities of innovative technological development of industrial enterprises of the Russian Federation in the conditions of digital transformation of the economy / Yu.V. Vertakova, E.V. Bykovskaya // In the book: The development of the digital economy in the context of deglobalization and recession Monograph. Edited by A.V. Babkina. St. Petersburg, 2019. PP. 379-405.
9. Borovkov A.V. Improving management methods for the formation and use of corporate information resources of industrial enterprises / A.V. Borovkov, Yu.V. Vertakova // Bulletin of the Southwestern State University. 2018. №3, PP. 158-165
10. Forest E. The formation and accumulation of knowledge in the context of digitalization / E.V. Lesnykh, M.V. Titova, N.V. Sirotkina // Bulletin of Voronezh State University. Series: economics and management. 2018. №4. PP. 82-87
11. Traktovenko V.D. Become a World KB / V.D. Traktovenko // Expert North - West. 2017. №35-38 (754). - <http://expert.ru/northwest/2017/35/stat-mirovyim-kb>
12. Sirotkina N.V. Strategic management of integrated structures of the industrial sector of the regional economy / N.V. Sirotkina, S.V. Sviridova, Y. Shan // Economics and Management in Mechanical Engineering. 2017. – №4. PP. 32-36
13. Industry 4.0. Opportunities and challenges of the industrial Internet, PwC Strategy, 2015 / - <https://www.strategyand.pwc.com/de/studien/industry-4-0>
14. Borovkov A.I. Perspective directions of development of advanced production technologies in Russia / A.I. Borovkov, Yu.A. Ryabov // Collection 17 April International Navuay Conference on the Problems of Economic and Social Development. 2017, PP. 381-389
15. Yerofeyev S.A., Ipatov O.A., Markov S.A., Potekhin V.V., Sulerova A.S. & Shkodyrev V.P. (2015) Adaptive Intelligent Manufacturing Control System, Proceedings; DAAAM International Symposium of Intelligent Manufacturing and Automation, DAAAM 2015; Vienna; Austria; Volume 26, № 1, ISSN 2304-1382
16. Kislitsyna V.A. The concept of investment portfolio / V.A. Kislitsyna, V.V. Gasilov // In the collection: Institutes and mechanisms of innovative development: world experience and Russian practice Collection of scientific articles of the 7th International Scientific and Practical Conference. In 3 volumes. Executive Editor A.A. Gorokhov. 2017. PP.105-108.

Received – 02 September 2019.

Accepted for publication – 30 September 2019.

# ПРАКТИКА ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА

DOI: 10.25987/VSTU.2019.90.20.004

УДК 658.527

## МЕТОДИКА ПОСТРОЕНИЯ ГРАФИКОВ ИЗМЕНЕНИЯ ВЕЛИЧИНЫ МЕЖОПЕРАЦИОННЫХ ОБОРОТНЫХ ЗАДЕЛОВ НЕСИНХРОНИЗИРОВАННЫХ ПОТОЧНЫХ ЛИНИЙ

**Н.Ф. Ревенко**

Автономная некоммерческая организация «Учебно-сертификационный центр»  
Россия, 427960, Удмуртская Республика, г. Сарапул, ул. Электрозаводская, 15

**Введение.** В ходе завершения перевооружения российских вооружённых сил в 2020 году и планируемого снижения объёмов финансирования гособоронзаказа локомотивом социально-экономического развития и ключевым приоритетом деятельности предприятий оборонно-промышленного комплекса может стать их диверсификация – своеобразный регулятор процессов социально-экономических преобразований в стране, который в соответствии с государственной политикой в области развития оборонно-промышленного комплекса должен обеспечивать внутренний рынок высокотехнологичной продукцией гражданского и двойного назначения. В этих целях расширяется область использования несинхронизированных поточных линий в сочетании с накопителями, особенно на потоках механической обработки, что в перспективе может привести к созданию прерывных, гибко связанных автоматических поточных линий. Однако при проектировании несинхронизированных поточных линий возникает организационная проблема точности расчётов ёмкостей накопителей межоперационных оборотных заделов на рабочих местах требует тщательной технической подготовки производства для обеспечения чёткого и бесперебойного снабжения заготовками, зависящая от точности построения графиков изменения величины межоперационных оборотных заделов на линии, являющихся информационной основой подобных расчётов. Статья посвящена разработке методики построения графиков изменения величины межоперационных оборотных заделов при расчётах несинхронизированных поточных линий.

**Данные и методы.** В статье проанализированы подходы авторов различных учебников и учебных пособий к построению графиков изменения величины межоперационных оборотных заделов на поточных линиях. Сделан вывод о том, что предлагаемые подходы к построению графиков изменения величины межоперационных оборотных заделов на несинхронизированных поточных линиях не обладают чёткостью изложения, понятной студенту, особенно с инженерным уклоном.

**Полученные результаты.** В статье предложен понятный для студента (и более простой) вариант последовательности построения графика изменения величины межоперационных оборотных заделов между двумя смежными операциями при на несинхронизированных поточных линиях.

**Заключение.** Результаты исследования могут быть использованы в качестве теоретической основы для определения величины ёмкостей накопителей межоперационных оборотных заделов на рабочих местах при проектировании несинхронизированных поточных линий.

**Ключевые слова:** поточная линия, оборотный задел, величина, график изменения

---

### Сведения об авторах:

**Николай Фёдорович Ревенко** (д-р экон. наук, профессор, [nf.revenko@yandex.ru](mailto:nf.revenko@yandex.ru)), профессор автономной некоммерческой организации «Учебно-сертификационный центр»

### On authors:

**Nikolai F. Revenko** (Dr. Sci. (Economy), Professor, [nf.revenko@yandex.ru](mailto:nf.revenko@yandex.ru)), Professor Autonomous non-profit organization "Training and Certification Center

**Для цитирования:**

Ревенко Н.Ф. Методика построения графиков изменения величины межоперационных оборотных заделов несинхронизированных поточных линий // Организатор производства. 2019. Т.27. №3. С. 46-56 DOI: 10.25987/VSTU.2019.90.20.004

**THE METHODOLOGY OF CHARTING THE CHANGE IN THE SCOPE OF INTEROPERATIONAL RESERVES OF UNSYNCHRONIZED PRODUCTION LINES**

**N.F. Revenko**

*The autonomous non-profit organization «Training and Certification Centre»  
Russia, 427960, The Republic of Udmurtia, Sarapul, Elektrozavodskaya St., 15*

**Introduction.** During the completion of the rearmament of the Russian armed forces in 2020 and planned reduction in the State Defense Order funding, the diversification of enterprises, related to military industrial complex, can become the locomotive of the socio-economic development and key priority of their activity. It is a kind of a regulator of social-economic transformations in the country, which, in accordance with the State policy in the field of military industrial complex development, must provide the domestic market with high-tech civil and dual-purpose products. For these purposes, the area of using the unsynchronized production lines in combination with accumulators is expanding, especially, in mechanical processing flows, which can eventually result in the creation of discontinuous, flexibly linked automatic production lines. However, in planning unsynchronized production lines, an organizational problem arises, related to precision in calculating the capacities of accumulators for interoperational reserves at workplaces. It requires thorough technical preparation of production to provide the timely and uninterrupted supply of workpieces, and depends upon the accuracy in charting the change in the scope of interoperational reserves of a production line, serving as an information basis for such calculations. The article is devoted to the development of a methodology for charting the change in the scope of interoperational reserves in the calculation of unsynchronized production lines.

**Data and methods.** The article analyzes the approaches of the authors of various guidebooks and training manuals to charting the change in the scope of interoperational reserves of production lines. It is concluded that the proposed approaches to charting the change in the scope of interoperational reserves on unsynchronized production lines do not have clarity of presentation, comprehensible for students, especially those of engineering specialities.

**Results obtained.** The article proposes the type of consecutive charting of change in the scope of interoperational reserves between two related operations on unsynchronized production lines, which is clearer (and simpler) for a student.

**Conclusion.** The results of the research can be used as a theoretical basis to determine the capacities of accumulators for interoperational reserves at workplaces when planning unsynchronized production lines.

**Key words:** production line, interoperational reserve, scope, charting of change

**For quoting:**

Revenko N.F. The methodology of charting the change in the scope of interoperational reserves of unsynchronized production lines // Organizator Proizvodstva. 2019. V.27. №3. 46-56 DOI: 10.25987/VSTU.2019.90.20.004

**Введение**

На современном этапе развития поточного производства возникают организационные проблемы, требующие тщательной технической подготовки производства, обеспечивающей чёткое и бесперебойное снабжение заготовками

и материалами при наличии в накопителях межоперационных оборотных заделов. Однако в учебниках по «Организации и планированию производства» в разделах, раскрывающих организацию производства на несинхронизированных поточных линиях, не

приводятся методики построения графиков изменения величины межоперационных оборотных заделов на рабочих местах. Поскольку величины межоперационных оборотных заделов являются информационной основой для расчётов ёмкостей накопителей межоперационных оборотных заделов на рабочих местах для обеспечения чёткого и бесперебойного снабжения заготовками, то при проектировании поточных линий эта информационная база зависит от точности построения графиков изменения величины межоперационных оборотных заделов на рабочих местах.

### Аналитический обзор

Анализ разделов отечественных учебников и учебных пособий по организации и планированию промышленного, машиностроительного производства, описывающих организацию поточного производства, позволил сделать следующие выводы:

1. В.А. Летенко [1, с.47-74], В.Н. Родионова [2, с. 178; 3, с.172-182], Г.М. Суходолов [4, с. 18-37], Фатхутдинов Р.А. [5, с. 427-437] считают поточным *преимущественно* синхронизированное непрерывно-поточное прямооточное производство, не рассматривая расчёты и организацию несинхронизированного поточного производства.

2. Большинство же авторов считают, что в условиях серийного производства целесообразно использование несинхронизированных (прерывно-поточных, переменнo-поточных, прямооточных) однопредметных и многопредметных поточных линий и область их использования в сочетании с накопителями в последние годы значительно расширяется на потоках механической обработки, что приводит к созданию прерывных, гибко связанных автоматических поточных линий.

3. В некоторых учебниках и учебных пособиях авторы ограничиваются общими фразами о необходимости установления план-графиков (стандарт-планов, графиков-регламентов) работы оборудования на поточной линии и графика изменения величины оборотных заделов и не приводят методики расчета и построения стандарт-планов работы оборудования и графиков изменения величины оборотных заделов на несинхронизированных (прерывно-поточных, прямооточных) поточных линиях. Так, например, А.Н. Климов, И.Д. Оленев и С.А. Соколицын

пишут, что «надо установить план-график» [6, с. 59-60]. Г.А. Пищулин отмечает, что «при отсутствии непрерывности работы на большинстве участков бесперебойное питание последующих звеньев производства обеспечивается *созданием заделов*. Поддержание последних на должном уровне составляет одну из задач поточного производства» [7, с.166]. Б.Н. Родионов и Л.Г. Осадчая пишут, что «... на прямооточных линиях разрабатывают регламент работы в виде графика-регламента и графиков движения межоперационных заделов» [8, с.45]. Н.С. Сачко отмечает «...необходимость установления величины межоперационных заделов на линии» [9, с. 138].

4. В преобладающей части учебников и учебных пособий [10–25], при описании организации работы однопредметных несинхронизированных (прерывно-поточных, переменнo-поточных, прямооточных) поточных линий приводятся подробные методики расчёта параметров поточных линий, различные варианты расчётов в табличной форме, алгоритмы построения стандарт-планов (графиков работы оборудования и рабочих) и методики расчётов межоперационных оборотных заделов. Также приводятся графики изменения величины оборотных заделов между смежными операциями (эпюры межоперационных оборотных заделов). Однако, практически во всех учебниках и учебных пособиях нет пояснений – *каким образом данные расчётов межоперационных оборотных заделов переносятся на график изменения величины оборотных заделов* [10–12, 14–16, 18–24]. Вследствие чего трактовки построения этих графиков могут быть самыми разнообразными.

Так, например, Х.З. Бадаш в подробном расчёте однопредметных прерывно-поточных линий приводит методику расчёта межоперационных заделов и график межоперационных оборотных заделов и при этом пишет, что «данные расчёта переносятся в принятом масштабе на график» [10, с.50-57], не объясняя, *каким образом это осуществлять*. Н.И. Новицкий и В.П. Пашуто, рассматривая особенности организации однопредметной прерывно-поточной линии, приводят методику расчёта межоперационных оборотных заделов [15, с. 118] и пример построения графика движения оборотного задела (эпюру заделов), на котором указывается величина максимального оборотного задела между каждой парой смежных



операций и величина межоперационного оборотного задела на начало периода оборота [15, с. 119-120] *без пояснений, как они определяются и почему между первой и второй операциями в начале смены оборотный задел равен 39-ти деталям, а между второй и третьей операциями – 14-ти деталям.* У Л.А. Глаголевой на графике динамики задела между двумя операциями [18, с.79] не пояснено – *почему построение графика в начале смены начинается с задела в 19 деталей.* В.И. Коротков, Ю.Ф. Оськин и Н.П. Смирнов, рассматривая особенности организации несинхронизированных потоков, приводят график изменения оборотных заделов [19, с.66], *не поясняя – как его строить.* П.М. Стуколов приводит график-регламент работы рабочих на линии и график движения межоперационных заделов для двух смежных операций в виде эпюр [20, с. 134], *без пояснений, как этот график строить.* К.А. Грачёва [21, с. 192-194], М.К. Захарова и Л.А. Некрасов [22, с. 155-156] приводят последовательность расчётов основных показателей и графиков, отражающих работу прямоточной линии (расчёт количества рабочих мест и рабочих с учётом совмещения операций, график-регламент работы поточной линии) и эпюру межоперационных заделов, *также не поясняя, как эту эпюру строить.* В.Д. Сыров подробно рассматривает расчёт величин межоперационных заделов на смежных операциях [24, с. 151], приводит пример построения эпюр межоперационных заделов [24, с. 154], но не разъясняет, *почему между третьей и четвёртой операциями оборотный межоперационный задел в начале смены начинается с 19-ти деталей.* М.П. Переверзев, С.И. Логвинов и С.С. Логвинов, рассматривая организацию однопредметных поточных линий, отмечают, что «... оборотный задел в течение смены непрерывно изменяется в пределах от наибольшего своего значения в начале смены до минимального значения, равного нулю, затем должен достигнуть максимальной величины [23, с. 64], не разъясняя, *почему именно в начале смены оборотный задел должен быть максимальным!*

По нашему мнению, *не приводя методiku построения графика изменения оборотных заделов между смежными операциями,* авторы в данном случае заблуждаются сами и вводят в заблуждение студентов, поскольку оборотного

задела в начале смены между парой смежных операций *может и не быть.*

5. С.А. Кимом [13] и Г.П. Павловым [17] сделана попытка дать пояснения к построению графика межоперационных оборотных заделов. У С.А. Кима приведен график движения оборотных заделов в прерывно-поточной линии [13, с.22-24], но очень невнятно (*и непонятно для студента*) описан алгоритм построения этого графика. И у Г.П. Павлова также довольно сложно и также нечётко прописан механизм составления стандарт-плана прямоточной линии механической обработки и межоперационного графика накопления и потребления оборотного задела [17, с. 48-52].

6. Как результат, на практических занятиях у студентов возникает масса вопросов: почему на графике изменения величины межоперационных оборотных заделов получается так, а не иначе, и как этот график правильно построить.

7. Поскольку в учебниках и учебных пособиях однозначные, простые и понятные студенту методики построения графиков изменения величины межоперационных оборотных заделов не приводятся, возникает необходимость выработки приемлемой для понимания студентами методики построения межоперационного графика накопления и потребления оборотного задела на несинхронизированных поточных линиях.

#### **Предлагаемый подход**

Предлагается методика построения графиков изменения величины межоперационных оборотных заделов при расчётах несинхронизированных поточных линий, которую можно проследить на следующем примере.

*На четырёх операциях поточной линии обрабатывается деталь в количестве 240 штук в смену. Норма штучного времени на первой операции – 2 мин.; на 2-й – 1,2 мин.; на 3-й – 0,8 мин.; на 4-й – 4 мин.*

Определение величины образующихся между смежными операциями оборотных заделов на поточной линии предлагается осуществлять в следующей последовательности:

1. Вначале составляется график-регламент работы оборудования и рабочих. Составление его начинается с расчёта рабочих мест на каждой операции. Сначала определяется такт работы линии:

$$r = \frac{F_d - f_{pez}}{N_{зан}}, \quad (1)$$

где  $F_0$  – действительный фонд времени работы линии за определённый период времени с учётом потерь на ремонт оборудования, мин.;

$f_{рег}$  – регламентированные перерывы линии за этот же период, мин.;

$N_{зан}$  – программа запуска на линии за этот период, шт.

Если на поточной линии изделия передаются транспортной партией ( $p$ ), то рассчитывается ритм работы линии ( $R$ ) по формуле:

$$R = p \times r, \quad (2)$$

Затем последовательно определяем: число рабочих мест по операциям, принятое количество рабочих мест по операциям, коэффициент загрузки рабочих мест и время, необходимое для выполнения сменного задания [26, с. 93-94].

Для синхронизации операций на поточной линии расчётное число рабочих мест по операциям ( $C_{расч.i}$ ) определяется по формуле:

$$C_{расч.i} = \frac{t_{умi}}{r}, \quad (3)$$

где  $t_{умi}$  – норма времени на  $i$ -операцию, мин.

Расчётное число рабочих мест округляется до ближайшего большего целого числа и называется принятым числом рабочих мест ( $C_{нpi}$ ).

Отношением расчётного числа рабочих мест по каждой операции к принятому числу рабочих мест на данной операции определяется коэффициент загрузки рабочих мест ( $Kzi$ ):

$$Kzi = \frac{C_{расч.i}}{C_{нpi}} \quad (4)$$

Результаты расчёта потребного количества оборудования, коэффициента его загрузки и времени, необходимого для выполнения сменного задания по каждой операции, заносим в колонки 4, 5 и 6 таблицы [26, с. 97].

Расчёт загрузки рабочих мест и межоперационных оборотных заделов несинхронизированной поточной линии

Calculation of the load of jobs and interoperable working stocks of the unsynchronized production line

№ операции	Норма штучного времени $t_{ум}$ , мин	Кол-во рабочих мест		Кэфф. загрузки рабочих мест	Время для выполнения сменного задания, мин.	Номер рабочего места	Номер рабочего	Размер межоперационных оборотных заделов
		$C_{ра сч}$	$C_{пр}$					
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2,0	1	1	1,0	480	1	1	-96 +96
2	1,2	0,6	1	0,6	288	2	2	+240 -240
3	0,8	0,4	1	0,4	192	3	2	-144
4	4,0	2	2	1,0	960	4,5	3,4	+144
		4	5			5	4	

2. На основании данных колонки 6 строим сменный график работы оборудования и рабочих (график-регламент), осуществляя оптимизацию порядка работы станков с целью максимальной загрузки рабочих в течение смены, используя последовательное обслуживание

рабочими малозагруженных станков на смежных операциях. График-регламент работы оборудования и рабочих будет иметь вид, представленный на рис. 1. Номера рабочих мест и номера рабочих из полученного графика-регламента заносим в колонки 7 и 8 таблицы.

№ операции	Длительность смены, часы							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1								
2	288							
3					↓			
4								

Рис. 1. Сменный график работы оборудования и рабочих (график-регламент)

Fig. 1. Replaceable schedule of equipment and workers (schedule)

*Жирные линии – время оперативной работы; пунктирные линии – переход рабочего при последовательном обслуживании малоагруженных станков на смежных операциях*

3. При принятом режиме работы оборудования между смежными операциями вследствие разной их трудоёмкости образуются межоперационные (оборотные) заделы, изменяющиеся в течение каждого ритма от нуля до максимума. Эта величина *в решающей степени* зависит от последовательности работы станков на смежных операциях и интервалов переходов рабочих с операции на операцию. Чем чаще переходы рабочего на обслуживаемых им операциях, тем меньше будет величина задела. Но увеличение количества переходов рабочего не должно снижать производительность его труда. Наибольший оборотный задел образуется при параллельной во времени (одновременной) обработке на смежных операциях. При последовательной обработке оборотный задел будет наибольшим.

Расчёт межоперационных заделов на основании графика-регламента работы оборудования производится по формуле, приведенной во всех учебниках:

$$Z_{об. i,i+1} = \frac{T \times C_i}{t_{умi}} - \frac{T \times C_{i+1}}{t_{умi+1}}, \quad (5)$$

где  $T$  – период работы оборудования на смежных операциях при неизменном числе работающего оборудования, мин.;

$C_i, C_{i+1}$  – число единиц оборудования, работающих на смежных  $i$  и  $i+1$  операциях в течение периода  $T$ ;

$t_{умi}, t_{умi+1}$  – нормы времени на этих операциях

Полученные результаты заносятся в колонку 9 таблицы.

В нашем примере максимальная величина оборотного задела между 1-й и 2-й операциями образуется в начале и в конце смены и составляет 96 деталей. Максимальная величина оборотного задела между 2-й и 3-й операциями равна сменному заданию и образуется по окончании 2-й операции, через 288 минут от начала смены. Максимальная величина оборотного задела между 3-й и 4-й операциями образуется в начале и в конце смены и составляет 144 детали.

4. При построении графика изменения оборотных заделов и графика-регламента работы оборудования следует придерживаться следующих правил.

- Перед построением графика изменения величины межоперационных оборотных заделов, прежде всего, следует проверить правильность расчётов оборотных заделов между смежными операциями: сумма расчётных оборотных заделов между смежными операциями должна быть равна нулю. В нашем примере оборотные заделы между 1-й и 2-й операциями имеют расчётную величину -96 и +96 (таблица, колонка 9). Их сумма равна нулю.

*При несоблюдении этого правила необходимо произвести перерасчёт оборотных заделов между смежными операциями.*

- При наличии многостаночного обслуживания на некоторых операциях, для упрощения построения и расчётов оборотных заделов (*и графика-регламента работы оборудования и рабочих*) целесообразно придерживаться правила, что *все станки одновременно начинают и заканчивают работу*.

- *Совпадение величины оборотного задела между смежными операциями в начале и конце смены обязательно, поскольку окончание одной смены является началом последующей смены.*

- *Минусовым задел быть не может.*

5. Построение графика изменения величины межоперационных оборотных заделов между двумя смежными операциями рассмотрим на примере третьей и четвёртой операции.

На третьей операции один станок работает 192 минуты, после того как рабочий №2 переходит на него со второй операции. На смежной

четвёртой операции работают два станка целую смену.

Следовательно, в нашем примере имеется 2 (два) периода  $T$ , в течение которых станки на смежных операциях работают в неизменных условиях:  $T_1 = 288$  минут,  $T_2 = 192$  минуты. Расчётные величины изменения оборотных заделов для указанных периодов следующие: за период  $T_1$  оборотный задел уменьшается на 144 детали ( $Z_{обТ1} = -144$ ), за период  $T_2$  – увеличивается на 144 детали ( $Z_{обТ2} = +144$ ).

Предлагается построение графика изменения величины межоперационных оборотных заделов между смежными операциями в следующей последовательности:

а) сначала на графике-регламенте работы оборудования в промежутке между двумя смежными операциями проводится начальная абсцисса (*нулевая линия*)  $OO$  (рис. 2).

№ операции	Длительность смены, часы								
	1	2	3	4	5	6	7	8	
3	—————								
	0							0	
4	—————								
	—————								

Рис. 2. Начальный этап построения графика изменения величины межоперационных оборотных заделов между двумя смежными операциями

Fig. 2. The initial stage of constructing a graph of changes in the value of the inter-operational negotiable reserve between two adjacent operations

б) далее на нулевой линии последовательно откладываем расчётные величины оборотных заделов, увеличивающиеся или уменьшающиеся по периодам, когда станки работают в неизмен-

ных условиях: за период  $T_1$  оборотный задел уменьшается на 144 детали, за период  $T_2$  – увеличивается на 144 деталей (рис. 3). Полученные точки соединяем.



Рис. 3. Промежуточный этап построения графика изменения величины межоперационных оборотных заделов между двумя смежными операциями

Fig. 3. The intermediate stage of constructing a graph of changes in the value of the inter-operational negotiable reserve between two adjacent operations

в) поскольку оборотные заделы не могут иметь отрицательного значения, то для получения реального графика изменения величины оборотных заделов нулевая линия  $OO$  должна

быть опущена до самой нижней точки полученного графика изменения величины оборотных заделов между смежными операциями до положения  $O^1O^1$  (рис. 4).



Рис. 4. Окончательный этап построения графика изменения величины межоперационных оборотных заделов между двумя смежными операциями

Fig. 4. The final stage of building a graph of changes in the value of the inter-operational negotiable reserve between two adjacent operations

Абсцисса  $O^1O^1$  и принимается за начало отсчёта величины оборотных заделов. Цифры на графике должны быть пересчитаны относительно этой линии.

**Заключение**

Предлагаемая методика более проста и понятна и значительно сокращает трудоёмкость

определения величины оборотных заделов между смежными операциями. Графики изменения величины межоперационных оборотных заделов наглядно показывают максимальную величину оборотных заделов, служащую исходным параметром при выборе средств межоперационного транспорта и проектировании устройств на

операционных участках соответствующей ёмкости в которых будут размещаться эти заделы.

### Библиографический список

1. Организация, планирование и управление машиностроительным предприятием: Учебник. В 2-х частях. Ч.1. Организация и управление машиностроительным предприятием / Под ред. В.А. Летенко и Б.Н. Родионова. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Высш. школа, 1979. 296 с.
2. Организация производства и управление предприятием: Учебник / О.Г. Туровец, М.И. Бухалков, В.Б. Родинов и др.; Под ред. О.Г. Туровца. 3-е изд. М.: ИНФРА-М, 2015. 506 с.
3. Организация производства на предприятии [Текст]: учебник для техн. и экон. спец. вузов / [О.Г. Туровец и др.]; под ред. О.Г. Туровца и Б.Ю. Сербиновского. Ростов-на Дону: МарТ, 2002. 455с.
4. Суходолов Г.М., Шадунц Г.А. Организация и планирование машиностроительного производства. М.: ВЗМИ, 1971. 94 с.
5. Фатхутдинов Р.А. Организация производства: Учебник. 3-е изд., перераб. и доп. М.: ИНФРА-М, 2015. 544 с.
6. Организация и планирование производства на машиностроительном заводе: Учебник для вузов по специальности «Экономика и организация машиностроительной промышленности» / А.Н. Климов, И.Д. Оленев, С.А. Соколицын; под ред. С.А. Соколицына. 3-е изд. перераб. и доп. Л.: Машиностроение, 1979. 463 с.
7. Каменицер С.Е., Конторович В.Г., Пищулин Г.А. Экономика, организация и планирование промышленного предприятия. Изд. 2-е, перераб. и доп. [Учебное пособие для экон. вузов и фак.]. М.: Госполитиздат, 1961. 712 с.
8. Организация, планирование и управление машиностроительным производством: Учеб. пособие для студентов машиностроительных специальностей вузов / Б.Н. Родионов, Н.А. Саломатин, Л.Г. Осадчая и др.; Под ред. Б.Н. Родионова. М.: Машиностроение, 1989. 328 с.
9. Сачко Н.С. Организация и оперативное управление машиностроительным предприятием: Учебник / Н.С. Сачко. 3-е изд., испр. Мн.: Новое знание, 2008. 636 с.
10. Бадаш Х.З. Организация производства на предприятии: учеб пособие. Ижевск: Изд-во Удм. ун-та, 1996. 214 с.
11. Белый Н.Д. Экономика, организация и планирование промышленного производства: Учеб.-метод. пос. Ташкент: Укитувчи, 1989. 528 с.
12. Джурабаев К.Т. Организация и планирование промышленного производства: учебно-методическое пособие для студентов IV-VI курсов электромеханических, радиотехнических, машино- и самолётостроительных факультетов, факультета электронной техники, автоматики и вычислительной техники дневного, вечернего и заочного отделений / К.Т. Джурабаев, Н.А. Ким. Новосибирск: НЭТИ, 1972. 287 с.
13. Ким С.А. Организация поточного производства: учебное пособие. Гомель: ГГУ, 1976. 43 с.
14. Ким С.А. и др. Организация и планирование промышленного производства: Учеб. пособие для вузов / С.А. Ким, П.С. Пушкин, С.И. Овчинников. Мн.: Выш. школа, 1980. 256 с.
15. Новицкий Н.И. Организация, планирование и управление производством: учеб.-метод. пособие / Н.И. Новицкий, В.П. Пашуто; под ред. Н.И. Новицкого. М.: Финансы и статистика, 2008. 576 с.
16. Новицкий Н.И. Организация производства на предприятиях: Учеб.-метод. пособие. М.: Финансы и статистика, 2002. 392 с.
17. Организация и планирование предприятий: учебное пособие / Под общей редакцией И.Д. Витебского. Ч. 4. М.: Типография №1 Росглавополиграфпрома, 1973. 191 с.
18. Организация и планирование машиностроительного производства: Учебник для вузов. Изд. 3-е, перераб. и доп. Под ред. И.М. Разумова, Л.Я. Шухгальтера и Л.А. Глаголевой. М.: Машиностроение, 1974. 592 с.
19. Организация, планирование и управление предприятием массового машиностроения: Учеб. пособие для студентов машиностр. спец. вузов / Б.В. Власов, Г.Б. Кац, В.И. Козырев и др.; Под ред. Б.В. Власова и Г.Б. Каца. М.: Высш. школа, 1985. 432 с.
20. Организация, планирование и управление предприятиями электронной промышленности: Учеб. для студентов спец. электронной техники и автоматики / П.М. Стуколов, А.В. Проскурников, О.Г. Туровец, Н.К. Моисеева; Под ред. П.М.

Стуколова. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Высш. школа, 1986. 319 с.

21. Организация и планирование машиностроительного производства: Учеб. для машиностр. спец. вузов / М.И. Ипатов, М.К. Захарова, К.А. Грачёва и др.; Под ред. М.И. Ипатова, В.И. Постникова, М.К. Захаровой. – М.: Высш. шк., 1988. – 367 с.

22. Организация и планирование машиностроительного производства (Производственный менеджмент): Учебник / К.А. Грачева, М.К. Захарова, Л.А. Одинцова и др. Под ред. Ю.В. Скворцова, Л.А. Некрасова. М.: Высш. шк., 2005. 470 с.

23. Переверзев М.П., Логвинов С.И., Логвинов С.С. Организация производства на

промышленных предприятиях: Учеб. пособие. М.: ИНФРА-М, 2016. 331 с.

24. Сыров В.Д. Организация и планирование радиотехнического производства: Учеб. пособие. М.: РИОР: ИНФРА-М, 2013. 304 с.

25. Экономика, организация и планирование промышленного производства: Учеб. пособие для вузов / Н.А. Лисицын, Ф.П. Висилин, В.И. Выборнов и др.; Под общ. ред. Н.А. Лисицына. 2-е изд., перераб. и доп. Мн.: Высш. шк., 1990. 446 с.

26. Организация производства и менеджмент в машиностроении: Учебник для технических специальностей вузов / Н.Ф. Ревенко, А.Г. Схиртладзе, Г.Н. Богомолова и др.; Под ред. Н.Ф. Ревенко, А.Г. Схиртладзе. М.: Высш. школа, 2010. 552с.

Поступила в редакцию – 08 июля 2019 г.

Принята в печать – 30 сентября 2019 г.

### Bibliography

1. Organization, planning and management of a machine-construction enterprise: a guidebook. In 2 parts. Part I. Organization and management of a machine-construction enterprise / Edit. by V.A.Letenko and B.N.Rodionov. 2<sup>nd</sup> edition, revised and updated. Moscow: Vyschaya Shkola, 1979. 296 p.

2. Production organization and enterprise management: a guidebook / O.G.Turovets, M.I.Bukhalkov, V.B.Rodinov et al.; Edit. by O.G.Turovets. 3<sup>rd</sup> edition. Moscow: INFRA-M, 2015. 506 p.

3. Production organization at an enterprise [Text]: a guidebook for technical and economic university specialities / [O.G. Turovets and al.]; edit. by O.G.Turovets and B.Y.Serbinovsky. Rostov-on-Don: MarT, 2002. 455 p.

4. Sukhodolov G.M., Shadunts G.A. Organization and planning of machine-building production. Moscow: The All-Union Correspondence Institute of Machine-Construction, 1971. 94 p.

5. Fatkhutdinov R.A. Production organization: a guidebook. 3<sup>rd</sup> edition, revised and updated, Moscow: INFRA-M, 2015. 544 p.

6. Organization and planning of production at a machine-construction plant: a guide book for Universities in the speciality «Economics and organization of machine-construction industry» / A.N. Klimov, I.D.Olenev, S.A.Sokolitsyn; edit. by S.A.Sokolitsyn. 3<sup>rd</sup> edition, revised and updated. Leningrad: Mashinostroenie, 1979. 463 p.

7. Kamenitser S.E., Kontorovich V.G., Pischulin G.A. Economics, organization and planning of an industrial enterprise. 2<sup>nd</sup> edition, revised and updated. [A training manual for economic universities and faculties]. Moscow: Gospolitizdat, 1961. 712 p.

8. Organization, planning and management of machine-building production: a training manual for university students of machine-construction specialities / B.N.Rodionov, N.A.Salomatin, L.G.Osadchaya et al.; Edit. by B.N.Rodionov. Moscow: Mashinostroenie, 1989. 328 p.

9. Sachko N.S. Organization and timely management of a machine-construction enterprise: a guidebook / N.S.Sachko. 3<sup>rd</sup> edition, revised. Minsk: Novoe znanie, 2008. 636 p.

10. Badash K.Z. Production organization at an enterprise: a training manual. Izhevsk: The Publishing House of the Udmurt University, 1996. 214 p.

11. Belyi N.D. Economics, organization and planning of industrial production: a training and methodological manual. Tashkent: Ukituvichi, 1989. 528 p.

12. Dzhurabaev K.T. Organization and planning of industrial production: a training and methodological manual for 4-6-year students of electromechanical, radioengineering, machine- and aircraft construction faculties, the faculty of electronic equipment, automatics and computer equipment (day, evening and correspondence departments) / K.T. Dzhurabaev, N.A.Kim. Novosibirsk: Novosibirsk Institute of Electrical Engineering, 1972. 287 p.
13. Kim S.A. Flow production organization of in-line production: a training manual. Gomel: Gomel State University, 1976. 43 p.
14. Kim S.A. et al. Organization and planning of industrial production: a training manual for Universities / S.A. Kim, P.S.Pushkin, S.I.Ovchinnikov. Minsk: Vyschaya Shkola, 1980. 256 p.
15. Novitsky N.I. Organization, planning and production management: a training and methodological manual / N.I.Novitsky, V.P.Pashuto; edit. by N.I.Novitsky. Moscow: Finansy i Statistika, 2008. 576 p.
16. Novitsky N.I. Production organization at enterprises: a training and methodological manual. Moscow: Finansy i statistika, 2002. 392 p.
17. Organization and planning of enterprises: a training manual / Under the general editorship of I.D.Vitebsky. P.4. Moscow: the Printing House №1 of Rosglavpoligrafprom, 1973. 191 p.
18. Organizational and planning of machine-building production: a guidebook for Universities. 3<sup>rd</sup> edition, revised and updated. Edit. by I.M.Razumov, L.Y.Shukhgalter and L.A.Glagoleva. Moscow, Mashinostroenie, 1974. 592 p.
19. Organization, planning and management of an enterprise of mass machine-construction: a training manual for university students of machine-construction specialities / B.V. Vlasov, G.B. Kats, V.I.Kozyrev et al.; Edit. by B.V.Vlasov and G.B.Kats. Moscow: Vyschaya Shkola, 1985. 432 p.
20. Organization, planning and management of enterprises of electronic industry: a guidebook for students in the specialities of electronic engineering and automatics / P.M. Stukolov, A.V.Proskuryakov, O.G. Turovets, N.K.Moiseeva; Edit. by P.M.Stukolov. 2<sup>nd</sup> edition, revised and updated. Edit. by P.M.Stukolov. 2<sup>nd</sup> edition, revised and updated. Moscow: Vyschaya Shkola, 1986. 319 p.
21. Organization and planning of machine-building production: a guidebook for machine-construction specialities of Universities / M.I. Ipatov, M.K.Zakharova, K.A.Gracheva et al. Edit. by M.I.Ipatov, V.I.Postnikov, M.K.Zakharova. Moscow: Vyschaya Shkola, 1988. 367 p.
22. Organization and planning of machine-building production (industrial management): a guidebook / K.A.Gracheva, M.K.Zakharova, L.A.Odintsova et al. Edit. by Y.V.Skvortsov, L.A.Nekrsasov. Moscow: Vyschaya Shkola, 2005. 470 p.
23. Pereverzev M.P., Logvinov S.I., Logvinov S.S. Production organization at industrial enterprises: a training manual. Moscow: INFRA-M, 2016. 331 p.
24. Syrov V.D. Organization and planning of radioengineering production: a training manual. Moscow: RIOR: INFRA-M, 2013. 304 p.
25. Economics, organization and planning of industrial production: a training manual for universities / N.A.Lisitsyn, F.P.Visilin, V.I.Vybornov et al.; Under general editorship of N.A.Lisitsyn. 2<sup>nd</sup> edition, revised and updated. Minsk: Vyschaya Shkola, 1990. 446 p.
26. Production organization and management in machine-construction: a guidebook for technical university specialities / N.F. Revenko, A.G.Skhirtladze, G.N.Bogomolova et al.; Edit. by N.F.Revenko, A.G.Skhirtladze. Moscow: Vyshaya Shkola, 2010. 552 p.

Received – 08 July 2019.

Accepted for publication – 30 September 2019.



DOI: 10.25987/VSTU.2019.95.15.005

УДК 33.338.36

## ЗАКОНОМЕРНОСТИ МОДЕРНИЗАЦИИ ОСНОВНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ФОНДОВ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Е.Ю. Никулина, А.В. Стрельцов, Г.И. Яковлев

Самарский государственный экономический университет  
Россия, 443090, Самара, ул. Советской Армии, 141

**Введение.** В статье исследуются классификационные признаки основных производственных фондов и закономерности их последующей модернизации на предприятиях промышленности и в предпринимательских структурах в условиях вызовов цифровой экономики. Сформирована модель обновления основных фондов в системе управления модернизацией предприятия, обеспечивающая его развитие на длительную перспективу в соответствии со стратегическими установками.

**Данные и методы.** Требования обеспечения эффективности современного производства базируются на группе законов обновления основных фондов: развития, синергии, композиции и декомпозиции, пропорциональности, экономии времени. Эти законы объективны и будут действовать независимо от степени их учета при обновлении производственного аппарата, но в конечном итоге определяют конкурентоспособность предприятий.

**Полученные результаты.** Авторами выявлено, что закон экономии времени требует, с одной стороны, постоянно совершенствовать парк оборудования предприятия с целью повышения показателей эффективности его применения – производительности труда, снижения трудоемкости продукции, с другой – осуществлять обновление основных фондов в процессе модернизации в минимально возможные сроки. Реализация указанных законов развития потенциала основных фондов опирается на следующих принципах: запаздывания, в виде временного лага от момента модернизации до приращения потенциала; гибкости, предполагающей необходимость учета возможности корректировки принимаемых решений; альтернативности – необходимости проработки различных вариантов, путей достижения цели обновления; приоритетности – выделения из совокупности целей обновления одной главной цели, обеспечивающей достижение стратегической цели модернизации; планирования и координации – определяющих необходимость строгого планирования и разработки целостных проектов обновления; оптимизации – требующей нахождения в процессе обновления оптимального соотношения между затрачиваемыми на обновление основных фондов ресурсами и его результатами (эффективностью); системности – предполагающей рассмотрение обновления как системного процесса.

**Заключение.** Результаты исследования могут рассматриваться как теоретико-методологическая основа для построения комплексной системы управления обновлением и развитием потенциала основных производственных фондов. При дальнейших исследованиях следует рассмотреть вопросы

### Сведения об авторах:

**Екатерина Юрьевна Никулина** (katerina\_nikulina@list.ru) специалист по УМР кафедры организации и стратегии развития предприятия

**Алексей Викторович Стрельцов** (д-р экон. наук, профессор), заведующий кафедрой организации и стратегии развития предприятия

**Геннадий Иванович Яковлев** (д-р экон. наук, профессор, dmms7@rambler.ru) профессор кафедры организации и стратегии развития предприятия

### On authors:

**Ekaterina Y. Nikulina**, (katerina\_nikulina@list.ru) UMR specialist Department of organization and strategy of enterprise development

**Alexey V. Streltsov** (Dr. Sci. (Economy)) head of the Department of organization and strategy of enterprise development

**Gennady I Yakovlev**, (Dr. Sci. (Economy) dmms7@rambler.ru) Professor of Department of organization and strategy of development of the enterprises

экономически оправданных границ модернизации/ обновления производственного аппарата предприятий, в соответствии с требованиями обеспечения их операционной эффективности как решающего условия конкурентоспособности в открытой цифровой экономической системе.

**Ключевые слова:** основные фонды, модернизация, износ, закономерности, принципы, эффективность, конкурентоспособность, потоки создания ценностей

### Для цитирования:

Никулина Е.Ю., Стрельцов А.В., Яковлев Г.И. Закономерности модернизации основных производственных фондов в промышленности и предпринимательской деятельности // Организатор производства. 2019. Т.27. №3. С. 57- 68 DOI: 10.25987/VSTU.2019.95.15.005

## THE PATTERNS IN MODERNIZATION OF FIXED PRODUCTIVE ASSETS IN INDUSTRY AND BUSINESS ACTIVITY

**E.Y. Nikulina, A.V. Streltsov, G.I. Yakovlev**

Samara State University of Economics

Russia, 443090, Samara, Sovetskoy Armii St., 141

**Introduction.** The article examines the classification criteria of fixed productive assets and the patterns of their further modernization at industrial enterprises and in business structures in the context of challenges of the digital economy. We have elaborated the model of fixed assets upgrading in the modernization control system of an enterprise, ensuring its long-term development in accordance with strategic directions.

**Data and methods.** The requirements for ensuring the efficiency of modern production are based on a group of laws, governing the upgrading of fixed assets, namely, those of development, synergy, composition, decomposition, proportionality and time-saving. These laws are objective and will act regardless of the degree of their consideration when upgrading a production apparatus, however, they ultimately determine the competitiveness of enterprises.

**Results obtained.** The authors have found that the law of time-saving, on the one hand, requires one to constantly upgrade the enterprise equipment fleet for the purpose of raising the efficiency rates of its use (i.e., performance and reduction of labour intensity) and, on the other hand, to carry out the upgrading of fixed assets in the process of modernization within the shortest possible time. The implementation of the laws mentioned, governing the growth of fixed assets' capacity, rests on the following principles:

- time delay (in the form of a time lag from the moment of upgrading to the capacity increment);
- flexibility, involving the need to consider the possibility of amending the decisions made;
- alternativeness, i.e. the need to study various options and ways for achieving the goal of upgrading;
- priority, i.e. highlighting one major goal in the set of goals, aimed at upgrading, ensuring the achievement of the strategic goal of modernization;
- planning and coordination, determining the necessity for strict planning and development of integral upgrading projects;
- optimization, requiring finding the optimal ratio between the resources, expended on fixed assets' upgrading and its results (i.e. efficiency) in the process of upgrading;
- consistency, assuming the view of upgrading as a systemic process.

**Conclusion.** The results of the study can be considered as a theoretical-methodological basis for creating an integrated upgrading control system and the growth of fixed productive assets capacity. Further research must consider the issues, related to economically justified limits of modernization or upgrading the production apparatus of enterprises, in accordance with the requirements for ensuring their operational efficiency as a key condition of competitiveness in the open digital economic system.

**Key words:** fixed assets, modernization, wear, patterns, principles, efficiency, competitiveness, value creation flows

### For quoting:

Nikulina E.Y., Streltsov A.V., Yakovlev G.I. The patterns in modernization of fixed productive assets in industry and business activity // Organizator proizvodstva. 2019. V.27. №3. 57-68 DOI: 10.25987/VSTU.2019.95.15.005

### Введение

Ведущими элементами процесса современной модернизации производства являются обновление основных фондов, придание даже значительно возрастному оборудованию промышленных предприятий и предпринимательских структур способности поддержать цифровую трансформацию при создании эффективного потока потребительских ценностей. Она обеспечивает развитие номенклатуры выпускаемой продукции, повышение её конкурентоспособности, внедрение различных инноваций в производство, направленных на снижение издержек и увеличение операционной эффективности. Обеспечить конкурентное преимущество возможно на основе дигитализации существующих основных производственных фондов предприятий путем определения и стимулирования «точек роста» в соответствии с концепцией их цифровой трансформации, что отмечалось ранее авторами [1, с.253].

Вместе с тем, следует согласиться с М.Р. Merzlova, выявившей диспропорции в структуре основных фондов России, а также высокую степень их износа (около 50%). Основные причины плохого состояния основных производственных фондов сводятся к невозможности преодоления проблемы низкой инвестиционной активности отечественных предприятий при модернизации производства. Одним из основных сдерживающих факторов является действующая налоговая система и связанная с ней высокая стоимость инвестиций [2, р.144]. Действительно, прибыль, получаемая предприятием, всегда рассматривалась и на практике, и в работах ученых-экономистов как надежный, доступный и дешевый источник инвестиций. Однако в современных условиях, в зависимости от хозяйственной деятельности предприятия, она не всегда может быть весомой величины или принимать положительное значение.

Амортизация в теории также является доступным, дешевым и наименее рискованным источником инвестиций в обновление основных фондов. Причем в зависимости от момента мо-

билизации её на цели инвестирования она может в разы превосходить величину прибыли. В промышленно развитых странах на долю амортизации приходится более 40% от общей величины капитальных вложений в техническое переоснащение производства, доля же прибыли составляет около 30% таких затрат [3, р.184]. Однако в настоящее время в отечественной экономике, в том числе и в машиностроении, амортизация не выполняет свои функции как источника финансирования основных фондов. В основе этого лежит несколько причин:

- распространено нецелевое использование денежных средств амортизационного фонда;
- на предприятиях машиностроения амортизация, как правило, начисляется линейным способом, а это не позволяет в короткие сроки сконцентрировать достаточные для реализации крупного проекта модернизации средства;
- сохраняются высокие темпы инфляции, что обесценивает средства в амортизационном фонде;
- существующие нормативно-правовые документы не ориентируют предприятия на создание амортизационного фонда, более того, стимулируют его использование в текущих хозяйственных целях.

Отечественные машиностроительные предприятия вынуждены в большинстве случаев конкурировать сегодня с зарубежными более финансово крепкими крупными корпорациями, которые присутствуют на нашем рынке либо напрямую, через свои филиалы, либо через импорт продукции. Это приводит к тому, что модернизация отечественных предприятий должна осуществляться в условиях низкого спроса на продукцию, её меньшей конкурентоспособности и недостаточной их финансовой устойчивости. Всё это определяет невозможность проведения модернизации только за счет собственных инвестиционных ресурсов, затрудняет возможность использования заемных средств. Важнейшей характеристикой инвестиционного обоснования модернизации является и учет незаконченной реструктуризации отрасли. В машиностроении присутствуют различные

субъекты предпринимательской деятельности: мелкие, средние предприятия, крупные госкорпорации, филиалы зарубежных ТНК. В связи с этим помимо традиционных источников инвестиций (прибыль, амортизация, кредитные ресурсы) для некоторых предприятий появляется особый источник инвестиций – средства управляющей компании, корпорации. При этом также возникает и новый вид конкуренции за инвестиционные ресурсы – внутрикорпоративный. В этих условиях при осуществлении инвестиционной деятельности в обновление производственных мощностей и основных фондов требуется разработать ряд закономерностей и принципов, позволяющих мобилизовать различные источники средств и вести успешные преобразования.

### Теория

В целях обеспечения полноты научного анализа необходимо отметить, что в специальной литературе для характеристики категории основных фондов используются в значительном количестве понятия, отражающие схожие по сути явления. Так, в Налоговом Кодексе РФ выделяются «основные средства, понимаемые как «часть имущества, используемого в качестве средств труда для производства и реализации товаров (выполнения работ, оказания услуг) или для управления организацией, первоначальной стоимостью более 40 тыс. руб.» [4]. НК РФ регулирует порядок учета и амортизации основных средств в соответствии с требованиями гл. 21 «Налог на добавленную стоимость» и гл. 25 «Налог на прибыль организации» части II НК РФ.

Согласно ПБУ 6/01 «Учет основных средств» под основными средствами понимаются также: «здания, сооружения, рабочие и силовые машины и оборудование, измерительные и регулирующие приборы и устройства, вычислительная техника, транспортные средства, инструмент, производственный и хозяйственный инвентарь и принадлежности, рабочий, продуктивный и племенной скот, многолетние насаждения, внутрихозяйственные дороги и прочие соответствующие объекты» [5]. Jodi L. Gissel предлагает рассмотреть вопросы первоначальной оценки основных фондов, связанные с покупкой земли (снос существующего здания и расходы на специальную оценку), капитализацией процентов для собственного строительства,

обменом немонетарными активами и обязательствами по выбытию активов. Подлежат учету также последующие вопросы оценки с точки зрения амортизации (линейный и ускоренный методы), замены компонента актива и обесценения [6, с.61].

Большой Российский Энциклопедический Словарь понятие «основные фонды» не выделяет, зато в нем рассматривается категория «основной капитал», под которой понимается: «капитал, затрачиваемый на машины, оборудование, здания, сооружения, возвращается в денежной форме посредством амортизационных отчислений по мере снашивания его отдельных элементов» [7, с.1112]. Е.Л. Кантор под основными фондами понимает средства производства, которые служат длительный период, переносят свою стоимость на изготовление продукции постепенно, частями, в течение срока службы и обладают значительной стоимостью за единицу [8, с.45].

Не вдаваясь в дальнейшую детальную характеристику данных понятий, которые неоднократно и подробно исследовались в экономической литературе, необходимо отметить, что они имеют полное право на существование и должны использоваться в своих определенных целях. Понятие основной капитал, на наш взгляд, помимо основных средств, включает в себя незавершенные долгосрочные инвестиции, нематериальные активы и долгосрочные финансовые вложения. Под основными фондами следует понимать часть средств производства, которая в процессе производства используется постепенно в течение нескольких циклов производства и стоимость которой переносится на готовый продукт по частям по мере своего износа. Категория «основные средства» должна более часто применяться в учетной сфере, хотя по экономическому смыслу она отражает то же явление, что и основные фонды. Например, категория «основные средства» устанавливает минимальную величину первоначальной стоимости имущества для отнесения его к основным средствам. Это необходимый элемент в хозяйственной деятельности предприятия, без которого невозможен какой-либо учет применяемых машин, оборудования и других видов основных фондов.

Однако эта конкретная величина стоимости на разных этапах развития российской экономики менялась, была различной. Экономическая же

сущность части средств производства, которая в процессе производства используется постепенно, в течение нескольких циклов производства и стоимость которой передается на готовый продукт частями по мере износа, остается неизменно-неизменной. Таким образом, при исследовании проблем модернизации предприятия целесообразно исследовать как ведущий её элемент категорию «основные фонды», определяемую вышеназванной трактовкой, что значимо и для процессов цифровой трансформации [9, с.101].

### Данные и методы

Д.И. Кокурин и др. справедливо отмечают, что на объём производимой, т.е. на результат деятельности предприятия по производству какой-либо продукции и представленных производственных услуг, оказывают существенное влияние количество используемого оборудования, его производительность и эффективное время [10, с.334]. По Е.В. Свиридовой, финансовое положение предприятий находится в прямой зависимости от состояния его основных фондов, следовательно, контроль за их состоянием и эффективностью их использования — одно из главных условий успешной деятельности предприятия [11, с.214]. Данной концепции придерживаются А.С. Nechaev и др., выделяя необходимость анализа источников обновления основных средств российских предприятий, что обуславливает не только высокий уровень конкурентоспособности и эффективности деятельности предприятия, но и позволяет снизить себестоимость процесса изготовления продукции [12, с.551].

Для определения места обновления основных фондов в процессе модернизации предприятия с целью дальнейшего построения её системы управления целесообразно укрупненно рассмотреть взаимосвязь обновления производства с другими этапами модернизации (см. рис. 1).

И модернизация предприятия в целом, и обновление основных фондов, как её составляющая, предопределяют развитие предприятия на длительную перспективу [13, с.70]. Решения о приобретении систем машин формируют набор возможных технологий и, в конечном итоге, совокупности тех потребительских свойств, которые будут предложены на рынке. Длительные сроки использования машин и оборудования, их высокая капиталоемкость требуют обосновывать решения о модернизации пред-

приятия и обновлении основных фондов в рамках плановых управляемых воздействий на длительную перспективу. Это можно реализовать в рамках разработки стратегического плана предприятия. Стратегия развития предприятия уже должна предусматривать в себе оценку необходимости периодической модернизации и обновления основных фондов. При этом замедление амортизации основных средств, особенно их активной части, достигается при реализации программ реконструкции и технического перевооружения предприятий, а также при модернизации оборудования [14, с.241]. М.В. Anisimova, О.У. Zagoretska, анализируя два основных типа воспроизводства основных фондов - оперативное и конечное, предлагают новые виды воспроизводства: суженное, инновационное и останова производства [15, с.190].

После принятия решения о модернизации и формирования её целей приоритетным является оценка необходимости и объема продуктовых инноваций в производстве [16, с.82]. Модернизация предприятия и обновление основных фондов, как её важнейший этап, не являются самоцелью. Они, по сути, являются условиями, обеспечивающими изменение позиций предприятия на рынке. Но не сами непосредственно, а через изменение в номенклатуре выпускаемой продукции или в её качественных характеристиках. А это можно осуществить только на основе продуктовых инноваций. При этом Dimitris Skuras и др. в своем исследовании показали, что наличие инновационной продукции снижает вероятность инвестирования в обновление производственных фондов [17, с.1778], так как становится очевидна выгода нового строительства.

Последние этапы модернизации производства непосредственно связаны с обновлением основных фондов. Именно необходимость принятия такого большого объема решений по преобразованию основных фондов и определяет ведущую позицию их обновления как элемента процесса модернизации предприятия [18, с.655]. Vivek Ghosal и Usha Nair-Reichert обнаружили, что фирмы, осуществившие большее число инвестиционных операций в рамках модернизации, добились более высокой производительности, и эти оценочные количественные эффекты превышают воздействие стандартных инновационных переменных, таких

как патенты и НИОКР. Инвестиционные операции в информационных технологиях и цифровых устройствах мониторинга придали особенно заметный импульс производительности. Эти результаты были получены после учета других переменных, таких как интенсивность движения капитала, слияний и поглощений компаний. Таким образом, решения фирм осуществлять инвестиции в модернизацию и инкрементальные инновации, как представляется, имеют решающее значение для достижения прироста производительности, что усугубляет существенные различия в производительности и конкурентных позициях между фирмами в долгосрочной перспективе [19, с.536].

### **Модель**

Для определения масштабов обновления основных фондов необходимо оценить степень радикальности продуктовых инноваций и способность существующего технического уровня производства соответствовать им. Продуктовые инновации формируют определенные технико-технологические требования к машинам и оборудованию и на основе их сравнения с существующим техническим уровнем производства разрабатываются варианты обновления основных фондов. Исходя из целей модернизации, а также требований к основным фондам, их обновление может осуществляться в части отдельных производств, систем машин, стадий технологического процесса, в рамках комплексного обновления всего технологического процесса [20, с.46]. Например, в машиностроении, где процесс производства многостадийный и используется совокупность отдельных единиц оборудования и т.д., и другая форма имеет большое значение. Так, изменение свойств конечного изделия, значительную экономию затрат можно добиться путем совершенствования отдельных

стадий заготовительного производства. Вариант обновления основных фондов предполагает и его инвестиционное обоснование, и оценку эффективности инвестиций. При этом возникает достаточно важный вопрос: можно ли отождествлять оценку эффективности проекта обновления основных фондов и модернизации предприятия в целом [21, с.64]. На наш взгляд, необходимо разграничить эти два процесса. Представляется, что при определенных условиях (длительные сроки реализации проекта обновления, высокая процентная ставка и др.) монетарные критерии эффективности инвестиций в обновление могут исказить эффективность модернизации предприятия в целом.

### **Полученные результаты**

Представление обновления основных фондов как важнейшего элемента процесса модернизации предприятия обуславливает необходимость выявления и учета при формировании вариантов его осуществления его определенных законов, принципов, свойств (см. рис.2). При этом следует отметить, что данные законы, принципы, свойства рассматриваются применительно к обновлению основных фондов как элементу модернизации предприятия.

Исходя из требований, предъявляемых к современному производству, можно выделить следующую группу законов обновления основных фондов: развития, синергии, композиции и декомпозиции, пропорциональности, экономии времени. При этом следует учитывать, что законы имеют объективный характер и действуют независимо от того, будут они учтены при обновлении или нет. Поэтому для повышения эффективности обновления основных фондов в процессе модернизации необходимо выявление и использование данных законов.

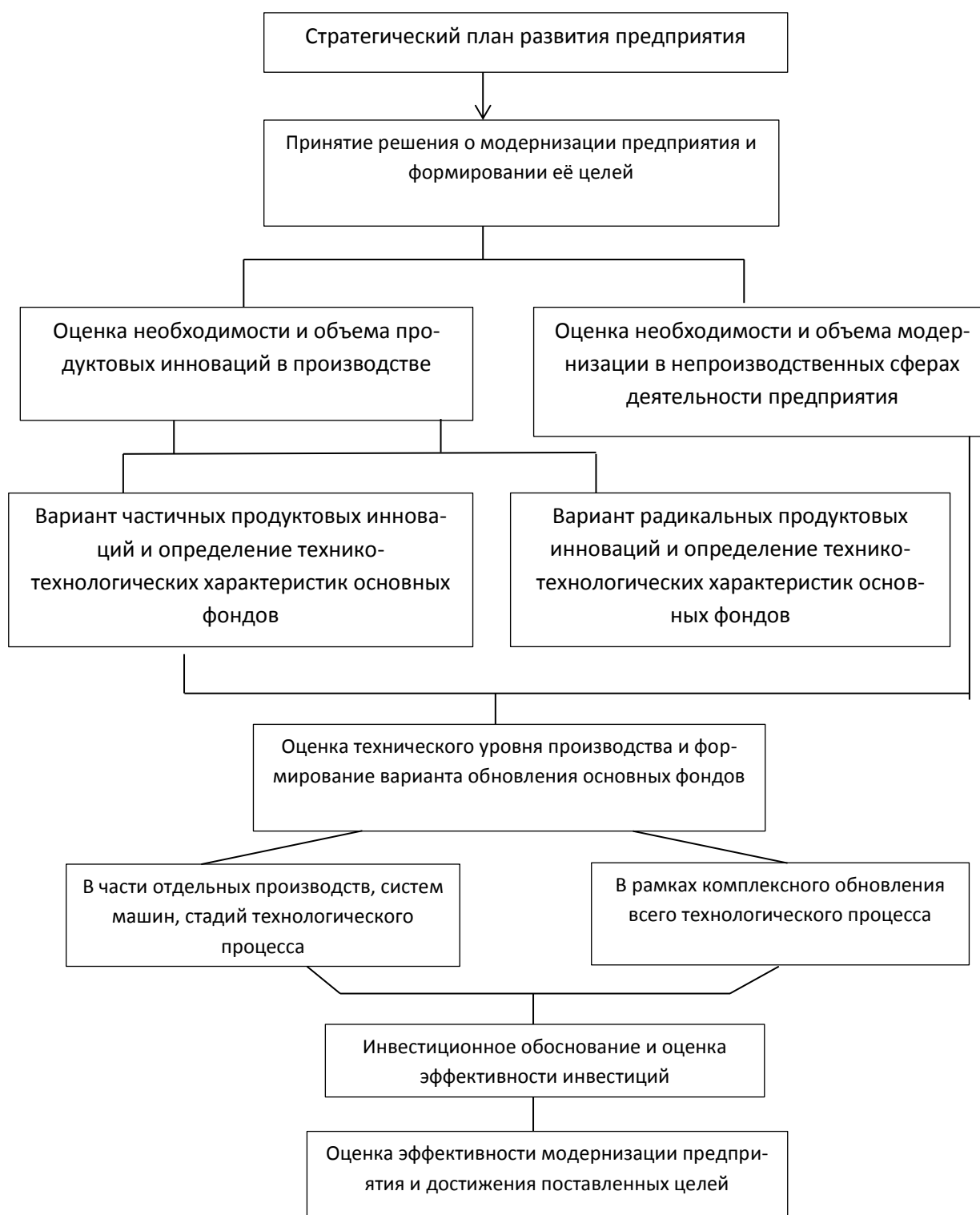


Рис. 1. Обновление основных фондов в системе управления модернизацией предприятия  
Fig. 1. Updating of fixed assets in the enterprise modernization management system

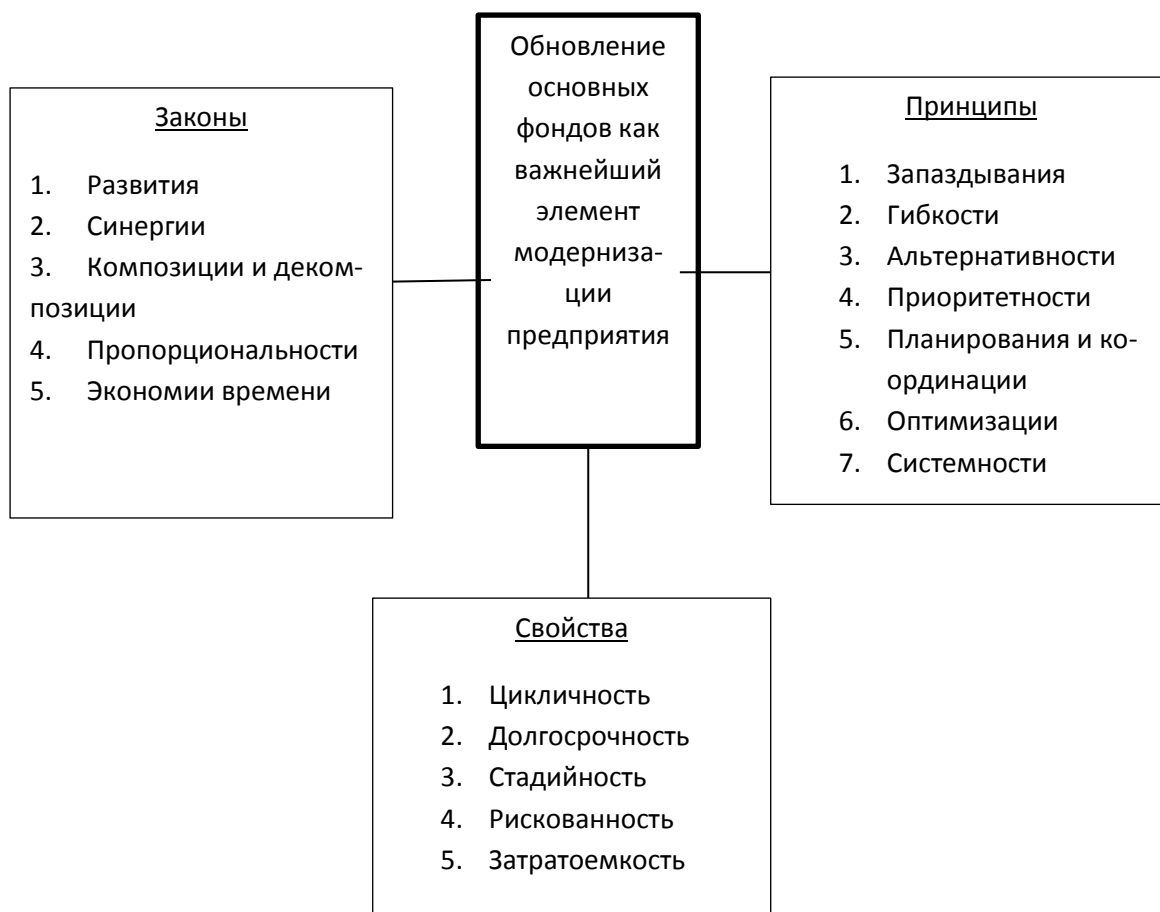


Рис. 2. Законы, принципы и свойства обновления основных фондов как важнейшего элемента модернизации предприятия

Fig. 2. Laws, principles and properties of fixed assets renewal as the most important element of enterprise modernization

Закон развития, на наш взгляд, применительно к обновлению основных фондов, можно сформулировать следующим образом: совокупность основных фондов как материальная система для своего самосохранения должна непрерывно развиваться. Развитие, как известно, может быть эволюционным и радикальным. В условиях модернизации предприятия предпочтение отдается второй форме.

Поскольку машиностроительное производство является многостадийным, и парк оборудования состоит из различных его видов, важнейшим при его обновлении является учет закона синергии, который применительно к обновлению основных фондов можно сформулировать как необходимость добиваться такого совершенствования отдельных их элементов, при

котором их совокупный потенциал должен стать больше и эффективнее, чем простая сумма потенциала отдельных элементов.

Закон композиции и декомпозиции применительно к обновлению основных фондов в процессе модернизации определяет необходимость их рассмотрения как единой совокупности, например, целостной системы машин, но состоящей из отдельных самостоятельных единиц. Например, определенных машин и агрегатов. Использование закона композиции ведет к необходимости оценки свойств, которыми обладает совокупность оборудования в целом.

Согласно закону пропорциональности, для эффективного использования в целях своего назначения любая система машин и оборудования, все стадии и звенья производства должны



быть пропорциональны. Закон же экономии времени требует, с одной стороны, постоянно совершенствовать парк оборудования предприятия с целью повышения показателей эффективности его применения – производительности труда, снижения трудоемкости продукции, с другой – осуществлять обновление основных фондов в процессе модернизации в минимально возможные сроки. Настоящее исследование подтверждает выводы V.V. Kukartsev и др. удовлетворительно смоделировавших воспроизводство основных средств (ОС) в системе стратегии развития машиностроительного предприятия. Данные исследователи показали, что процесс модернизации и воспроизводства основных фондов предприятия представляет собой сложную, социально-экономическую, искусственную, управляемую, динамическую, дискретно-непрерывную, стохастическую и открытую систему, к которой применима методология системного анализа в составе принципов: целеустремленность, обособленность, декомпозиция, функциональность, последовательная разработка [22].

На основе вышеназванных законов можно сформулировать и ряд принципов (см. рис.2). Принцип запаздывания состоит в том, что изменение потенциала предприятия вследствие обновления основных фондов начинается спустя некоторое время после начала влияния изменений во внешней и внутренней среде и может продолжаться некоторое время по их окончанию. С практической точки зрения, с момента выявления новых характеристик окружающей среды и принятия решения об обновлении основных фондов и до его завершения проходит некоторое время. За это время ситуация на рынке несколько меняется. Поэтому при формировании вариантов обновления следует учитывать этот временной лаг запаздывания.

Принцип гибкости предполагает необходимость учета возможности корректировки принимаемых решений, принцип альтернативности – необходимость проработки различных вариантов, сценариев для достижения цели обновления, принцип приоритетности предполагает выделение из совокупности целей обновления основных фондов одной из главной цели, обеспечивающей достижение стратегической цели модернизации.

Принцип планирования и координации определяет необходимость строгого планирования и разработки целостных проектов обновления. Принцип оптимизации требует нахождения в процессе обновления оптимального соотношения между затрачиваемыми на обновление основных фондов ресурсами и его результатами (эффективностью), принцип системности предполагает рассмотрение обновления как системного процесса.

Можно выделить и определенные свойства обновления основных фондов как важнейшего элемента модернизации предприятия. К ним можно отнести цикличность, долгосрочность, стадийность, рискованность, затратно-емкость, которые требуют отдельно подробного анализа в дальнейших исследованиях.

### Заключение

Под основными фондами следует понимать часть средств производства, которая в процессе производства используется постепенно в течение нескольких циклов и стоимость которой переносится на готовый продукт по частям по мере своего износа. Основным капиталом предприятий должен включать в себя незавершенные долгосрочные инвестиции, нематериальные активы и долгосрочные финансовые вложения. Учет сформулированных выше законов, принципов и свойств обновления основных фондов позволит наиболее рационально «встроить» его в процесс модернизации предприятия, повысить его эффективность. Процесс модернизации и воспроизводства основных фондов предприятия представляет собой сложную социально-экономическую, динамическую открытую систему, к которой применима методология системного анализа.

Наиболее доступными и надежными источниками инвестиций модернизации предприятия остаются прибыль и амортизации. Последний, как показывает практика, промышленно развитых стран, может составлять весомую долю в инвестиционном обосновании модернизации предприятия. Однако чтобы добиться этого применительно к российским условиям, необходимо осуществить комплекс принципиально новых законодательно-нормативных мероприятий по совершенствованию бухгалтерского, налогового учета с целью изменения существующей практики хозяйствования. Следует также отметить, что именно целевым использованием

амортизации для обновления основных фондов отличаются исторические периоды страны, в которых развитие промышленности было наиболее динамичным.

### Библиографический список

1. Стрельцов А.В., Яковлев Г.И., Никулина Е.Ю. Обеспечение конкурентных преимуществ промышленных предприятий и предпринимательство в условиях цифровой экономики. Проблемы развития предприятий: теория и практика. 2018. № 1. С. 253-261.
2. Merzlova, M.P. (2014). Updating fixed production assets: Incentive tools. *Asian Social Science*, 10 (23), pp. 144-150. DOI: 10.5539/ass.v10n23p144.
3. Серета Н.А. Необходимость усиления роли амортизации в воспроизводстве основного капитала // Вестник КрасГАУ. -2015. - №4, С. 184-188.
4. Согласно п. 1 ст. 257 Налогового Кодекса Российской Федерации (НК РФ). URL:<http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=RAPS019;n=54578#06047404961172107>
5. Система ГАРАНТ: <http://base.garant.ru/12122835/#ixzz5nbtEk2qt>
6. Jodi L. Gissel (2016). A case of fixed asset accounting: Initial and subsequent measurement. *Journal of Accounting Education*, Volume 37, pp. 61-66. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jaccedu.2016.10.001>
7. Большой Российский Энциклопедический Словарь. М.: Научное изд-во «Большая Российская Энциклопедия», 2006. – С. 1112.
8. Экономика предприятия. Учебник. 2-е изд-е / Под ред. Е. Кантора. СПб: Питер, 2007. – С.45.
9. Neligan, A. (2018) Digitalisation as Enabler Towards a Sustainable Circular Economy in Germany//*Intereconomics* (2018) March 2018, Volume 53, Issue 2, pp 101–106 53: 101. <https://doi.org/10.1007/s10272-018-0729-4>.
10. Кокурин Д.И., Павельев В.П., Колтунов А.И. Анализ эффективности финансовых вложений в модернизацию основных производственных фондов машиностроительного предприятия // Известия МГТУ «МАМИ» № 1(13), 2012. С. С. 334-339
11. Свиридова Е.В. Проведение модернизации основных фондов на предприятии и их особенность // Журнал: Вестник современных исследований, №1.1 (16). 2018 С. 214-215
12. Nechaev, A.S.; Barykina, Y.N.; Puchkova, N.V. (JUN 28-30, 2017). Proceedings of the international conference on trends of technologies and innovations in economic and social studies 2017. Серия книг: AEBMR-Advances in Economics Business and Management Research, International Conference on Trends of Technologies and Innovations in Economic and Social Studies (TTIESS), Tomsk Polytechn Univ, Tomsk, RUSSIA, Том: 38. Стр.: 551-556.
13. Николаева В.И. Цели модернизации основных производственных фондов предприятия/ В сборнике: Стратегия и тактика управления предприятием в переходной экономике Сборник материалов XVII ежегодного открытого конкурса научно-исследовательских работ студентов и молодых ученых в области экономики и управления "Зеленый росток". Под редакцией Г.С. Мерзликиной. 2017. С. 70-72.
14. Stolyarova, M.A., Shulgaty, O.L., Dzagoeva, M.R., Bestaeva, L.I., Kaitmazov, V.A. (2017). Generalization of foreign experience in the reproduction and recording of fixed assets. *International Journal of Applied Business and Economic Research*, 15 (12), pp. 241-250.
15. Anisimova, M.V., Zagoretska, O.Y. (2014). New methods of fixed assets reproduction at enterprises. *Actual Problems of Economics*, 156 (6), pp. 190-196.
16. Штреммель С.А. Влияние инновационного процесса на необходимость модернизации основных производственных фондов предприятия/В сборнике: Стратегия и тактика управления предприятием в переходной экономике Сборник материалов XVII ежегодного открытого конкурса научно-исследовательских работ студентов и молодых ученых в области экономики и управления "Зеленый росток". Под редакцией Г.С. Мерзликиной. 2017. С. 82-83.
17. Dimitris Skuras, Kyriaki Tsegenidi, Kostas Tsekouras (2008). Product innovation and the decision to invest in fixed capital assets: Evidence from an SME survey in six European Union member states. *Research Policy*, Volume 37, Issue 10, pp. 1778-1789. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.respol.2008.08.013>.

18. Степнова О.В., Еременская Л.И. Подходы к модернизации основных фондов предприятий электроэнергетики//*Экономика и социум*. 2014. № 1-3 (10). С. 655-658.
19. Vivek Ghosal, Usha Nair-Reichert (2009). Investments in modernization, innovation and gains in productivity: Evidence from firms in the global paper industry. *Research Policy*. Volume 38, Issue 3, pp. 536-547. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.respol.2008.10.010>
20. Дейнега В.Н., Оруджева М.А. Пути модернизации основных фондов системы водоснабжения предприятий жилищно-коммунального хозяйства//*Национальные интeресы: приоритеты и безопасность*. 2013. Т. 9. № 23 (212). С. 46-51.
21. Гаджиев М.М. Оценка экономической эффективности деятельности предприятия при модернизации основных фондов//*Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки*. 2013. № 2 (168). С. 64-69.
22. Kukartsev, V.V., Boyko, A.A., Antamoshkin, O.A. (2018). The simulation model of fixed assets reproduction of mechanical engineering enterprises. 2018 International Russian Automation Conference, RusAutoCon 2018. DOI: 10.1109/RUSAUTOCON.2018.8501776.

Поступила в редакцию – 12 июля 2019 г.

Принята в печать – 30 сентября 2019 г.

### Bibliography

1. Streltsov A.V., Yakovlev G. I., Nikulina E. Yu. Providing competitive advantages of industrial enterprises and entrepreneurship in the digital economy. *Problems of enterprise development: theory and practice*. 2018. № 1. PP. 253-261.
2. Merzlova, M.P. (2014). Updating fixed production assets: Incentive tools. *Asian Social Science*, 10 (23), pp. 144-150. DOI: 10.5539/ass.v10n23p144. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84924807137>
3. Sereda N.A. The necessity to enhance the role of depreciation in the reproduction of fixed capital // *The Bulletin of Krasnoyarsk State Agrarian University*. - 2015. - № 4, PP. 184-188.
4. According to para. 1, art. 257 of the Tax Code of the Russian Federation (TC RF). URL:<http>
5. «GARANT» system: qt
6. Jodi L. Gissel (2016). A case of fixed asset accounting: Initial and subsequent measurement. *The Journal of Accounting Education*, Volume 37, pp. 61-66. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jaccedu.2016.10.001>
7. Big Russian Encyclopedic Dictionary. Moscow: The Scientific Publishing House «Great Russian encyclopedia», 2006. - P. 1112.
8. The economy of enterprise. A guidebook. 2<sup>nd</sup> edition / ed. by E. Cantor. St. Petersburg: Piter, 2007. – P. 45.
9. Neligan A. (2018) Digitalisation as Enabler Towards a Sustainable Circular Economy in Germany // *Intereconomics* (2018). March, 2018, Volume 53, Issue 2, pp. 101–106 53:101. <https://doi.org/10.1007/s10272-018-0729-4>.
10. Kokurin D. I., Pavelyev V.P., Koltunov A.I. The analysis of the effectiveness of financial investments in the modernization of fixed productive assets of a machine-construction enterprise // *The News of MSTU «МAMI»* № 1(13), 2012. PP. 334-339.
11. Sviridova E. V. Modernization of fixed assets at an enterprise and their features // *Journal: The Bulletin of contemporary research*, № 1.1 (16), 2018. PP. 214-215.
12. Nechaev, A.S. Barykina, Y.N.; Puchkova, N.V. (June, 28-30, 2017). Proceedings of the international conference on trends of technologies and innovations in economic and social studies, 2017. The book series: AEBMR-Advances in Economics Business and Management Research, International Conference on Trends of Technologies and Innovations in Economic and Social Studies (TTIESS), Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia, V. 38. PP.: 551-556.

- 
13. Nikolaeva V.I. The goals of modernization of fixed productive assets of an enterprise / In the book «Strategy and tactics of enterprise management in a transition economy». The collection of materials of the 17<sup>th</sup> annual open contest of research works of students and young scientists in the field of economy and management «Green sprout». Edit. by G.S.Merzlikina, 2017. PP. 70-72.
  14. Stolyarova, M.A., Shulgaty, O.L., Dzagoeva, M.R., Bestaeva, L.I., Kaitmazov, V.A. (2017). Generalization of foreign experience in the reproduction and recording of fixed assets. *International Journal of Applied Business and Economic Research*, 15 (12), pp. 241-250.
  15. Anisimova, M.V., Zagoretska, O.Y. (2014). New methods of fixed assets reproduction at enterprises. *Actual Problems of Economics*, 156 (6), pp. 190-196.
  16. Stremmel S.A. The impact of the innovation process on the need to modernize the fixed productive assets of an enterprise in a transition economy. The collection of materials of the 17<sup>th</sup> annual open contest of research works of students and young scientists in the field of economy and management «Green sprout». / Edit. by G.S.Merzlikina, 2017. PP. 82-83.
  17. Dimitris Skuras, Kyriaki Tsegenidi, Kostas Tsekouras (2008). Product innovation and the decision to invest in fixed capital assets: Evidence from an SME survey in six European Union member states. *Research Policy*, Volume 37, Issue 10, pp. 1778-1789. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.respol.2008.08.013>.
  18. Stepnova O.V., Eremenskaya L.I. The approaches to modernization of fixed assets of power engineering enterprises // *Economy and society*. 2014. № 1-3 (10). PP. 655-658.
  19. Vivek Ghosal, Usha Nair-Reichert (2009). Investments in modernization, innovation and gains in productivity: Evidence from firms in the global paper industry. *Research Policy*. Volume 38, Issue 3, pp. 536-547. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.respol.2008.10.010>
  20. Deinega V.N., Orudzheva M.A. The ways of modernization of fixed assets of the water supply system of housing and communal services // *National interests: priorities and safety*. 2013. V. 9. № 23 (212). PP. 46-51.
  21. Gadzhiev M.M. The evaluation of economic efficiency of an enterprise in modernization of fixed assets // *Scientific and technical proceedings of the St. Petersburg State Polytechnic University. Economics*. 2013. № 2 (168). PP. 64-69.
  22. Kukartsev, V.V., Boyko, A.A., Antamoshkin, O.A. (2018). The simulation model of fixed assets reproduction of mechanical engineering enterprises. 2018 International Russian Automation Conference, RusAutoCon 2018. DOI: 10.1109/RUSAUTOCON.2018.8501776.

Received – 12 July 2019.

Accepted for publication – 30 September 2019.

---

DOI: 10.25987/VSTU.2019.47.73.006

УДК 338.32

## МОДЕЛЬ ПЛАНИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ

**К. А. Соловейчик, В. А. Левенцов**

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого  
Россия, 195251, Санкт-Петербург, Политехническая ул., 29

**Е. М. Сафронова**

ООО «Каскад технологии»

Россия, 197376, Санкт-Петербург, наб. Реки Карповки, д. 5, лит. АГ, пом. 2Н, офис 2

**Введение.** Данная статья посвящена решению задачи планирования технического обслуживания производственного оборудования на базе данных машиностроительных предприятий Санкт-Петербурга. Решение задачи планирования технического обслуживания оборудования актуально, поскольку существующая ситуация «ручного» планирования обладает большим количеством недостатков и ограничивает диспетчирование производственной логистики.

**Данные и методы.** Представленная в работе математическая модель имеет ряд допущений для уменьшения вычислительной сложности рассматриваемой задачи. В качестве целевой функции в модели выбрана максимизация времени работы группы заменяемости оборудования между техническими обслуживаниями. Для решения задачи предложен алгоритм, позволяющий вычислить необходимый ритм технического обслуживания в разрезе выбранного ограничения.

**Полученные результаты.** Апробация предложенного алгоритма производилась на данных, приближенных к реальным, в информационной системе ИС:ТОИР «Управление ремонтами и обслуживанием оборудования» (далее ИС:ТОИР), что позволило удостовериться в выполнении ограничений при построении планово-предупредительного графика ремонта.

**Заключение.** Разработанная модель и алгоритм планирования технического обслуживания оборудования для внедрения в ИС:ТОИР могут быть использованы на предприятии, позволят эффективнее организовать загруженность производственного оборудования с учетом интервалов на обслуживание и повысить качество выполняемых заказов.

**Ключевые слова:** техническое обслуживание, выбор оборудования, математическая модель, метод перебора, критерии выбора оборудования.

### Для цитирования:

Соловейчик К. А., Левенцов В. А., Сафронова Е. М. Модель планирования технического обслуживания оборудования // Организатор производства. 2019. Т.27. №3. С. 69-78 DOI: 10.25987/VSTU.2019.47.73.006

### THE MODEL OF EQUIPMENT MAINTENANCE PLANNING

---

#### Сведения об авторах:

**Кирилл Александрович Соловейчик** (д-р экон. наук, kirill@spbcioclub.ru), заведующий базовой кафедрой процессов управления наукоемкими производствами

**Валерий Александрович Левенцов** (канд. экон. наук, vlevantsov@spbstu.ru), доцент Института передовых производственных технологий

**Елена Михайловна Сафронова** (solncuivetru@gmail.com), магистр базовой кафедры процессов управления наукоемкими производствами

#### On authors:

**Kirill A. Soloveichik** (Dr. Sci. (Economy), kirill@spbcioclub.ru), head of basic Department management processes knowledge-intensive industries

**Valery A. Leventsov** (Cand. Sci. (Economy), vlevantsov@spbstu.ru), Assistant Professor of the Institute of advanced production technologies

**Elena M. Safronova** (solncuivetru@gmail.com), master of a chair base management processes knowledge-intensive industries

---

**K.A. Soloveichik, V.A. Leventsov**

*St.Petersburg Polytechnic University, named after Peter the Great  
Russia, 195251, St.Petersburg, Polytechnicheskaya St., 29*

**E.M. Safronova**

*LLC «Kaskad tekhnologii»*

*Russia, 197376, St.Petersburg, The Karpovka River Embankment, 5, building AG, premise 2N, office 2*

**Introduction.** *This article is devoted to solving the task of production equipment maintenance planning using the database of machine-construction enterprises of St.Petersburg. Solving the task of planning the production equipment maintenance is essential, as the current situation of «manual» planning has many shortcomings and hampers the scheduling of production logistics.*

**Data and methods.** *The mathematical model, presented in the paper, has several assumptions to reduce the computational complexity of the task under consideration. The worktime maximization of the replaceable equipment set during the service interval is selected as a target function in the model. To solve the task, the algorithm was proposed, making it possible to estimate the proper rhythm of maintenance in the context of the selected restriction.*

**Results obtained.** *The proposed algorithm was tested using the data, close to real ones, in the information system IS:ERSC (Equipment Repair and Servicing Control, hereinafter, IS:ERSC), which enabled us to verify the implementation of restrictions when planning the scheduled preventive repair.*

**Conclusion.** *The developed model and algorithm of equipment maintenance planning for introducing in the IS:ERSC can be used at an enterprise, will better organize the workload of production equipment with regard to service intervals and improve the quality of orders fulfilled.*

**Key words:** *maintenance, choice of equipment, mathematical model, direct search method, equipment selection criteria*

#### **For quoting:**

Soloveichik K.A., Leventsov V.A., Safronova E.M. The model of equipment maintenance planning // Organizer proizvodstva. 2019. V.27. № 3. 69-78 DOI: 10.25987/VSTU.2019.47.73.006

#### **Введение**

В настоящее время на большинстве производственных предприятий России эксплуатируется оборудование, которое имеет высокий моральный, физический и экономический износ. Естественное устаревание основных фондов производственных предприятий приводит к постоянному росту количества не только поломок и неисправной работе парка оборудования, но и к росту брака выпускаемой продукции. В среднем простой оборудования занимает от 30% до 50% полезного времени, вследствие чего увеличивается длительность производственного цикла и растет себестоимость производимой продукции. В этих условиях вопрос автоматизации управления процессами сервисного обслуживания и ремонта производственного оборудования является актуальным и имеет практическую значимость повышения конкурентоспособности отечественных предприятий.

Современные информационные технологии позволяют добиться повышения эффективности внутрипроизводственной логистики на предпри-

ятиях [1]. Непрерывная фиксация состояния станочного парка, расчет показателей их плановой работы и отображение результатов в реальном времени обеспечивают оперативность контроля и способствуют своевременному реагированию на ситуации, требующие вмешательства. Накапливаемая история работы оборудования служит основным источником для всестороннего анализа производственной деятельности и формирования своевременных управленческих решений.

Обладая информацией о состоянии оборудования, руководство предприятия имеет возможность целенаправленно работать по увеличению производительности, уменьшению производственных потерь и строго контролировать эффективность использования вложенных в повышение эффективности производства финансовых средств [2,3,4].

Сегодня все больше компаний включается в борьбу за повышение своей операционной эффективности, и они имеют в этой области

колоссальный потенциал роста. Планирование технического обслуживания оборудования является одним из начальных этапов оптимизации производственной логистики и ремонта оборудования [5]. Необходимым условием для организации на промышленном предприятии Цифрового производства (Индустрия 4.0) является создание единого информационного пространства, с помощью которого все автоматизированные системы управления предприятием, а также промышленное оборудование могут оперативно и своевременно обмениваться информацией. Одним из самых главных условий реализации цифрового производства является функционал, который позволит автоматически собирать данные о работе всех производственных объектов (оборудование, рабочие места сотрудников, сервисные службы и т. д.) в единое информационное пространство, в целях управления производством [6].

Одним из примеров такого функционала является умная система мониторинга производственной логистики, которая позволяет контролировать работу станочного парка и производственного персонала в режиме реального времени, выполнять классификацию и анализ простоев, проводить оперативную диспетчеризацию цеховых и сервисных служб, передавать управляющие программы на станки с ЧПУ, выпускать отчетную документацию, взаимодействовать с системами планирования и управления производством [7]. Ключевым объектом управления является производственное оборудование и его состояние. Это должно являться отправной точкой во внедрении системы управления ремонтами и обслуживанием на предприятии. В первую очередь в этом направлении должна осуществляться соответствующая автоматизация процессов.

Данная область хорошо описана и проработана как в российской серии ГОСТ 27 и других, так и международном стандарте ISO 55000. Техническая диагностика, прогнозирование отказа, анализ видов и последствий отказов и другие технические методы работы – это та область, с которой работает техническая служба и которая им понятна. Необходимо понимать, что производственное оборудование является опасным промышленным объектом, работа с которым технически регламентирована и должна выполняться в полном объеме в соответствии со стандартами и действующими требованиями.

Несмотря на то, что существует множество факторов, влияющих на выбор оптимальной

стратегии эксплуатации определенной единицы продукции, ключевой является способность выполнять свой функциональный потенциал в надлежащем качестве и объеме. При выполнении системой своих производственных функций и исключения возможности ущерба для производства различные группы оборудования и единицы техники имеют разную значимость и приоритеты. Цель стратегии данной системы заключается в том, чтобы не дать понести значительные потери и минимизировать последствия в связи с выходом из строя особо важных объектов производства, а также обеспечить надежность производственной логистики.

Отнесение производственного оборудования к той или иной категории значимости и приоритетности означает осуществление определенного набора действий в соответствии с оптимальной стратегией обслуживания и ремонта – работа на отказ, ремонт по состоянию или обслуживание по наработке.

Для анализа эффективности эксплуатации производственного оборудования необходимо учитывать несколько показателей: использование ресурсов при выполнении работ по техническому обслуживанию и ремонту и использование мониторинга ключевых показателей эффективности на основе умной системы мониторинга производственной логистики.

При своевременном выполнении планово-предупредительных мероприятий по оборудованию можно существенно снизить ситуации возникновения аварийно-восстановительного ремонта, предупреждать возникновение аварийных поломок и потребности в таком ремонте [8], что влечет за собой стабильный и устойчивый производственный процесс на предприятии.

Таким образом, целью работы является разработка модели и алгоритма, которые позволят эффективно организовать техническое обслуживание оборудования на предприятии и сделают процесс обслуживания и ремонта оборудования более гибким, обоснованным и управляемым.

#### **Постановка задачи и модель планирования технического обслуживания (Statement of the problem and planning maintenance model)**

Математических моделей, позволяющих рассчитывать и спланировать планово-предупредительное обслуживание производственного оборудования, на сегодняшний момент достаточно много. Выбор математической модели зависит от постановки задачи [9].

Задача может быть сформулирована следующим образом: в информационную систему

поступают данные о состоянии оборудования; необходимо построить график технического обслуживания оборудования, учитывая наработку и ограничение, что оборудование, входящее в одну группу заменяемости, не может обслуживаться в один день с остальным оборудованием данной группы [10]. Таким образом, для данной задачи необходимо рассчитать периоды технического обслуживания оборудования, которые было бы возможно отобразить в виде графика обслуживания. Используемая модель должна предлагать оптимальный вариант спланированного графика, учитывать специфику предприятия, оборудования, выбранного для планирования и группы заменяемости оборудования.

В связи с тем, что по данным критериям было сложно подобрать подходящую математическую модель, было принято решение разработать простую для вычисления модель планирования технического обслуживания оборудования.

В информационной системе ИС:ТОИР отслеживается наработка оборудования за день. Также в ней распределено оборудование по группам заменяемости, проставлены коэффициенты приоритета оборудования, занесены данные по критической наработке, обозначена константа, регулирующая шаг уменьшения максимального количества дней работы до технического обслуживания оборудования с целью составления графика.

В модели приняты следующие обозначения:

$m$  – индекс для оборудования ( $m = 1, 2, \dots, m_i$ );

$k$  – индекс приоритета  $m$ -го оборудования в рамках группы заменяемости ( $k = 1, 2, \dots, k_m$ );

$g$  – индекс для группы заменяемости  $m$ -го оборудования с  $k$ -м индексом приоритета ( $g = 1, 2, \dots, g_{km}$ ).

$N_{kmg}$  – количество дней до критической наработки с  $k$ -м индексом приоритета  $m$ -го оборудования в  $g$ -й группе заменяемости, день;

$O_{kmgN}$  – наработанное время с  $k$ -м индексом приоритета  $m$ -го оборудования в  $g$ -й группе заменяемости за день, час;

$O_{kmg\max}$  – установленное критическое наработанное время с  $k$  индексом приоритета  $m$ -го оборудования в  $g$ -й группе заменяемости, после

которой необходимо техническое обслуживание, час;

$O_{kmg}^{ocm}$  – оставшееся время наработки с  $k$  индексом приоритета  $m$ -го оборудования в  $g$ -й группе заменяемости до критической наработки с  $k$  индексом приоритета  $m$ -го оборудования в  $g$ -ой группе заменяемости, после которого необходимо техническое обслуживание, час;

$MN_{kmg}$  – оптимальное количество дней работы с  $k$  индексом приоритета  $m$ -го оборудования в  $g$ -й группе заменяемости до необходимости технического обслуживания, день;

$P$  – шаг уменьшения максимального количества дней работы с  $k$  индексом приоритета  $m$ -го оборудования в  $g$ -й группы заменяемости до необходимости технического обслуживания ( $P = 1, 2, 3, \dots, P_{\max}$ ), день.

$P_{\max}$  – максимальный шаг уменьшения максимального количества дней работы с  $k$  индексом приоритета  $m$ -го оборудования в  $g$ -й группе заменяемости до необходимости технического обслуживания, день.

Математическая модель может быть сформулирована следующим образом. Необходимо найти максимально возможное время работы оборудования в  $g$ -й группе заменяемости, в зависимости от выставленных  $k$  индексов приоритета оборудования (1)

$$\sum_{m=1}^{m_i} MN_{kmg} \rightarrow \max. \quad (1)$$

Ограничение (2) определяет, что оптимальное количество дней работы с  $k$ -м индексом приоритета  $m$ -го оборудования в  $g$ -ой группы заменяемости может быть меньше или равно количеству дней до превышения критической наработки.

$$MN_{kmg} \leq N_{kmg}, \forall mg, \quad (2)$$

где (3) в рамках группы заменяемости оборудования  $N_{kmg}$  должно быть уникально

$$N_{kmg} \notin \{N_{km-1g} \dots N_{kmg}\}, \forall mg \quad (3)$$

Если ограничение (3) не может быть выполнено, тогда уменьшаем  $MN_{kmg}$  на  $P$ .

Количество дней до критической наработки (4) с  $k$  индексом приоритета  $m$ -го оборудования в  $g$ -й группе заменяемости



$$N_{kmg} = \frac{O_{kmg}^{ocm}}{O_{kmgN}}, \forall mg. \quad (4)$$

Оставшееся время наработки (5) с  $k$ -м индексом приоритета  $m$ -го оборудования в  $g$ -ой группе заменяемости до критической наработки, после которого необходимо техническое обслуживание, вычисляется как разность известной по паспорту оборудования  $O_{kmg_{max}}$  и известной из информационной системы ИС:ТОИР  $O_{kmgN}$

$$O_{kmg}^{ocm} = O_{kmg_{max}} - O_{kmgN}, \forall mg. \quad (5)$$

В результате техническое обслуживание для каждого оборудования в группе заменяемости становится запланированным и не противоречит ограничению на одновременное техническое обслуживание двух и более единиц оборудования в одной группе.

Расчет графика обслуживания зависит от расстановки коэффициентов приоритета оборудования, таким образом, оборудование с наименьшим коэффициентом планируется с минимальным расхождением от рассчитанной точки критической наработки, а оборудование с наивысшим коэффициентом планируется опережая момент критической наработки.

#### Данные и методы

Для решения поставленной задачи был выбран метод перебора, основанный на предварительно заданном периоде планирования. Данный метод был реализован с помощью эвристических алгоритмов, так как решения реальных практических задач планирования планово-предупредительного ремонта в большинстве случаев являются NP-трудными и использование точных методов для решения не являются лучшим вариантом, ввиду вычислительной сложности и времени, необходимого для нахождения оптимального решения [11,12]. Также в задаче присутствуют ограничения, связанные со спецификой производства.

При составлении плана технического обслуживания необходимо учитывать приоритетность оборудования, так как оно может иметь разную ценность для производства и зависеть от выполняемого или планируемого заказа, точности выполнения работы и других преимуществ. На рис. 1 представлена схема алгоритма.

Предложенный алгоритм состоит из шести шагов:

Шаг 1: выбор групп заменяемости, которые должны пройти техническое обслуживание в заданный период. Этот шаг может выполняться

как вручную, так и выбираться автоматически по заданным условиям.

Шаг 2: составление списка оборудования, входящего в каждую группу заменяемости, которое должно пройти техническое обслуживание в заданный период. Для каждого оборудования в списке заменяемости высчитываются такие показатели, как время наработки оборудования, период технического обслуживания по паспорту оборудования, разница известной по паспорту оборудования и известной из информационной системы (см. ограничение 5).

Шаг 3: упорядочивание списка оборудования, входящего в группу заменяемости по коэффициенту приоритета. Коэффициент приоритета известен заранее и обуславливает значимость того или иного оборудования в технических процессах производства.

Шаг 4: выбирается оборудование с наименьшим приоритетом. Это позволяет повысить уровень качества работы оборудования с наибольшим коэффициентом, так как оно будет обслуживаться с небольшим опережением или точно в срок, в отличие от оборудования с низким приоритетом. Высчитывается наработка оборудования на выбранную дату технического обслуживания. В ограничении 4 представлен механизм вычисления оставшегося количества дней до предполагаемого технического обслуживания.

Шаг 5: если количество дней до начала технического обслуживания равно количеству дней другого оборудования, находящегося в той же группе заменяемости, то количество дней будущего технического обслуживания сокращается на заданную константу в системе. В ограничении 2 определяется оптимальное количество дней работы с  $k$ -м индексом приоритета  $m$ -го оборудования в  $g$ -й группы заменяемости, что может быть меньше или равно количеству дней до превышения критической наработки, если вычисленные данные не проходят проверку, то сокращение количества дней будущего технического обслуживания производится по формуле 3.

Шаг 6: выбирается следующее оборудование и повторяется шаг 4 и шаг 5. Если оборудование не имеет возможности удовлетворить условия расчета количества дней до технического обслуживания, оно записывается в список уведомлений и после окончания составления графика обслуживания сообщается пользователю.

Благодаря возможности дополнить алгоритм ограничениями можно увеличить точность планирования графика и выполнение необходимых условий, что позволяет улучшить производственную логистику предприятия.

#### **Апробация результатов исследования**

Для апробации работы ранее представленных алгоритмов был реализован механизм, способный брать необходимые данные с оборудования и из информационной системы ИС:ТОИР, которая является системой учета оборудования, ремонта и обслуживания на предприятии. Этот механизм позволяет использовать фактические данные с устройств, с производственного плана и выстроенной производственной логистики предприятия: перечень используемого оборудования на предприятии, данные о состоянии оборудования, техническую информацию об объектах ремонта, наработку оборудования и его простои, историю обслуживания оборудования. Запуск алгоритмов производился по данным производства, однако с целью сохранения информации, являющейся коммерческой тайной предприятия, и информации об оборудовании для специальных условий эксплуатации в работе в таблице представлена переработанная информация об одной из групп заменяемости оборудования, в которой указаны показатели, которые будут влиять на составление планово-предупредительного графика ремонта оборудования и вычисление предположительной даты ремонтных мероприятий.

В примере указано пять единиц оборудования (таблица). Для каждого из них составлены свои параметры, такие как график оборудования, коэффициент приоритета, способ планирования, которые будут учитываться при планировании графика технического обслуживания. На основе исходных данных был запущен алгоритм перебора с ограничением обслуживания периодом в месяц. Результаты запланированного технического обслуживания были обработаны и представлены на диаграмме Ганта на рис. 2.

На основе полученной диаграммы Ганта можно сделать вывод, что разработанный алгоритм работает правильно и может запланировать техническое обслуживание оборудования по

группам заменяемости оборудования в случае правильно сформулированных ограничений и исходных данных. Для более сложного планирования данный метод может работать медленнее из-за нехватки вычислительной мощности.

#### **Полученные результаты**

На сегодняшний день техническое обслуживание и ремонт производственного оборудования являются важным и существенным механизмом эффективного управления производством. Следовательно, разработка и внедрение современных методов планирования поможет предприятиям повысить конкурентоспособность как за счет сокращения сроков технического обслуживания, ремонта и простоя оборудования, так и за счет контроля производства и качества продукции [13].

В данной работе рассмотрена математическая модель процесса технического обслуживания оборудования предприятия, выбран наилучший алгоритм, удовлетворяющий потребности по построению планово-предупредительного графика в умной системе мониторинга производственного оборудования и проведена его реализация [14].

Работа над повышением эффективности оборудования на рассматриваемом предприятии осуществляется в рамках развертывания стратегии по построению производства мирового класса. В дальнейших исследованиях математическую модель планируется привести к динамическому типу, так как она предполагает возможность поступления новых данных о ремонте оборудования в систему без необходимости перепланирования всего графика планово-предупредительных мероприятий, а также усложнить ее дополнительными параметрами, как например, учет входящих в оборудование ремонтируемых частей, связь графика с запланированными заказами на производство, учет потребности оборудования в производстве. С точки зрения методов решения задачи будут рассмотрены другие метаэвристические методы решения и правила расстановки приоритетов оборудования.

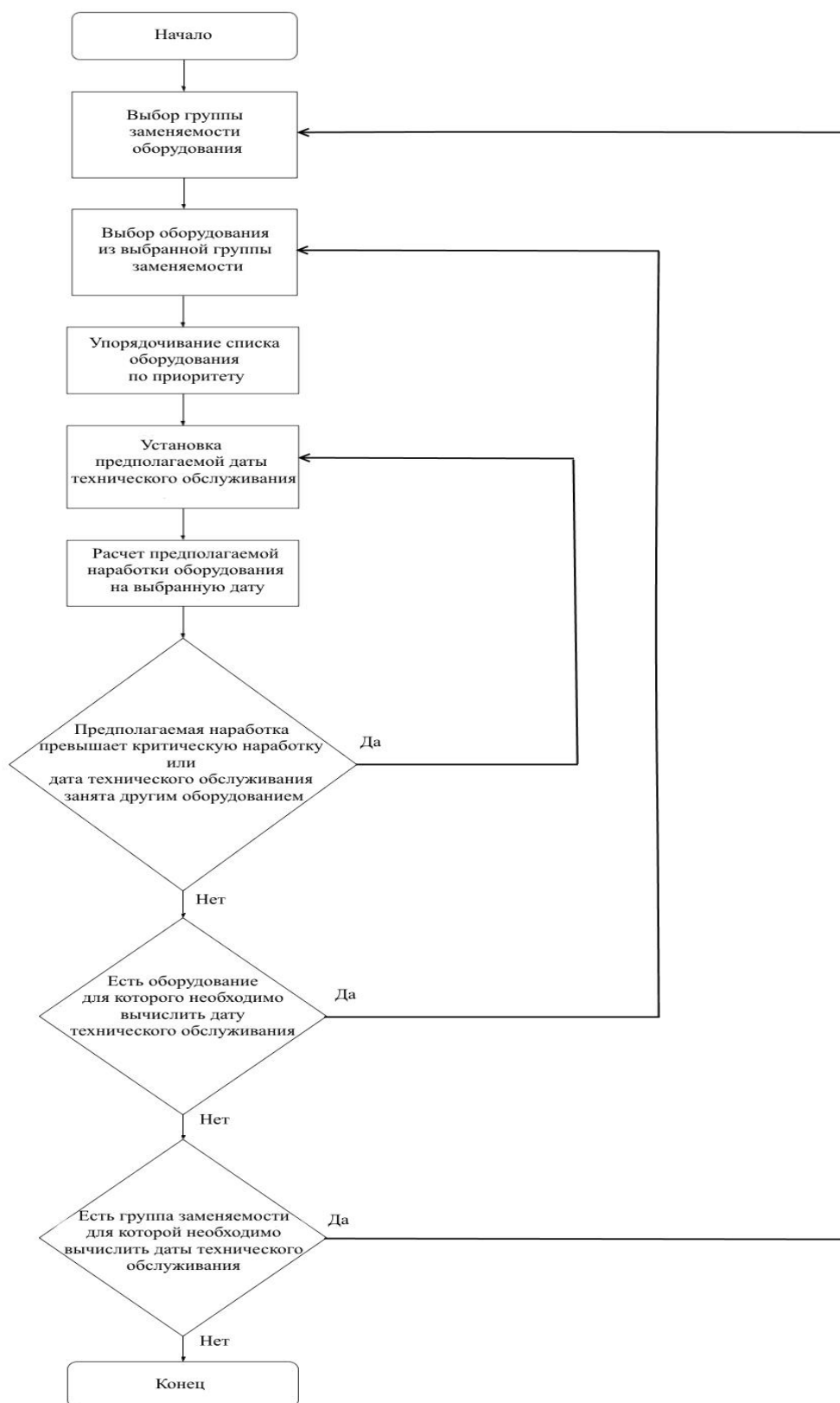


Рис. 1. Схема алгоритма планирования технического обслуживания оборудования  
 Fig. 1. Algorithm diagram equipment maintenance planning

Способы учета параметров оборудования  
Methods of accounting equipment parameters

Вид ремонта	Оборудование	Способ планирования	График оборудования	Коэффициент приоритета
Техническое обслуживание	ТВ-320 Токарно-винторезный	Через каждые 1000 часов	Сорокачасовая рабочая неделя	1
Техническое обслуживание	ТП-40 Токарный станок по дереву	Через каждые 1000 часов	Сорокачасовая рабочая неделя	4
Техническое обслуживание	Маho МН-400Р Универсально-фрезерный с ЧПУ	Через каждые 250 часов	Сорокачасовая рабочая неделя	2
Техническое обслуживание	Станок фрезерный	Через каждые 800 часов	Сорокачасовая рабочая неделя	5
Техническое обслуживание	Станок токарно-винторезный	Через каждые 1000 часов	Сорокачасовая рабочая неделя	3

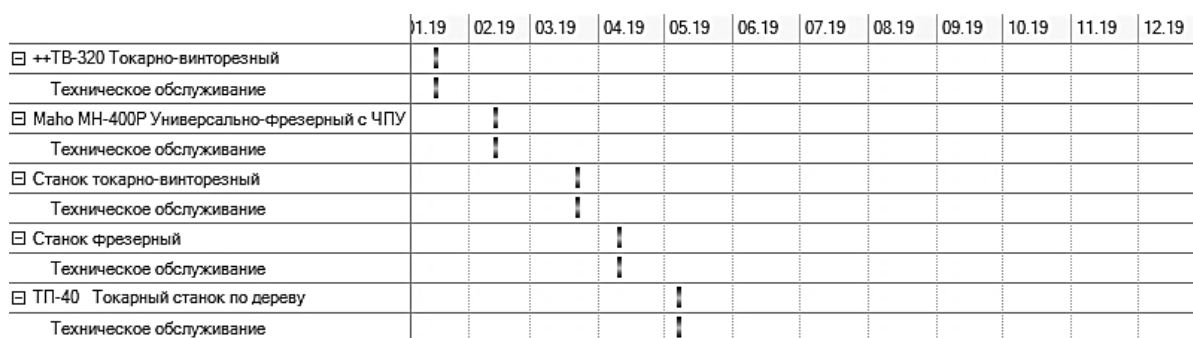


Рис. 2. Диаграмма Ганта выполнения технического обслуживания  
Fig. 2. Maintenance Gantt Chart

### Заключение

Несмотря на то, что данная тема по планированию, моделированию и учету технического обслуживания оборудования считается актуальной и заостряет внимание на огромном количестве возможных проблем, с которыми встречается предприятие на пути к улучшению и грамотному построению производственной логистики, к сожалению, в целом уровень разработки проблемы планирования планово-предупредительных мероприятий технического обслуживания оборудования, ремонта не полностью удовлетворяет возросшим современным требованиям [15].

Проведенное исследование дало компании возможность составить бесконфликтный план обслуживания оборудования. Но на современ-

ном рынке нужно уметь работать сразу по всем направлениям, и принятие в свой арсенал одного инструмента не поможет обойти конкурентов. Рассматриваемое в статье предприятие не упускает ни единой возможности усилить свое производство и стремится в той или иной мере внедрить на своих производственных площадках различные инструменты, что приносит свои плоды. Несмотря на то, что описанные в данной статье инструменты еще не стали для работников предприятий привычной практикой, а достигнутым результатам требуется постоянное закрепление, системность и многогранность программы повышения эффективности заслуживает самого пристального внимания и дальнейшего изучения.

## Библиографический список

1. Куприяновский В.П., Добрынин А.П., Сиянгов С.А., Намиот Д.Е., Уткин Н.А. Трансформация промышленности в цифровой экономике – экосистема и жизненный цикл // *International Journal of Open Information Technologies*. 2017. Т. 5, № 1. С. 34 – 49.
2. Ингеманссон А.Р. Актуальность внедрения концепции «индустрия 4.0» в современное машиностроительное производство // *Наукоёмкие технологии в машиностроении*. 2016. Т. 1, №. 7. С. 45 – 48.
3. Damilare T.O., Olasunkanmi O.A. Development of Equipment Maintenance Strategy for Critical Equipment // *The Pacific Journal of Science and Technology*. 2010. №1. С. 328 – 342.
4. Романов А.Ю. Совершенствование системы управления ремонтом и обслуживанием технологического оборудования предприятия: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук // Московский государственный технологический университет. Санкт-Петербург, 2011.
5. Боровков А.И., Клявин О.И., Марусева В.М. и др. Цифровая фабрика (Digital Factory) Института передовых производственных технологий СПбПУ // *Трамплин к успеху [корпоративный журнал дивизиона «Двигатели для гражданской авиации» АО «ОДК»]*. 2016. № 7. С. 11—13.
6. Косарева В.П, Королева А.Ю. Экономическая информатика и вычислительная техника: учебное пособие. М.: Финансы и статистика. – 1996. С. 336.
7. Матвеев А.О. Современные зарубежные и отечественные системы мониторинга работы промышленного оборудования // *Промышленные регионы России*. Санкт-Петербург, 2015.
8. Кудряшов Р. Б. Планово-предупредительный ремонт и его роль на производстве. // *Справочник экономиста*. – 2014. – №4. С. 55 – 60.
9. Левенцов В.А. Модели и инструментальные средства составления календарных расписаний работы механообрабатывающих цехов: диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук // Санкт-Петербургский политехнический университет. Санкт-Петербург, 2007.
10. Шнитин Ю.В., Левенцов В.А. Имитационное моделирование календарных графиков производства // *Экономика и промышленная политика России. Труды III междунар. науч.-практ. конференции*. 2004. С. 261-267.
11. Погодаев А.К., Корнеев А.Д., Маракушин М.В. Задача перспективного планирования ремонтно-восстановительных работ // *Управление большими системами: сборник трудов*. – 2006. № 13. С. 134 – 141.
12. Мышенков К.С., Романов А.Ю. Метод решения задачи календарного планирования ремонтов технологического оборудования предприятия с использованием генетического алгоритма // *Машиностроение и компьютерные технологии*. – 2011. № 9. С. 1 – 9.
13. Никитин А.В., Рачковская И.А., Савченко И.В. Управление предприятием (фирмой) с использованием информационных систем: учебное пособие. - М.: ИНФРА-М, – 2007. С. 188.
14. Martin B. Putting Theory into Practice: A Guide to Effective Maintenance Strategy Implementation // *Asset Management Services*. ABB Eutech. – 2003. С. 1 – 27.
15. Резницкий А.И. Разработка нового метода планирования ремонтов оборудования электростанций с учетом расходуемых ресурсов: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук // *Всесоюзный научно-исследовательский институт электроэнергетики*. Москва, – 1984.

Поступила в редакцию – 12 июля 2019 г.  
Принята в печать – 30 сентября 2019 г.

## Bibliography

1. Kupriyanovsky V.P., Dobrynin A.P., Sinyakov S.A., Namiot D.E., Utkin N.A. The transformation of industry in the digital economy – ecosystem and life cycle // *The International Journal of Open Information Technologies*. – 2017. V.5, №.1. PP.34–49.

- 
2. Ingemansson A.P. The relevance of introducing the concept of «Industry 4.0» in the contemporary machine-construction // Science-based technologies in machine-construction. – 2016. V.1, №.7. PP. 45 – 48.
  3. Damilare T.O., Olasunkanmi O.A. The Development of Equipment Maintenance Strategy for Critical Equipment // The Pacific Journal of Science and Technology. – 2010. – № 1. PP. 328–342.
  4. Romanov A.Y. The improvement of the system of repair control and technological equipment maintenance of an enterprise: the Candidate's Dissertation in Technical Science // Moscow State Technological University . St.Petersburg, – 2011.
  5. Borovkov A.I., Klyavin O.I., Maruseva V.M. et al. The digital factory of the Institute of Advanced Industrial Technologies of St.-Petersburg Polytechnic University // The Springboard to Success [The corporate journal of the «Civil aviation engines» division of the JSC «United Engine Construction Company»]. – 2016. № 7. PP. 11-13.
  6. Kosareva V.P., Koroleva A.Y. Economic informatics and computer science: a training manual – Moscow: Finansy i Statistika. – 1996. P.336.
  7. Matveev A.O. The contemporary foreign and domestic systems of industrial equipment monitoring // Industrial Regions of Russia. St.Petersburg, – 2015.
  8. Kudryashov R.B. Scheduled preventive repair and its role in production // Spravochnik Yekonomista. – 2014. – № 4. PP. 55 – 60.
  9. Leventsov V.A. The models and tools for compiling calendar work schedules of machining workshops: the Candidate's Dissertation in Economic Science // St.Petersburg Polytechnic University. St.-Petersburg, 2007.
  10. Shnitin Y.V., Leventsov V.A. The simulation modelling of calendar production schedules // Economics and industrial policy of Russia. The proceedings of the 3<sup>rd</sup> international scientific-practical conference. – 2004. PP. 261-267.
  11. Pogodaev A.K., Korneev A.D., Marakushin M.V. The task of perspective planning of repair and reconstruction works // Large-scale system management: collection of papers. – 2006. № 13. PP. 134 – 141.
  12. Myshenkov K.S., Romanov A.Y. The method of solving the task of scheduled planning of technological equipment repair at an enterprise, using the genetic algorithm // Machine-construction and computer technologies. – 2011. № 9. PP. 1–9.
  13. Nikitin A.V., Rachkovskaya I.A., Savchenko I.V. Enterprise (firm) management, using information systems: a training manual. - Moscow: INFRA-M, – 2007. P.188.
  14. Martin B. Putting Theory into Practice: A Guide to Effective Maintenance Strategy Implementation // Asset Management Services. ABB Eutech. – 2003. PP. 1–27.
  15. Reznitsky A.I. The development of the new method of planning the equipment maintenance of electric power stations with account of expendable resources // The All-Union Scientific and Research Institute of Electric Power Industry. Moscow, – 1984.

Received – 15 May 2019.

Accepted for publication – 30 September 2019.

# ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА

DOI: 10.25987/VSTU.2019.59.30.007

УДК 338.242

## ИНСТРУМЕНТЫ АНАЛИЗА ЭФФЕКТИВНОСТИ И УСТОЙЧИВОСТИ РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ МАЛЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

**А.А. Степанчук**

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого  
Россия, Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 29*

**Введение.** В статье анализируется задача выбора инструментов анализа проблем устойчивого развития экономики промышленных малых предприятий (ПМП). Решение этой задачи дает возможность менеджерам ПМП принимать эффективные управленческие решения. Актуальность работы обоснована потребностью в методах управления, способных обеспечить конкурентные преимущества и успешное развитие объекта исследования.

**Данные и методы.** В процессе работы использованы системный подход, теоретические положения, представленные в научных первоисточниках, а также собственный опыт автора. Научная новизна исследования состоит в адаптации изученных методов к практическим нуждам ПМП.

**Полученные результаты.** Систематизированы характеристики ПМП, отличающие их от других субъектов малого предпринимательства и более крупных промышленных предприятий. Исследована проблема выбора критериев оценки деятельности, используемых для выбора инструментов анализа проблем устойчивого развития экономики предприятий. Учтены показатели, отражающие инновационную составляющую и различные стадии освоения нововведений. Разработаны практические рекомендации по применению инструментов финансового и инвестиционного анализа, научно обоснованных методов прогнозирования, управления корпоративной стоимостью, управленческого учета и информационно-коммуникационных технологий.

**Заключение.** Результаты исследования использованы и опубликованы в серии брошюр по заказу Комитета по труду и занятости населения Санкт-Петербурга, а также могут быть использованы в качестве теоретической основы для анализа проблем устойчивого развития малых предприятий.

**Ключевые слова:** промышленные малые предприятия, критерии оценки, принятие управленческих решений, информационные технологии.

### Для цитирования:

Степанчук А.А. Инструменты анализа эффективности и устойчивости развития экономики промышленных малых предприятий // Организатор производства. 2019. Т.27. №3 С. 79-91 DOI: 10.25987/VSTU.2019.59.30.007

## THE TOOLS FOR ANALYZING THE EFFICIENCY AND SUSTAINABILITY OF THE ECONOMIC DEVELOPMENT OF SMALL INDUSTRIAL ENTERPRISES

---

### Сведения об авторах:

**Андрей Анатольевич Степанчук** (канд. экон. наук, доцент, aastepanchuk@yandex.ru), доцент института промышленного менеджмента, экономики и торговли

### Oh authors:

**Andrey A. Stepanchuk** (Cand. Sci. (Economy), Assistant Professor, aastepanchuk@yandex.ru), Assistant Professor of the Institute of industrial management, Economics and Commerce

### A.A. Stepanchuk

Saint-Petersburg Polytechnical University, named after Peter the Great  
Russia, Saint-Petersburg, Polytekhnicheskaya St., 29

**Introduction.** The article analyzes the problem of selecting tools for analysis of problems of sustainable economic development of small industrial enterprises (SIE). The solution of this problem enables SIE managers to make effective administrative decisions. The relevance of the paper is substantiated by the necessity for control methods, able to secure competitive advantage and successful development of the research object.

**Data and methods.** In the process of work, we use the systematic approach, theoretical provisions, presented in scientific sources and the own author's experience. The scientific novelty of the research consists in the adaptation of the examined methods to practical needs of small industrial enterprises.

**Results obtained.** We have systematized the characteristics of small industrial enterprises, that distinguish them from other small businesses and larger industrial enterprises. The problem was investigated, related to selecting the criteria for activity evaluation, used to choose the tools for analyzing the problems of sustainable economic development of enterprises. The indicators, reflecting the innovative component and various stages of innovation mastering are taken into consideration. We have worked out practical recommendations for applying the tools of financial and investment analysis, the research-based methods of forecasting, corporate value management, management accounting and information-communication technologies.

**Conclusion.** The results of the research are used and published in a series of booklets, by the order of the Committee on Labour and Public Employment of St.-Petersburg, and can also be used as a theoretical basis for analyzing the problems of sustainable development of small enterprises.

**Key words:** small industrial enterprises, evaluation criteria, administrative decision-making, information technologies.

### For quoting:

Stepanchuk A.A. The tools for analyzing the efficiency and sustainability of the economic development of small industrial enterprises // Organizator proizvodstva. 2019. V.27. №3 79-91 DOI: 10.25987/VSTU.2019.59.30.007

### Введение

В предлагаемой работе рассмотрена задача выбора инструментов анализа проблем устойчивого развития экономики промышленных малых предприятий. Решение этого вопроса позволит создавать и обеспечивать конкурентные преимущества таких предприятий в краткосрочной и долгосрочной перспективе, поскольку даст возможность их руководителям и специалистам объективно осознавать возникающие трудности и своевременно принимать эффективные управленческие решения.

Актуальность исследований в этой области диктуется тем, что в современных условиях субъекты хозяйствования обязаны находить такие методы управления, которые способны обеспечить их выживаемость и успешное развитие в будущем. Критериями выбора таких методов может быть признано соответствие таким традиционным требованиям к управленческой информации, как релевантность, достоверность, своевременность, полезность, полнота, регулярность и понятность персоналу.

Если инструменты анализа перечисленным критериям соответствует, то они должны быть приняты во внимание.

### Данные и методы

В процессе работы были использованы системный подход, теоретические положения, представленные в различных научных первоисточниках, а также практический опыт автора.

Целью исследования стал поиск способов решения следующих задач:

1. Систематизация и ранжирование характеристик промышленных малых предприятий, которые отличают их от типичных субъектов малого предпринимательства, с одной стороны, и более крупных промышленных предприятий, с другой стороны.

2. Изучение проблемы выбора критериев оценки деятельности промышленных малых предприятий, используемых для выбора инструментов анализа проблем устойчивого развития их экономики.

3. Разработка и апробация практических рекомендаций по применению для указанных



целей инструментов финансового и инвестиционного анализа, научно обоснованных приемов прогнозирования, управленческого учета и информационно-коммуникационных технологий.

Научная новизна работы состоит в адаптации перечисленных методов к практическим нуждам промышленных малых предприятий и подготовке рекомендаций в части решения выявленных проблем с учетом специфики объекта исследования.

### Полученные результаты

*Место промышленных малых предприятий в экономике России.* Развитию малого бизнеса уделяется постоянное и повышенное внимание в различных государственных программах Российской Федерации и её регионов [1]. Различные аспекты проблем малого предпринимательства и его развития были и остаются в центре внимания как в нашей стране, так и за ее пределами [2, 3]. Промышленные малые предприятия (ПМП) занимают промежуточное положение между сектором малого бизнеса в целом и собственно промышленным сектором национальной экономики. Первое порождает целый набор специфических проблем, связанных с особым статусом субъектов малого предпринимательства и их характерными особенностями. Второе подразумевает тесную связь ПМП с более крупными производственными структурами, без чего не приходится говорить о стабильном портфеле заказов и устойчивом финансовом положении ПМП. Подобный дуализм порождает необходимость выделения отличительных черт ПМП и сложность решения проблем развития во всех составляющих – управленческой, организационно-технической, технологической и финансово-экономической.

Дополнительные трудности и риски проявляют себя в инновационной сфере деятельности ПМП, которая развивается при участии венчурных инвесторов и подразумевает применение эффективных методов хеджирования рисков. В этом направлении, как отмечают исследователи [4, с.7], наблюдается массовое распространение такой модели, когда инновационные проекты сначала реализуются в малом бизнесе, а при успешном прохождении пилотной стадии затем внедряются на крупном производстве.

При этом отмечается [5, с.66], что в современной промышленности России и отдельных

регионов наблюдается целый ряд проблемных областей, включая негативные и бессистемные структурные изменения, низкие результаты проводимой промышленной политики, слабость нормативно-правового обеспечения, недоступность различных форм поддержки в ряде регионов страны и т.д. Перечисленные «болевые точки» имеют прямое отношение к рассматриваемой тематике, так как сдерживают структурную оптимизацию ПМП.

В то же время, как показывает изучение особенностей промышленных предприятий различных стран, их конкурентоспособность зависит от степени развитости сектора ПМП и проявляется в способности развиваться в соответствии с возможностями и угрозами внешней среды [6, 7 и 8].

Свои требования к инновационной сфере сегодня предъявляет и интенсивно формирующаяся цифровая экономика, стимулирующая распространение технологий четвертой промышленной революции, развитие глобального партнерства, интеграцию на основе формирования экосистем, мультидисциплинарность и конвергенцию всех элементов инновационной среды [9, с.66].

Ряд авторов отмечает существование разнообразных форм интеграции ПМП с крупными предприятиями [10, с.33], выделяя такие особые формы как «интрапренерство», «инкубаторство» и «сателлиты». Под первой формой («интрапренерство») подразумевается организация ПМП на временной основе, когда малый бизнес создается на непродолжительный период и призван выполнить проект, заказчиком которого является компания-учредитель. В свою очередь, «инкубаторство» означает организацию ПМП для реализации определенной цели с оказанием такому предприятию всемерной поддержки на различных этапах его становления. Наконец, к «сателлитам» относят ПМП, созданные как юридически самостоятельные, но экономически связанные с материнской компанией, когда последняя выступает важнейшим заказчиком соответствующих товаров и услуг.

На рис. 1 выделены некоторые характеристики ПМП, отличающие их от обычных субъектов малого предпринимательства и более крупных промышленных предприятий.

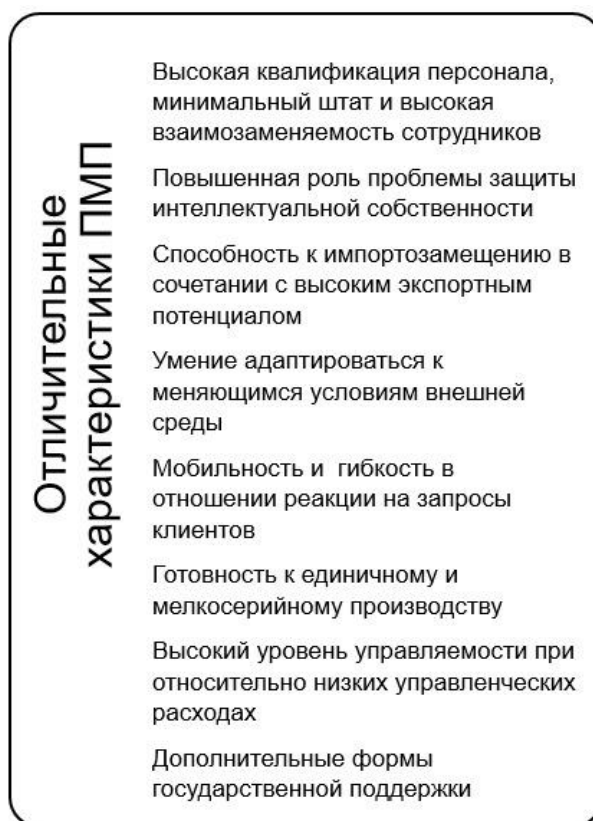


Рис. 1. Отличительные характеристики промышленных малых предприятий  
Fig. 1. Distinctive characteristics of industrial small enterprises

Согласно данным официальной статистики [11, с. 24-32] доля малых предприятий, относящихся к категории «обрабатывающие производства», в общем числе малых предприятий Российской Федерации на сегодня невелика и составляет 8,9%, по показателю выручки от реализации товаров (услуг) - 9,5%, а по средней численности персонала - 14,6%. Приведенные цифры традиционно уступают показателям малого бизнеса в сфере торговли и предоставления услуг – 39,6% и 35,4% соответственно. Тем не менее приведенные данные не умаляют существенной роли ПМП в обеспечении стабильности российской экономики, хотя присущие российскому малому бизнесу проблемы непосредственно касаются и его промышленной составляющей. К числу таких проблем исследователями [12, с.22; 13, 29], прежде всего, относятся такие как:

- недостаточное развитие нормативно-правовой базы на государственном уровне;
- неразвитость инфраструктуры субъектов среднего и малого бизнеса;

- отсутствие требуемого опыта предпринимательской деятельности;
- недостаток собственного капитала и оборотных средств;
- проблемы с получением кредитов;
- высокий уровень конкуренции;
- высокие риски в принципиально новых видах деятельности;
- изменения налоговой системы;
- непредсказуемость и нестабильность макроэкономической среды;
- относительно низкий (в сравнении с крупным бизнесом) уровень социальной защищенности сотрудников.

Наконец, применительно к проблемам промышленных предприятий особенно актуален тезис о том, что для любой системы управления требуется актуальная, достоверная, оперативная и эффективная система информационной поддержки [14, с.44]. В решении указанной проблемы отечественные ПМП испытывают особенно острый дефицит.

## Экономические проблемы организации производства

*Роль промышленных малых предприятий в инновационных процессах.* Отмеченные преимущества ПМП дают им право претендовать на важное место в инновационной деятельности. Мы разделяем мнение исследователей [15, с.37-41], которые значимым вопросом считают определение стадии инновационного процесса, в

котором участвует то или иное ПМП. В то же время мы предлагаем уточнять содержание и название таких стадий: посевная, начальная, стадия начального роста, стадия расширения и стадия устойчивого роста. В табл. 1 собраны воедино и классифицированы особенности этих стадий.

Таблица 1

Содержание стадий инновационной деятельности промышленных малых предприятий  
The content of the stages of innovation activities of industrial small enterprises

Название стадии	Содержание, временные рамки, примеры
Посевная стадия	Начало стадии – возникновение и оформление бизнес-идеи. Основные события стадии: – НИОКР (лабораторные разработки); – маркетинговые исследования; – оформление бизнес-идеи (бизнес-плана создания предприятия); – поиск инвестора и управляющего. Окончание стадии – получение первых инвестиций.
Начальная стадия	Начало стадии – регистрация бизнеса. Основные события стадии: – отработка технологии и меры по защите нематериальных активов; – изготовление опытных образцов продукции; – попытки организации производства и вывода продукта на рынок, в т.ч. приобретение основных средств, набор персонала, заключение договоров с поставщиками и потребителями и т.д. Окончание стадии – первые продажи инновационного продукта.
Стадия раннего роста	Начало стадии – первые продажи инновационного продукта. Основные события стадии: – тестирование продукта на соответствие требованиям рынка и его доработка; – начало серийного производства; – освоение минимальной производственной мощности; – реализация продукции (при отсутствии устойчивой прибыли). Окончание стадии – получение первой прибыли от продаж инновационного продукта.
Стадия расширения	Начало стадии – получение первой прибыли. Основные события стадии: – обеспечение конкурентоспособности инновационного продукта; – закрепление доли на рынке; – выход на максимальную производственную мощность; – минимизация текущих затрат и получение стабильной прибыли; Окончание стадии – выход на стабильную прибыльную работу.
Стадия устойчивого роста	Начало стадии – выход бизнеса на стабильную прибыльную работу. Основные события стадии: – диверсификация деятельности и выход на новые рынки; – необходимость в дополнительных мощностях и инвестициях; – реструктуризация бизнеса; – выбор новых проектов развития бизнеса; – расчеты с инвесторами. Окончание стадии – реорганизация бизнеса.

*Проблема выбора критериев оценки деятельности промышленных малых предприятий.* Для оценки эффективности развития ПМП, ОРГАНИЗАТОР ПРОИЗВОДСТВА. 2019. Т. 27. № 3

учитывая отличительные особенности данной категории субъектов хозяйствования, требуется применять адаптированные критерии. Исследо-

вателями отмечается необходимость применять не один, а несколько подходов, наиболее корректным признавая интегральный подход, основанный на реализации последовательности оценки показателей эффективности по цепочке «критерии эффективности» - «виды эффективности» - «показатели эффективности» [16, с.13], а также подход, основанный на применении оправдавшей себя в российских условиях системы сбалансированных показателей [17] и другие подходы.

Как отмечается некоторыми учеными [18, с.72], в научных трудах и публикациях эффективность деятельности промышленного предприятия обычно анализируется с помощью значительного числа показателей: групп таких показателей насчитывается от 5 до 8 или 10, а в каждой группе выделяется до 20 отдельных критериев и параметров. Применить такой обстоятельный подход к ПМП представляется проблематичным по причинам значительных объемов информации и существенного превышения затрат, связанных с получением такой информации, над эффектом от ее использования. Разделяя критическое отношение к такой скрупулезности и опираясь на собственный опыт

управления экономическими службами промышленных предприятий и бизнес-консультирования специалистов и руководителей малого бизнеса, автор также исходит из того, что в настоящее время актуальной задачей становится не столько выработка новейших методов, но адаптация к особенностям ПМП тех методик оценки их деятельности, которые разработаны, но пока недостаточно приспособлены к современным практическим условиям. К такому выводу приводит наблюдаемый разрыв между теоретическими изысканиями в данной области экономической науки и практикой предпринимательской деятельности. Преодоление такого разрыва следует признать одной из наиболее актуальных задач.

Для решения данной задачи было проведено исследование, имевшее своей целью более глубокое осмысление проблем развития создаваемого бизнеса, оценки экономической ситуации на своем предприятии и обоснование бизнес-проектов различных направлений, включая сектор ПМП.

Краткое содержание изученных вопросов представлено в табл. 2.

Таблица 2

Вопросы развития промышленных малых предприятий и инструменты для их решения  
Issues of development of industrial small enterprises and tools for their solution

Вопросы развития бизнеса	Предлагаемые решения и инструменты
Оценка финансового положения ПМП при подготовке к получению кредита коммерческого банка	Приемы финансового анализа, которые используются в банковской сфере при оценке кредитоспособности потенциального заемщика
Оценка инвестиционных проектов развития ПМП и эффективная подготовка к переговорам с инвестором	Методы инвестиционного анализа и презентации проекта на переговорах с деловыми партнерами, стратегическими и венчурными инвесторами
Прогнозирование развития бизнеса по наиболее значимым технико-экономическим показателям ПМП	Методы прогнозирования и рекомендации по созданию бизнес-планов на базе готовых шаблонов текстовой и финансовой части
Управление корпоративной стоимостью ПМП с учетом принимаемых управленческих решений	Рекомендации по проведению предварительной оценки своего бизнеса с выявлением главных ценообразующих факторов
Использование для ПМП систем управленческого учета и бюджетирования	Набор инструментов управленческого учета и бюджетирования для принятия эффективных управленческих решений
Применение для управления ПМП современных информационно-коммуникационных технологий	Практические рекомендации по применению базового и специализированного программного обеспечения

Исследование имело своей целью разработку материалов, которые бы на популярном уровне охватывали наиболее значимые вопросы управления и экономики малого бизнеса. В укрупненном виде эти материалы распределены по следующим модулям:

- инструменты финансового анализа;
- инструменты инвестиционного анализа;
- приемы прогнозирования развития бизнеса на основе оценки изменения его стоимости;
- инструменты управленческого учета и бюджетирования;
- применение информационно-коммуникационных технологий.

Ниже в предложенной последовательности рассмотрим каждый модуль в отдельности.

*Инструменты финансового анализа.* Имея в виду вспомогательную роль традиционных инструментов финансового анализа, в роли наиболее существенных его параметров мы предлагаем ограничиться коэффициентами, отражающими деловую активность, финансовую устойчивость, прибыльность (рентабельность) и ликвидность. При этом акцент смещается к нахождению обоснованного баланса между критериями доходности и ликвидности, ибо эти критерии остаются параметрами одновременно и диалектического единства, и непримиримого конфликта.

Доходность своим очевидным преимуществом имеет предпочтение к управленческим решениям с высоким уровнем риска, но сопровождающимся стремлением к увеличению прибыли как важнейшего показателя предпринимательской деятельности, что априори означает рост конкурентных преимуществ ПМП. Вместе с тем в условиях экономической нестабильности такой приоритет приводит к росту потери платежеспособности и даже вероятной несостоятельности субъекта хозяйствования. Увлечение доходностью влечет за собой снижение внимания к текущей платежеспособности предприятия, а значит, создает проблемы с дисциплиной исполнения договорных обязательств. С другой стороны, текущая ликвидность, хотя и является универсальным критерием, актуальным для внешних контрагентов предприятия в лице нынешних и потенциальных инвесторов, коммерческих банков, поставщиков и подрядчиков, но не исключает, что увлечение ею подвергает сомнению наиболее перспективные, но зачастую

особо рискованные инвестиционные проекты ПМП.

Исходя из сказанного, при оценке управленческих решений мы предлагаем учитывать и те, и другие параметры (доходности и ликвидности) с равноценными весовыми коэффициентами значимости. В предлагаемых методах оценки уровня развития ПМП это проявилось в том, что учебно-практические примеры на расчет оценочных показателей сопровождаются подробно разработанным алгоритмом и рекомендациями, согласно которым показателям доходности и ликвидности отводится сопоставимый между собой вес.

Отметим также, что важным выводом, вытекающим из эмпирического наблюдения рекомендуемых нормативных значений показателей ликвидности и доходности ПМП, стало их несоответствие реальным показателям успешно работающих предприятий. Уже потому эти нормы нуждаются в коренном пересмотре. Данный тезис требует отдельного исследования с применением репрезентативной фактологической информации о показателях финансовой отчетности различных ПМП, что может быть сделано на следующем этапе исследований.

*Инструменты инвестиционного анализа.* Принимая во внимание особую значимость исследования не прошлого развития бизнеса (как в случае финансового анализа), а его перспектив, мы придерживаемся мнения о приоритетной роли инвестиционного анализа как комплекса приемов оценки целесообразности инвестиций в конкретные проекты развития бизнеса. При этом инвестиционный анализ ПМП рекомендуется выполнять путем сопоставления результатов деятельности предприятия в двух вариантах: без проекта и в случае его реализации. В последнем случае инвестиционный анализ объекта исследования должен позволять изучать то, что произойдет с бизнесом после освоения инвестиций и каким образом будут выполнены требования инвестора. Для этого необходимо, во-первых, рассчитать потребность в объеме инвестирования; во-вторых, определить условия для осуществления проекта; в-третьих, выбрать оптимальные способы его реализации; в-четвертых, выявить и исследовать факторы, влияющие на результаты проекта; в-пятых, оценить параметры инвестиционных рисков. В итоге станет возможным не просто рассчитать

традиционные показатели, но и подготовить развернутые и конкретизированные рекомендации по управлению инвестиционным проектом.

На разных стадиях существования ПМП инвесторами выступают и сами предприниматели, которые вкладывают в становление и развитие бизнеса собственные средства. Отсюда вытекает вывод, что в этом случае методы инвестиционного анализа обязаны отразить, в какой степени выполнено главное требование: компенсировано

ли вложение инвестиций тем приростом корпоративной стоимости, который превышает стоимость отказа от иных направлений его использования.

В процессе бизнес-консультирования представителей ПМП по проблемам инвестиционного анализа выявилось, что в данном случае этот инструмент необходим в ситуациях, которые охарактеризованы в табл. 3.

Таблица 3

Разновидности применения инвестиционного анализа  
Variety of Investment Analysis Applications

Разновидность анализа	Пояснения по содержанию
Инвестиционный анализ для обоснования бизнес-идеи	Информация для объективной оценки собственной бизнес-идеи с анализом плюсов и минусов проекта, предварительным распределением необходимых ресурсов и расчетом наиболее важных оценочных показателей
Инвестиционный анализ для дальнейшего развития бизнеса с использованием собственного финансирования	Разработка бюджета проекта и пояснений к нему для внутреннего использования, что является обязательным условием для автономизации ресурсов для реализации проекта и эффективного планирования, организации и контроля
Инвестиционный анализ для развития бизнеса с ориентацией на внешнее финансирование	Проект готовится по стандартной методике, предложенной или признаваемой внешним инвестором (например, методике UNIDO) с целью лаконичного и убедительного изложения требуемых данных и обоснования коммерческих показателей

Отдельные инструменты инвестиционного анализа, применяемые для оценки деятельности ПМП, по каждому варианту предлагается применять в следующей очередности:

- четкая формулировка целей анализа;
- расчет требуемого объема инвестиций и обоснование выбора форм финансирования;
- расчет показателей оценки инвестиций;
- разработка практических рекомендаций по управлению инвестиционными рисками.

Применительно к третьему пункту из приведенного списка отметим, что согласно результатам опросов в предпринимательской среде, выяснилось, что в предпочтениях к формам финансирования существует определенная очередность, которая в целом отражает стремление предпринимателей к сохранению своей экономической независимости:

- финансирование за счет прибыли и перераспределения собственного капитала,

- субсидии из государственного бюджета по программам поддержки малого бизнеса,
- финансирование за счет грантов и средств спонсоров,
- финансовые кредиты коммерческих банков,
- лизинговый кредит,
- инвестиционный кредит,
- финансирование от бизнес-ангелов и венчурных инвесторов,
- финансирование от стратегических инвесторов.

Общая последовательность предпочтительных источников финансирования деятельности ПМП, помимо их стремления к экономической независимости, продиктована также существующими административными барьерами, а также наличием или отсутствием у них надежного залогового обеспечения. Без последнего не приходится рассчитывать на различные виды кредитной поддержки.

Наконец, сложился и закреплён практикой определенный перечень признанных международной практикой показателей инвестиционного анализа: нормы рентабельности и срока окупаемости (учитывающие и не учитывающие дисконтирование), приведенная стоимость проекта и т.д.

В качестве методических рекомендаций был разобран учебно-практический пример, в котором задействован описанный выше подход к оценке инвестиционных проектов развития бизнеса.

*Приемы прогнозирования развития бизнеса на основе оценки изменения его стоимости.* Отработанная автором на примере многих бизнес-проектов методика разработки бизнес-плана пригодна для анализа проектов развития ПМП с учетом уточнений, отраженных в нижеприведенном списке разделов бизнес-плана:

1. Резюме проекта: краткое описание сущности бизнес-проекта и перечень его результирующих финансово-экономических показателей;

2. Идея проекта: сжатое изложение бизнес-идеи проекта с акцентом на его отличительные особенности, преимущества и возможные риски;

3. Маркетинговый план: описание потребительских характеристик выпускаемой продукции, анализ рынка спроса и предложения (конкуренции), программы маркетинга и обоснование прогноза продаж;

4. Необходимые ресурсы: капитальные и текущие затраты всех видов, с разбивкой по периодам и видам расходов;

5. Организационно-правовое обеспечение проекта: юридический статус предприятия, характеристика организационной и производственной структуры управления;

6. Финансовый раздел: финансовый бюджет проекта, его обоснование и комментарии к полученным результатам;

7. Риски проекта: перечень и анализ всех видов проектных рисков, сценарный анализ, анализ чувствительности, меры по минимизации рисков.

Опыт показал, что подобная последовательность изложения вопросов приемлема не только для вновь создаваемых предприятий, но и для проектов развития существующего бизнеса. В данном контексте под термином «проект» можно рассматривать варианты создания нового

направления деятельности, освоения нового технологического оборудования, внедрения технологических инноваций и в более широком смысле – любой инвестиционный проект реорганизации ПМП, поскольку без всестороннего анализа всех составляющих – от маркетинговых до финансовых аспектов – говорить о полном охвате анализируемых проблем нельзя.

Во всяком случае, для любого проекта развития бизнеса в качестве важнейшего критерия принятия решения предлагается использовать уровень изменения корпоративной стоимости. Для корректного применения указанного критерия менеджеры ПМП должны владеть методикой оценки бизнеса и пониманием того, какие факторы и в какой степени влияют на рыночную стоимость предприятия, ибо увеличение этого показателя свидетельствует о правильности принимаемых управленческих решений, а уменьшение – о том, что экономическое положение бизнеса ухудшается.

Для того, чтобы руководители и специалисты ПМП были способны самостоятельно, без привлечения сторонних бизнес-консультантов, справиться с задачей предварительного определения стоимости своего предприятия, нами разработаны краткие рекомендации по проведению таких технико-экономических расчетов, основанных на данных финансовой и оперативной отчетности. В перечень расчетных таблиц созданной модели при этом вошли 8 таблиц:

1. Данные по оцениваемой компании: данные по объему реализации, себестоимости продукции, амортизации основных средств, процентам за кредит, налогам и чистой прибыли из финансовых отчетов за последние годы, а также из бизнес-планов на ближайшие годы.

2. Данные по компаниям-аналогам: данные по рыночной стоимости компаний-аналогов и их важнейшим показателям – объему реализации, себестоимости продукции, амортизации основных средств, процентам за кредит, налогам, величине собственного капитала и балансовой стоимости активов, экспертные оценки достоверности исходных данных.

3. Прочие исходные данные: данные о доходности бизнеса оцениваемой компании, среднерыночной доходности по отрасли, базовой ставке дисконтирования, прогнозу индекса инфляции, скидкам (премиям) для оценки долевого участия, доле оцениваемого пакета акций, орга-

низационно-правовой форме оцениваемого предприятия.

4. Данные бухгалтерского балансового отчета оцениваемой компании на дату оценки: данные агрегированного балансового отчета по различным видам активов.

5. Форма для проведения экспертного опроса по факторам риска оцениваемой компании: основные факторы риска (факторы финансового рынка, отраслевые факторы и факторы общеэкономического роста) и норматив уровня риска по видам «низкий риск», «средний риск» и «высокий риск», снабженные результатами опроса экспертов.

6. Форма для оценки уровня компетенции экспертов: балльные оценки компетенции экспертов по таким различным показателям, как проведенные исследования, участие эксперта в проведении оценки, наличие практического опыта в этой области, самооценка уровня интуиции и оценка уровня квалификации эксперта его руководителем.

7. Мнения экспертов о значимости параметров сравнения методов оценки бизнеса: экспертные оценки (в %) значимости параметров сравнения методов оценки бизнеса: учет влияния рыночной ситуации; учет особенностей объекта оценки; учет достоверности исходных данных; отсутствие грубых допущений; адекватность (соответствие рыночной стоимости); наличие учета рисков; степень общего доверия к подходу.

8. Форма для экспертных оценок значимости различных методов оценки бизнеса с точки зрения различных параметров сравнения.

Все перечисленные таблицы модели предназначены для внесения исходных данных и, благодаря реализации в электронных таблицах, позволяют производить варианты расчетов. К описанной методике оценки стоимости бизнеса прилагается подробно разобранный сквозной пример ее применения на условных цифрах. Разработанная модель позволяет не только рассчитать примерную стоимость бизнеса на определенную дату, но и оценить примерный эффект от тех инвестиционных предложений и проектов развития ПМП, которые предлагаются к реализации на очередной период. Это создает предпосылки для того, чтобы применять модель для принятия решений в сложных и трудноформализуемых ситуациях деловой практики.

*Применение информационно-коммуникационных технологий для управленческого учета и бюджетирования.* Предлагаемые инструменты управленческого учета и бюджетирования рассматривались и анализировались автором в других его публикациях [19 и др.], а сделанные в них выводы и рекомендации могут быть применены для ПМП. Здесь рассмотрим проблемы, связанные с развитием в этой области информационных технологий. В этой связи следует назвать, по крайней мере, три важнейших барьера, которые в условиях цифровизации экономики препятствуют более эффективному развитию информационных систем управленческого учета:

1. Потоки управленческой информации нередко дублируют и противоречат тем процедурам автоматизированной обработки оперативной информации, которые применяются для иных целей;

2. Существующие бюрократические барьеры в ПМП гораздо ниже, чем в случае крупного бизнеса, но все равно приводят к необходимости соблюдения формальностей и согласований;

3. Трудности с автоматизацией управленческих расчетов упираются в недостаточную квалификацию и мотивацию сотрудников, для которых эта работа становится дополнительной нагрузкой и не приносит ощутимого и немедленного результата.

Для того, чтобы преодолеть перечисленные барьеры, мы предлагаем разделить решение вопроса на следующие 4 модуля:

во-первых, уточнить потребности в управленческой информации с точки зрения не только ее состава, но и требований к точности и периодичности сбора и обработки;

во-вторых, четко определить источники данных, включая формы входной информации и лиц, ответственных за их заполнение;

в-третьих, установить предельно ясный и выполнимый регламент обработки данных, включая этапы анализа информации, формы представления результатов анализа и порядок принятия вытекающих из него управленческих решений;

в-четвертых, выбрать такие формы хранения и применения данных, которые учитывают имеющиеся технические средства, а также опираются на приемлемое и доступное программное обеспечение.



Первый модуль подразумевает разделение управленческой информации на оперативную (для краткосрочных решений в области управления производством) и стратегическую (для долгосрочных решений в той же области). Второй модуль исходит из корректного определения действительной ценности разновидностей управленческой информации и должен давать исчерпывающий ответ на то, как те или иные данные используются в бизнес-процессах. Третий модуль должен ориентировать на такие формы подачи управленческой информации, которые удобны и понятны персоналу и не запутывают ситуацию, а проясняют ее. И, наконец, четвертый модуль может быть реализован только при условии освоения современного формата информационно-коммуникационных технологий, становящихся неотъемлемым атрибутом активно формирующейся цифровой экономики.

Учитывая сокращенный объем статьи, ограничимся тем, что сформулируем рекомендации по выбору того, что касается последнего из перечисленных групп вопросов, а именно обоснованного выбора формы стандартного программного обеспечения (СПО), специализирующегося на задачах управленческого учета и бюджетирования. Подобные рекомендации следует признать актуальными и по той причине, что специфика ПМП в настоящее время далеко не всегда учитывается разработчиками СПО, когда они активно предлагают те или иные готовые программные решения.

Для критической оценки каждого варианта СПО мы рекомендуем проводить экспертизу и составлять детальное техническое задание на его разработку (доработку). Экспертиза должна отражать обязательный перечень принципиальных вопросов, (стоимостные и временные затраты, надежность и качество, послепродажный сервис), а также исходить из ознакомления не только с демонстрационными версиями программы, но с мнениями пользователей.

Мы полагаем, что спешка во внедрении пер-вых попавшихся вариантов СПО на практике очень часто приводит к тому, что нарушаются причинно-следственные связи: СПО выбирается не с учетом особенностей конкретного ПМП, а в угоду сиюминутным соображениям престижа и реакции на хорошо проведенную презентацию разработчиков СПО. Избежать такой распространенной ошибки способно помочь тщательно

составленное техническое задание, в котором с предельно возможной детализацией отражаются действительные, а не привнесенные требования конечного пользователя системы управления. Противоречие содержанию технического задания должно подразумевать либо отказ от предлагаемого варианта СПО, либо готовность его разработчика выполнить необходимую доработку.

### Заключение

Итогами исследования стало решение следующих сформулированных в начале статьи задач:

1. Упорядочены отличительные свойства и характеристики промышленных малых предприятий, отличающие их от типичных субъектов малого предпринимательства и более крупных промышленных предприятий;

2. Исследована проблема отбора критериев оценки хозяйственной деятельности ПМП, выявлено, что в числе таких критериев обязательными составляющими являются показатели, отражающие инновационную составляющую и учитывающие особенности различных стадий освоения нововведений;

3. Разработаны практические рекомендации по применению для указанных целей инструментов финансового и инвестиционного анализа, приемов прогнозирования, методов управления корпоративной стоимостью, управленческого учета и информационно-коммуникационных технологий;

4. Результаты исследования были использованы и опубликованы в серии брошюр по заказу Комитета по труду и занятости населения Санкт-Петербурга. Издание и распространение подобных учебно-методических материалов (ежегодный тираж до 4 тысяч экземпляров) позволили передавать необходимые аналитические навыки максимально возможному числу субъектов малого бизнеса.

На следующей стадии исследования в центре внимания будет отработка предложенных подходов на конкретных предприятиях малого бизнеса, имеющих производственное направление.

### Библиографический список

1. Государственные программы поддержки малого и среднего предпринимательства (на

федеральном портале малого и среднего предпринимательства Министерства экономического развития Российской Федерации). URL: <http://smb.gov.ru/> (дата обращения: 20.04.2019)

2. Muske G. Woods M. Micro Businesses as an Economic Development Tool // Journal of the Community Development, 2004. 97-116р.

3. Johnston J., DiNardo J. Econometric Methods // The McGraw-Hill Companies, Inc., 1997. 240 р.

4. Горлов А.В. Малый производственный бизнес: основные закономерности и факторы развития // Препринт # WP/2014/308. М.: ЦЭМИ РАН, 2014 - 58 с.

5. Палаш С.В. Анализ структурной динамики обрабатывающей промышленности на национальном и региональном уровнях // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. 2018. Т. 11, № 1. С. 64-76.

6. Index of Economic Freedom: 1995–2015. The Heritage Foundation – 2015. – URL: <http://www.heritage.org/index/> (дата обращения: 21.04.2019)

7. Teece, D.J. A dynamic capabilities-based entrepreneurial theory of the multinational enterprise / D.J. Teece // Journal of International Business Studies. – 2014. – V. 45(1). – P. 8–37.

8. McIntyre R. The Role of Small and Medium Enterprises in Transition: Growth and Entrepreneurship. - Helsinki: UNU World Institute for Development Economics Research, 2001. 69р.

9. Свиридова С.В., Шкарупета Е.В., С.Ю. Арчакова С.Ю. Механизм управления инновационной средой предприятия в условиях цифровой экономики. // Организатор производства. - 2019. № 1. С.63-71

10. Овчинникова А.В. Малые предприятия промышленности в современной экономике России: монография. Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2013. – 212 с.

11. Малое и среднее предпринимательство в России. 2017: Статистический сборник / Росстат. - М., 2017 - 78 с.

12. Кучерявенко С.А. Особенности функционирования и устойчивого развития предприятий малого и среднего бизнеса в России: монография. Белгород: ИД «Белгород» НИУ «БелГУ», 2016. 84 с.

13. Гнатюк А.Н. Адаптационные стратегии малого бизнеса в современной России. – Ростов н/Д.: Фонд науки и образования, 2017. 150 с.

14. Сулоева С.Б., Абушова Е.Е., Бурова Е.В. Стратегический управленческий учет в системе управления проектами на промышленных предприятиях. // Организатор производства. - 2019. № 1. С.43-54

15. Алехин С.П., Савин М.В., Степанов А.А., Степанов И.А., Бутузова Л.Л. Актуальные проблемы и перспективы развития малых промышленных предприятий в инновационной экономике. – М.: ООО «Издательский дом Центроросоюза», 2010. 88 с.

16. Шарудина З.А. Функциональные формы и методические основы мониторинга эффективности развития малых промышленных предприятий. – Краснодар: Экоинвест, 2007. 158 с.

17. Kaplan R.S., Norton D.P. Alignment: Using the Balanced Scorecard to Create Corporate Synergies. – Harvard: Harvard Business School Press, 2006. P. 15-18.

18. Сыщикова Е.Н. Комплексный подход к оценке эффективности работы промышленного предприятия. // Организатор производства. 2016. № 3. С.71-82

19. Степанчук А.А. Актуальные проблемы развития бюджетирования в малом бизнесе// Организатор производства. - 2016. № 3. С.71-82

Поступила в редакцию – 10 июня 2019 г.

Принята в печать – 30 сентября 2019 г.

### Bibliography

1. The state programs of support for small and medium-sized business (on the federal webportal of small and medium-sized business of the Ministry of Economic Development of the Russian Federation). URL: <http://smb.gov.ru/> (date of address: 20.04.2019)

2. Muske G. Woods M. Micro Businesses as an Economic Development Tool // The Journal of the Community Development, 2004. PP. 97-116.

3. Johnston J., DiNardo J. *Econometric Methods* // The McGraw-Hill Companies, Inc., 1997. 240 p.
4. Gorlov A.V. *Small industrial business: main trends and factors of development* // Preprint # WP/2014/308. – Moscow: Central Economic Mathematical Institute, 2014 - 58 p.
5. Palash S.V. *The analysis of structural dynamics of the manufacturing industry at national and regional levels* // Scientific-technical proceedings of St.-Petersburg State Pedagogical University. *Economic Science*. 2018. V.11, № 1. PP. 64-76.
6. *Index of Economic Freedom: 1995–2015*. The Heritage Foundation – 2015. – URL: <http://www.heritage.org/index/> (date of address: 21.04.2019)
7. Teece, D.J. *A dynamic capabilities-based entrepreneurial theory of the multinational enterprise* / D.J. Teece // *The Journal of International Business Studies*. – 2014. – V.45(1). – PP. 8–37.
8. McIntyre R. *The Role of Small and Medium Enterprises in Transition: Growth and Entrepreneurship*. - Helsinki: UNU World Institute for Development Economics Research, 2001. 69 p.
9. Sviridova S.V., Shkarupeta E.V., Archakova S.Y. *The mechanism of innovative enterprise environment management in conditions of the digital economy* // *Organizator proizvodstva*. - 2019. № 1. PP.63-71
10. Ovchinnikova A.V. *Small industrial enterprises in modern economy of Russia: a monograph*. Izhevsk: The Publishing House «Udmurtsky Universitet», 2013. – 212 p.
11. *Small and medium-sized business in Russia. 2017: A databook* / Rosstat. - M., 2017 - 78 p.
12. Kucheryavenko S.A. *The features of operation and sustainable development of small and medium-sized business enterprises in Russia: a monograph*. – Belgorod: The Publishing House «Belgorod». The National Research University «Belgorod State University», 2016 – 84 p.
13. Gnatyuk A.N. *Adaptation strategies of small business in modern Russia*. – Rostov-on-Don: The Fund of Science and Education, 2017. – 150 p.
14. Suloeva S.B., Abushova E.E., Burova E.V. *Strategic management accounting in the system of project management at industrial enterprises* // *Organizator proizvodstva*. - 2019. № 1. PP.43-54
15. Alekhin S.P., Savin M.V., Stepanov A.A., Stepanov I.A., Butuzova L.L. *The current problems and perspectives of the development of small industrial enterprises in the innovative economy*. – Moscow: LLC «The Publishing House of the Centrosoyuz», 2010. – 88 p.
16. Sharudina Z.A. *The functional forms and methodological fundamentals of monitoring the efficiency of the development of small industrial enterprises*. – Krasnodar: Ekoinvest, 2007. – 158 p.
17. Kaplan R.S., Norton D.P. *Alignment: Using the Balanced Scorecard to Create Corporate Synergies*. – Harvard: Harvard Business School Press, 2006. –P. 15-18.
18. Syschikova E.N. *An integrated approach to evaluating the work efficiency of an industrial enterprise* // *Organizator Proizvodstva*. - 2016. № 3. PP.71-82
19. Stepanchuk A.A. *The current problems of budgeting development in small business* // *Organizator Proizvodstva*. - 2016. № 3. PP.71-82

Received – 10 June 2019.

Accepted for publication – 30 September 2019.

# КАЧЕСТВО И КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ ПРОДУКЦИИ

DOI: 10.25987/VSTU.2019.42.50.008

УДК 658.513.3

## КОНЦЕПЦИЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ В УСЛОВИЯХ ЖЕСТКОЙ РЫНОЧНОЙ КОНКУРЕНЦИИ

**Г.И. Коновалова**

*Брянский государственный технический университет*

*Россия, 241035, Брянск, Харьковская ул., 10-Б*

**Введение.** Управление многономенклатурным машиностроительным предприятием с динамичным разнотипным производством требует создания универсального механизма управления, обеспечивающего максимальное согласование целей и показателей деятельности его структурных подразделений, производственных процессов, потребностей производства в ресурсах, оперативного управления производственными запасами и затратами. Разработка такого механизма необходима, так как позволяет формировать конкурентоспособность машиностроительным предприятиям в условиях динамично изменяющейся внешней и внутренней среды и жесткой рыночной конкуренции.

**Данные и методы.** Предлагаемая концепция создания универсального механизма управления основана на моделировании динамичного разнотипного многономенклатурного машиностроительного производства с применением системного, процессного и ситуационного подходов. В качестве основных инструментов моделирования производства выступают динамичные планы-графики выпуска изделий и деталей, построенные на долгосрочный период по уровням иерархии управления и связывающие различные виды деятельности на предприятии.

**Полученные результаты.** Разработаны теоретико-методологические основы формирования механизма управления динамичным разнотипным многономенклатурным производством как элемента повышения эффективности операционной деятельности машиностроительных предприятий.

**Заключение.** Предлагаемая концепция позволяет повысить качество оперативного управления динамичным разнотипным многономенклатурным производством, что является важным фактором повышения конкурентоспособности машиностроительного предприятия в условиях жесткой рыночной конкуренции.

**Ключевые слова:** концепция, конкурентоспособность предприятия, машиностроительное предприятие, оперативное управление производством, управление затратами, управление запасами, рыночная конкуренция.

### Для цитирования:

Коновалова Г.И. Концепция формирования конкурентоспособности машиностроительного предприятия в условиях жесткой рыночной конкуренции // Организатор производства. 2019. Т.27. №3. С. 92-101 DOI: 10.25987/VSTU.2019.42.50.008

## THE CONCEPT OF BUILDING THE COMPETITIVENESS OF A MACHINE- CONSTRUCTION ENTERPRISE IN THE CONDITIONS OF RIGID MARKET COMPETITION

### Сведения об авторах:

**Галина Ильинична Коновалова** (канд. экон. наук, доцент, eopuk@mail.ru) профессор кафедры экономики, организации производства, управления

### On authors:

**Galina I. Konovalova** (Cand. Sci. (Ekonomy), Assistant Professor, eopuk@mail.ru) Professor, Department of Economics, organization of production, management

**G.I. Konovalova**

*Bryansk State Technical University*

*Russia, 241035, Bryansk, Kharkovskaya St., 10-B*

**Introduction.** *The management of a multiproduct machine-construction enterprise with dynamic diverse production requires the creation of a universal control mechanism, providing maximum alignment of goals and performance indicators of its structural divisions, industrial processes, the production needs for resources and timely management of production supplies and costs. The development of such a mechanism is essential, since it helps to build the competitiveness of a machine-construction enterprise in the conditions of a dynamically changing external and internal environment and rigid market competition.*

**Data and methods.** *The proposed concept of creating a universal control mechanism is based on modeling the dynamic diverse multiproduct machine-building production with the use of systemic, process and situational approaches. The long-term dynamic schedules of products- and parts' manufacture, plotted for management hierarchy levels and linking various enterprise activities, are presented as basic modeling tools.*

**Results obtained.** *We have developed the theoretical and methodological fundamentals of building a mechanism for dynamic diverse multiproduct production control as an element of raising the efficiency of operation activity of machine-construction enterprises.*

**Conclusion.** *The proposed concept makes it possible to improve the quality of timely control of dynamic diverse multiproduct production, which is an essential factor of raising the competitiveness of a machine-construction enterprise in the conditions of rigid market competition.*

**Key words:** *concept, competitiveness of an enterprise, machine-construction enterprise, timely production management, cost management, stock management, market competition*

### **For quoting:**

Konovalova G.I. The concept of building the competitiveness of a machine-construction enterprise in the conditions of rigid market competition // *Organizator proizvodstva*. 2019. V.27. №3. 92-101 DOI: 10.25987/VSTU.2019.42.50.008

### **Введение**

Создание структурно сбалансированной, развитой и конкурентоспособной промышленности является одним из важнейших направлений развития экономики России в настоящее время. Машиностроение является основанием для всей промышленности страны, так как обеспечивает орудиями труда (машинами, оборудованием, станками, агрегатами, запасными частями, узлами, деталями, приборами, робототехникой, инструментами и т.п.) различные отрасли промышленности. Большое значение и ведущую роль машиностроения в современных условиях можно объяснить следующими факторами. Во-первых, машиностроительный комплекс является двигателем научно-технического прогресса, обеспечивающего техническое перевооружение всех отраслей народного хозяйства страны. Во-вторых, главное экономическое значение машиностроительной продукции состоит в насыщении

ными производственными фондами современного технического уровня для значительного повышения производительности труда, обеспечения национальной экономической безопасности и обороноспособности государства. В-третьих, машиностроительные предприятия создают высокую добавленную стоимость, и потому они в наибольшей степени влияют на валовой внутренний продукт России.

Стратегия развития предприятий машиностроительного комплекса, включающая разработку продукции, отвечающей современным требованиям; обновление основных фондов предприятия для улучшения качественного состава их; внедрение современных технологий в процесс производства; автоматизацию производственных процессов; интеллектуализацию производственных систем; совершенствование организации труда и производства; усиление инвестиционной деятельности; активизацию инновационной деятельности; увеличение коли-

чества специализированных производств; значительное повышение уровня кооперации производства; повышение эффективности операционной деятельности на предприятиях машиностроительного комплекса, сформулирована государственной программой «Развитие промышленности и повышение её конкурентоспособности», утвержденной постановлением Правительства Российской Федерации от 15 апреля 2014 года №328. Концепция «цифровое производство» предполагает, что интеллектуализация производственных систем на основе современных информационных технологий станет одним из основных факторов повышения конкурентоспособности российских промышленных предприятий [1].

Однозначного определения понятия «конкурентоспособность предприятия» сегодня нет. В большинстве научных трудов это понятие, чаще всего, сводится к способности машиностроительного предприятия производить конкурентоспособную продукцию [2;3]. Другой подход дан в работе [4], где конкурентоспособность машиностроительного предприятия определяется, с одной стороны, как некоторая совокупность основных характеристик, определяющих уровень использования научного, технического, организационного и кадрового потенциала самого предприятия, с другой стороны, совокупность достаточно большого множества внешних факторов, позволяющих предприятию разрабатывать и изготавливать продукцию, имеющую более низкую цену и высокое качество по сравнению с конкурентами.

В бюллетени Министерства экономического развития РФ «О текущей ситуации в экономике Российской Федерации» определено, что повышение конкурентоспособности машиностроительных предприятий в современных экономических условиях является актуальной проблемой [5]. Сегодня для достижения эффективных результатов работы предприятиям необходимо приспосабливаться к постоянно изменяющимся внешним и внутренним условиям, которые требуют разработки инновационной концепции формирования их конкурентоспособности.

Под конкурентоспособностью предприятия автор понимает способность его достигать поставленных целей, создавать потенциал дальнейшего роста, получать экономические

выгоды относительно конкурентов. Базисом создания конкурентоспособности предприятия являются его конкурентные преимущества, которые в зависимости от области формирования можно классифицировать как структурные, технические, рыночные, производственные и ресурсные. В совокупности перечисленные конкурентные преимущества создают ключевые факторы успеха предприятия – высокое качество продукции, низкие затраты, соблюдение сроков выполнения заказов потребителей, инновации. Для достижения наилучших результатов предприятию необходимо непрерывно повышать эффективность своей операционной деятельности. Основным инструментом решения этой актуальной проблемы для машиностроительных предприятий является система оперативного управления производством, адекватная производственной системе, сформировавшейся в рыночных условиях.

### Методология исследования

Переход к цифровой экономике и инновационному развитию машиностроительных предприятий требует создания механизма управления производством, учитывающего принципиальные изменения в производственных процессах, происходящие на основе цифровых технологий и глубокой информатизации.

Сегодня машиностроительным предприятиям свойственно:

- 1) динамично изменяющийся спрос на продукцию и высокая динамика производства;
- 2) сочетание различных типов производства;
- 3) короткий жизненный цикл изделий;
- 4) нехватка оборотных средств;
- 5) рост производственных затрат;
- 6) широкий диапазон изменения длительности производственного цикла изделий;
- 7) большая доля унифицированных, нормализованных и стандартизованных деталей;
- 8) наличие дискретных и непрерывных процессов;
- 9) тесная связь оперативного управления производством с другими функциональными подсистемами управления предприятием.

Автор провел исследование имеющихся в теории и применяемых на машиностроительных предприятиях систем оперативного управления производством (зарубежных и отечественных). Данное исследование показало несоответствие существующих концепций систем оперативного

управления производством условиям динамично меняющейся внешней и внутренней среды, которые вызывают необходимость ускоренного реагирования на происшедшие изменения и дифференциацию спроса, а также совмещению на большинстве машиностроительных предприятий различных типов производства [6;7]. Существующие системы оперативного управления производством разработаны для отдельных типов производства и в полной мере не учитывают динамику спроса на продукцию и динамику производства. Поэтому на большинстве предприятий машиностроения наблюдается несоответствие принимаемых управленческих решений необходимому движению и состоянию производственного процесса, а также запланированным показателям деятельности предприятия. В результате предприятия не исполняют сроки выполнения заказов, вкладывают большие средства в производственные запасы, имеют высокие производственные затраты, низкий уровень производительности труда и длительный производственный цикл изготовления изделий.

В связи с изменением условий функционирования машиностроительным предприятиям требуется универсальная система оперативного управления производством. Основными свойствами универсальной системы должны быть гибкость к динамике номенклатуры и объемов выпуска изделий; отказ от укрупненных и условных планово-учетных единиц; переход к поддетальной системе; высокая точность оперативных плановых заданий; согласованность целей и показателей на разные плановые периоды для различных структурных подразделений; разработка производственных программ и оперативных плановых заданий, ведение оперативно-производственного учета, осуществление ежедневного контроля, проведение оперативного анализа и регулирование изготовления изделий крупными, средними и мелкими партиями, а также в единичном количестве на единой методологической основе – единым моделям и алгоритмам [8; 9;10].

Методология построения универсальной системы оперативного управления, учитывающая динамику спроса на выпускаемые изделия, динамику производства и сочетание различных типов производства, разработана автором настоящего исследования [11]. Элементы универсальной системы оперативного управле-

ния динамичным разнотипным производством разделены на ядро, планово-учетные единицы и календарно-плановые нормативы. Ключевыми элементами, составляющими ядро универсальной системы, являются планы-графики, предназначенные для отображения динамики выпуска изделий и динамики производства на заводском, цеховом и внутрицеховом уровнях управления, и очереди выполнения технологических операций.

На заводском уровне управления формируются планы-графики выпуска изделий, предназначенные для задания единого темпа производства на предприятии. На цеховом уровне управления составляются планы-графики выпуска деталей, предназначенные для управления обеспечения цехов-потребителей. На внутрицеховом уровне управления строятся планы-графики выпуска деталей, предназначенные для оперативного планирования и учета операций технологического процесса.

При изменении спроса на продукцию, совершенствовании конструкции и технологии изготовления изделий, совершенствовании организационной структуры управления и производственной структуры предприятия планы-графики на всех уровнях управления оперативно пересчитываются для определения новых значений параметров производства. Это придает системе оперативного управления производством свойство адекватности управляемой производственной системе и позволяет в полной мере реализовать принципы гибкости, точности в оперативном управлении машиностроительным производством.

Очередь выполнения технологических операций как элемент универсальной системы оперативного управления производством предназначена для составления оперативных плановых заданий производственным участкам. Для оперативного планирования технологические операции в очереди разделяются в зависимости от фактического дня обеспеченности производства деталями и разработанными правилами приоритетов на три группы. День обеспеченности – это планово-учетная единица в универсальной системе оперативного управления динамичным разнотипным производством, которая показывает номер рабочего дня с начала года, по который производство укомплектовано деталями и сборочными единицами.

Первый приоритет в очереди получают детали, отстающие и запущенные в производство, второй приоритет – детали, отстающие и ожидающие запуска в производство, третий приоритет – детали, запущенные в производство и находящиеся в превышении. Детали, имеющие первый и второй приоритет, ставятся в порядке убывания отставания в днях, детали, имеющие третий приоритет – в порядке превышения в днях. Таким образом, в оперативное плановое задание производственному участку первыми включаются отстающие и уже находящиеся в обработке детали.

Такой подход позволяет оперативно регулировать создание заделов деталей и сборочных единиц при отклонении хода производства от заданного плана-графика. Главное, его можно применять в многономенклатурном динамичном разнотипном производстве на всех производственных участках в заготовительном, обрабатывающем и сборочном цехах машиностроительного предприятия.

Данный подход отличается от существующего в теории подхода к оперативному планированию технологических операций, в котором предлагается составлять производственное расписание с учетом срока запуска (выпуска) нормативной партии деталей. Основным недостатком этого подхода в том, что он не позволяет оперативно управлять комплектацией производства. К тому же он очень трудоемкий в условиях многономенклатурного динамичного разнотипного машиностроительного производства даже при применении современных информационных технологий.

Созданная методология оперативного управления производством позволяет формировать единые взаимосвязанные динамичные планы-графики на всех уровнях иерархии управления на машиностроительном предприятии для единичного, мелкосерийного, среднесерийного и крупносерийного типа производства. Это позволяет осуществлять оперативное планирование, учет, контроль, анализ и регулирование в многономенклатурном динамичном разнотипном машиностроительном производстве по единым моделям и алгоритмам. Данный подход принципиально меняет систему плановых расчетов на

машиностроительных предприятиях, а также ведения оперативно-производственного учета, контроля хода производства и регулирования производства и принятия управленческих решений. Таким образом, в теории производственного менеджмента создана основа для ведения дальнейших исследований по разработке интегрированной системы управления цифровым производством и интеллектуализации производственных систем на принципах адекватности, адаптивности и экономичности.

В универсальной системе оперативного управления производством предложено на единой методологической основе осуществлять балансирование целей и показателей результативности деятельности машиностроительного предприятия и его структурных подразделений; оперативное управление комплектностью незавершенного производства; оперативное управление прямыми производственными затратами и оперативное управление производственными запасами.

Схема балансирования целей и показателей результативности деятельности предприятия и структурных подразделений показана на рис. 1. Для определения целей и планирования показателей результативности достижения их разрабатываются динамичные планы-графики для всех функциональных подсистем на долгосрочный период. Различные цели и показатели результативности достижения их на долгосрочный, среднесрочный и краткосрочный периоды определяются по динамичным планам-графикам, тем самым обеспечивается согласование целей и показателей на различных уровнях управления (стратегическом, тактическом и оперативном) и разных периодах планирования.

Предложенный подход развивает научное направление Р. Каплана и Д. Нортон о сбалансированной системе показателей для реализации разработанной стратегии предприятия [12] путем дополнения его инструментом согласования – элементами универсальной системы оперативного управления многономенклатурным динамичным разнотипным машиностроительным производством, что способствует формированию конкурентоспособности предприятия.



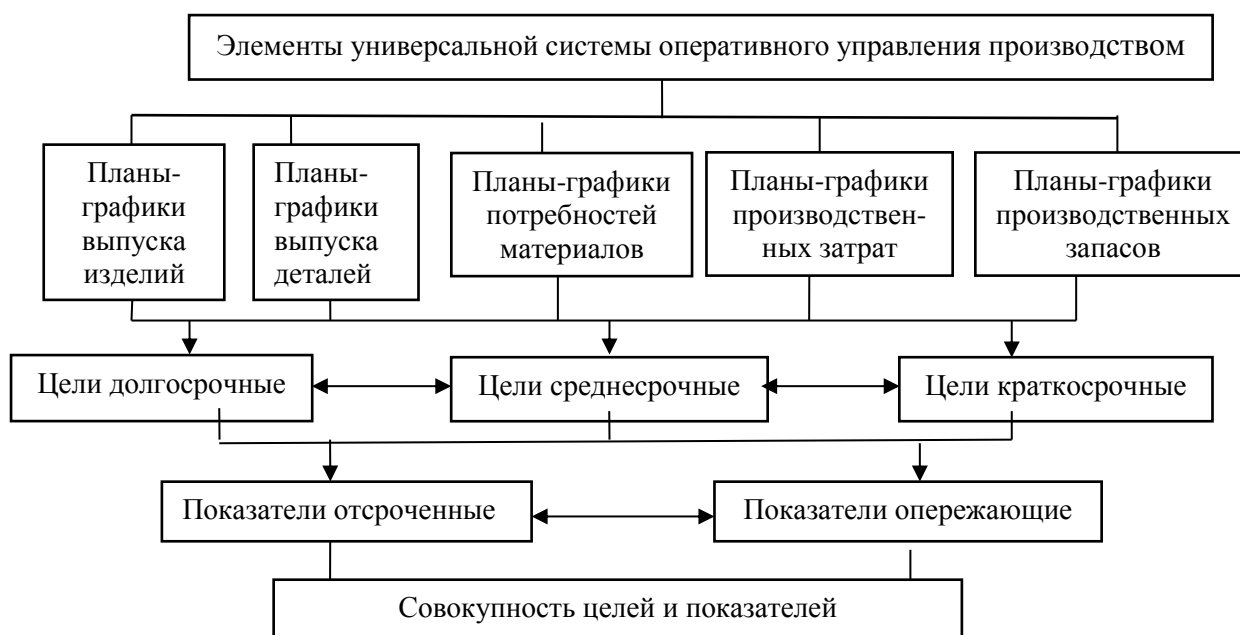


Рис. 1. Схема балансирования целей и показателей результативности деятельности предприятия и структурных подразделений

Fig. 1. The scheme of balancing goals and performance indicators of the enterprise and structural units

В универсальной системе оперативного управления производством реализован комплекс управляемых параметров, призванных определять планируемое и фактическое состояние производства с учетом существующих ограничений по ресурсам, оказывать влияние на ход производства и создавать предпосылки для роста эффективности операционной деятельности машиностроительного предприятия. Предложенный подход развивает концепцию М. Хаммера и Д. Чампи [13], а именно, дополняет ключевые понятия о производстве – комплектация незавершенного производства, динамичные производственные запасы и прямые производственные затраты, которыми необходимо оперативно управлять.

Под оперативным управлением комплектацией незавершенного производства автор понимает создание в системе управления процесса выравнивания и восстановления заделов деталей и сборочных единиц на всех стадиях производства. Этот процесс организуется на основе динамичных планов-графиков и обобщающего показателя – коэффициента комплектности незавершенного производства. Он показывает, какую долю составляет фактическое незавершенное производство (без учета

сверхпланового превышения) в его нормативе. Данный коэффициент характеризует степень отставания деталей и сборочных единиц от плана-графика.

Принцип выравнивания и восстановления комплектности незавершенного производства на предприятии взят за основу при формировании месячной поддетальной производственной программы цеху и разработке оперативных плановых заданий производственным участкам [14]. Целевой функцией при формировании месячной поддетальной производственной программы цеху является плановый коэффициент комплектности незавершенного производства, максимум которого требуется найти. Целевой функцией при формировании производственным участкам оперативных плановых заданий является отклонение плановых сроков выполнения технологических операций от текущей даты, минимум значений которых необходимо определить.

Оперативное управление комплектацией производства способствует своевременной поставке деталей и сборочных единиц на участки монтажа и сборки продукции, уменьшению отступления от нормы задела и потребности оборотных средств, выпуску изделий в установ-

ленные сроки и требуемом количестве и таким образом формирует конкурентные преимущества предприятия.

Под оперативным управлением прямыми производственными затратами понимается осуществление в едином комплексе оперативного

планирования, учета, контроля, анализа и регулирования затрат на основе оперативного производственного учета деталей и процессного подхода [15]. На рис.2 изображена схема оперативного управления прямыми производственными затратами.

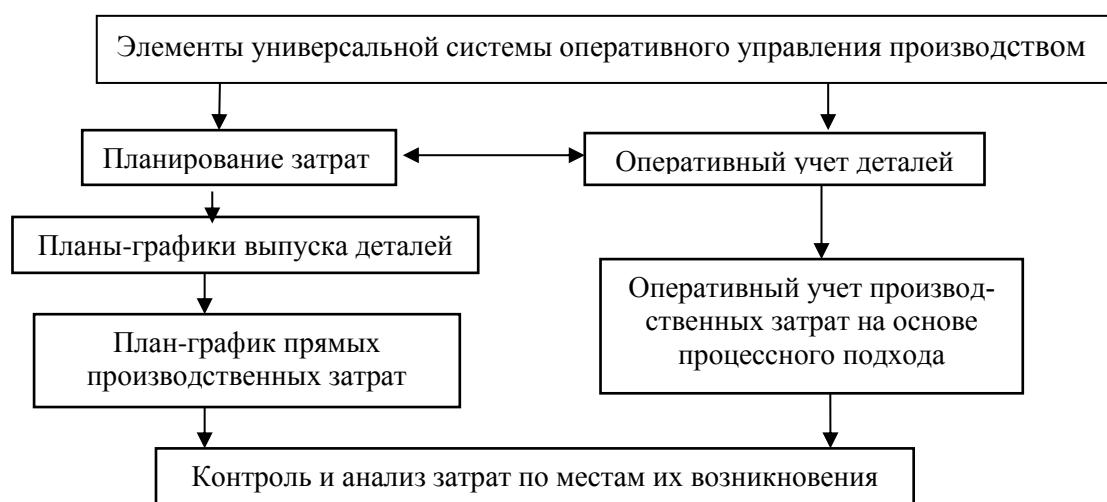


Рис. 2. Схема оперативного управления прямыми производственными затратами

Fig. 2. Scheme of operational management of direct production costs

Эта концепция ориентирована на производственный процесс и принятие своевременных управленческих решений. В ней предложено фактические затраты передавать из цеха в цех по технологическому маршруту и аккумулировать в сборочном цехе предприятия, где осуществляется монтаж готового изделия. Такой подход позволяет в системе оперативного управления многономенклатурным динамичным разнотипным машиностроительным производством:

1) в полной мере согласовать движение материальных и денежных потоков в пространстве и времени;

2) отразить в оперативном учете затраты в те моменты времени, когда они действительно происходят в производстве;

3) организовать своевременный и действенный контроль и анализ производственных затрат;

4) повысить ответственность работников, непосредственно участвующих в производственном процессе, за расходование материальных ресурсов и фонда оплаты труда;

5) обеспечить сохранность деталей и сборочных единиц на производственных участках;

6) в полной мере реализовать на практике принцип непрерывных усовершенствований (снижения норм расхода материалов и норм времени на выполнение технологических операций, времени, в течение которого не создается добавленная стоимость и т.п.).

В совокупности перечисленные факторы способствуют снижению потерь производства и, как следствие, формированию конкурентоспособности машиностроительного предприятия.

Новое заключается в том, что в разработанной системе оперативного управления прямыми производственными затратами в полной мере обеспечивается согласование движения денежных и материальных потоков. Это позволяет получить достоверные данные о фактических затратах, осуществлять ежедневный контроль и анализ затрат непосредственно в местах возникновения их, выявлять причины несоответствия фактических и плановых затрат. Достоинством данного подхода является то, что стало возможным своевременно и эффективно управлять прямыми производственными затратами и точно относить их на себестоимость продукции, разрабатывать комплекс реальных и конкретных

мероприятий по уменьшению потерь производства.

Для эффективного управления оборотными активами предприятия, основное назначение которых состоит в **обеспечении бесперебойного процесса производства и реализации продукции, разработана система оперативного управления производственными запасами. Следует заметить, что на практике до настоящего времени** используются средние значения производственных запасов для определения потребности оборотных средств. Следствием такого подхода к расчету величины производственных запасов является недостаток их в определенные периоды времени и переизбыток их в другие отрезки времени на горизонте планирования, что нарушает ход производства и в конечном итоге негативно влияет на результаты деятельности предприятия. Сверхнормативные запасы способствуют омертвлению оборотных средств, увеличению периода оборачиваемости их, росту расходов на хранение запасов на складах. Нехватка производственных запасов приводит к не полной загрузке основных производственных фондов предприятия; резкому снижению качества деталей, узлов и изделий; простоям и сверхурочной работе основных производственных рабочих в течение планового периода.

Для решения этой проблемы автор создал методологию оперативного управления производственными запасами применительно к динамичному разнотипному машиностроительному производству [16]. Она позволяет рассчитывать нормативные запасы по материалам, деталям, узлам и готовым изделиям и потребность оборотных средств. Укрупненный алгоритм ведения расчетов:

1) на основании динамичных планов-графиков потребностей материалов, выпуска изделий и деталей строятся динамичные планы-графики нормативных производственных запасов по материалам и готовым изделиям, а также заделов деталей и сборочных единиц в незавершенном производстве;

2) на основании динамичных планов-графиков нормативных производственных запасов и заделов незавершенного производства формируется динамичный план-график потребности оборотных средств.

Оперативное управление производственными запасами и заделами незавершенного производства обеспечивает дифференциацию нормативов запасов с учетом производственной динамики. Новое состоит в том, что в универсальной системе стало возможным определять точные значения изменяющихся в динамичном разнотипном производстве нормативных производственных запасов и заделов незавершенного производства, действительно необходимых для производства продукции, и потребности оборотных средств, рациональное использование которых является фактором повышения эффективности операционной деятельности предприятия.

Таким образом, повышение эффективности операционной деятельности машиностроительного предприятия достигается за счет улучшения комплектности незавершенного производства, рационального использования ресурсов предприятия, уменьшения производственных затрат, установления нормативных производственных запасов, сокращения производственного цикла, роста объема производства выпускаемой продукции. В совокупности эти факторы способствуют повышению конкурентоспособности машиностроительного предприятия.

### Результаты исследования

Разработаны методологические основы создания механизма управления динамичным разнотипным многономенклатурным производством как элемента повышения эффективности операционной деятельности машиностроительных предприятий. Концепция формирования конкурентоспособности машиностроительного предприятия в условиях жесткой рыночной конкуренции включает:

- методологию универсальной системы оперативного управления динамичным разнотипным машиностроительным производством, позволяющую создавать гибкие конфигурации бизнес-процессов промышленного производства в зависимости от изменений их характеристик во времени и пространстве;

- методологию оперативного управления производственными запасами и заделами незавершенного производства, обосновывающую дифференциацию нормативов запасов с учетом производственной динамики;

- методологию оперативного управления прямыми производственными затратами, реали-

зующую комплексный подход к планированию и учету затрат с использованием динамических планов-графиков и процессного подхода.

### Заключение

Теоретическая значимость результатов проведенного исследования состоит в развитии методологических положений, моделей и методов, существенно дополняющих представления об оперативном управлении производством в системе производственного менеджмента, как важнейшем факторе повышения конкурентоспособности промышленных предприятий. Представляется, что в эпоху цифрового производства в основе конкуренции будут лежать не продукция, а системы оперативного управления промышленными предприятиями.

Практическая значимость заключается в экономической целесообразности внедрения результатов исследования на машиностроительных предприятиях страны.

### Библиографический список

1. Программа «Цифровая экономика Российской Федерации», утвержденная правительством РФ от 28 июля 2017 г. №1632-р. URL:<http://www.government.ru/docs/28653/> (дата обращения: 23.10.2018).
2. Портер М. Международная конкуренция: конкурентные преимущества стран. М.: Междунар. отношения, 1993. 896 с.
3. Фасхиев, Х. А. Системный подход к управлению уровнем конкурентоспособности предприятия / Х. А. Фасхиев // Маркетинг в России и за рубежом, 2014. № 5. С. 103–114.
4. Яшин Н. С. Конкурентоспособность промышленного предприятия: методология, оценка, регулирование. Саратов: СГЭА, 2004. 248 с.
5. Бюллетень Министерства экономического развития РФ «О текущей ситуации в экономике Российской Федерации» <http://economy.gov>. 25 (дата обращения 20.03.2019 г.).
6. Ветрова Е.Н., Шульдешова А.Л. . Совершенствование системы планирования развития промышленного предприятия // Инновационное развитие экономики. 2016. №2. С. 215-223.
7. Загидуллин Р.Р. Управление машиностроительным производством с помощью систем MES, APS, ERP. Старый Оскол: ТНТ, 2011. 372 с.
8. Ильин А.И., Коваленко Н.С., Сидорович Н.И. Модели оптимизации оперативного календарного планирования машиностроительных предприятий // Проблемы управления (Минск). 2016, №3(60). С.45-50.
9. Мамонов В.И., Полуэктов В.А., Обеспечение устойчивого функционирования подразделений на основе регуляторов оперативного управления // Вестник НГУЭУ. 2010. №2. С. 55-64.
10. Мамонов В.И., Полуэктов В.А., Моделирование календарных расписаний и обоснование нормативов движения производства // Организатор производства. 2018. Т.26. №1. С. 93-102. DOI: 10.25065/1810-4894-2018-26-1-93-102.
11. Коновалова, Г.И. Методология универсальной системы оперативного управления разнотипным динамичным производством // Менеджмент в России и за рубежом. 2016, №5, С. 89-95.
12. Kaplan R., Norton D. Measuring the strategic readiness of intangible assets. Harvard Business Review. 2004. 384 p.
13. Hammer M., Champy D. . First published by Harper Collins Inc., New York. All Rights Reserved . 1993.330 p.
14. Коновалова, Г.И. Методология внутрифирменного управления на основе системной оптимизации / Г.И. Коновалова // Менеджмент в России и за рубежом. 2016. №2. С. 107-114.
15. Коновалова Г. И. Преимущества новой концепции оперативного управления затратами в динамичном разнотипном машиностроительном производстве // Менеджмент в России и за рубежом. 2018. №6. С. 95-100.
16. Коновалова Г. И. Методология оперативного управления запасами в динамичном разнотипном машиностроительном производстве // Менеджмент в России и за рубежом. 2017 №6. С.137-143.

Поступила в редакцию – 10 июля 2019 г.  
Принята в печать – 30 сентября 2019 г.

**Bibliography**

1. The program «Digital economy of the Russian Federation», approved by the RF Government , dated July, 28<sup>th</sup>, 2017. №1632 - p. URL:<http://www.government.ru/docs/28653/> (date of address: 23.10.2018).
2. Porter M. International competition: competitive advantage of countries. Moscow: Mezhdunarodnye Otnosheniya, 1993. 896 p.
3. Faskhiev K.A. The systemic approach to regulating the competitiveness level of an enterprise. / K.A. Faskhiev // Marketing in Russia and abroad, 2014. № 5. PP. 103–114.
4. Yashin N.S. The competitiveness of an industrial enterprise: methodology, assessment, regulation. Saratov: Saratov Social and Economic Academy, 2004. 248 p.
5. The Bulletin of the RF Ministry of Economic Development «On current situation in the economy of the Russian Federation» <http://economy.gov>. 25 (date of address 20.03.2019).
6. Vetrova E.N., Shuldeshova A.L. Improving the system of industrial enterprise development planning // Innovative Economic Development. 2016. № 2. PP. 215-223.
7. Zagidullin P.P. A machine-construction management using the systems of MES, APS, ERP. Stary Oskol: TNT, 2011. 372 p.
8. Ilyin A.I., Kovalenko N.S., Sidorovich N.I. The models of optimizing timely and calendar planning at machine-construction enterprises // The problems of management (Minsk). 2016, № 3(60). PP.45-50.
9. Mamonov V.I., Poluektov V.A. Providing sustainable development of divisions, based on regulators of timely control // The Bulletin of Novosibirsk State University of Economics and Management. 2010. №2. PP. 55-64.
10. Mamonov V.I., Poluektov V.A. Planning calendar schedules and the rationale for the standards of production flow // Organizator proizvodstva. 2018. V.26. №1. PP.93-102. DOI: 10.25065/1810-4894-2018-26-1-93-102.
11. Konovalova G.I. The methodology of the universal system of timely control of diverse dynamic production // Management in Russia and abroad. 2016, №5,. PP. 89-95.
12. Kaplan R., Norton D. Measuring the strategic readiness of intangible assets. Harvard Business Review. 2004. 384 p.
13. Hammer M., Champy D. . First published by Harper Collins Inc., New York. All Rights Reserved . 1993.330 p.
14. Konovalova G.I. The methodology of the intra-firm management, based on systemic optimization / G.I.Konovalova // Management in Russia and abroad. 2016. №2. PP. 107-114.
15. Konovalova G.I. The advantages of a new concept of timely cost control in the dynamic diverse machine-building production. // Management in Russia and abroad. 2018. № 6. PP. 95-100.
16. Konovalova G.I. The methodology of timely stock management in the dynamic diverse machine-building production // Management in Russia and abroad. 2017 № 6. PP.137-143.

Received – 10 July 2019.

Accepted for publication – 30 September 2019.

Научное издание

## **ОРГАНИЗАТОР ПРОИЗВОДСТВА**

**Теоретический и научно-практический журнал**

**Т. 27 № 3**

В авторской редакции

Дата выхода в свет: 30.09.2019  
Формат 60×84/8. Бумага писчая.  
Усл. печ. л. 11,7. Уч.-изд. л. 9,8  
Тираж 500 экз. Заказ №187  
Цена свободная

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»  
394026 г. Воронеж, Московский просп., 14

Отпечатано: отдел оперативной полиграфии издательства ВГТУ  
394006 г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84