

ОРГАНИЗАТОР ПРОИЗВОДСТВА

2018. Т.26. № 1

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 ВИНИТИ (<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 издательства:
394026, Воронеж
Московский проспект, 14
Телефон (473) 278-38-89
<http://cchgeu.ru/>

© Коллектив авторов, 2018
© Организатор производства, 2018

2018

ORGANIZER OF PRODUCTION

2018. V.26. № 1

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
Phone (473) 278-38-89
<http://cchgeu.ru>

© Team of authors, 2018

© Organizer of Production, 2018

2018

ЖУРНАЛ ОРГАНИЗАТОР ПРОИЗВОДСТВА

зарегистрирован в Министерстве Российской Федерации по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций

ПИ № 77-12096 от 18 марта 2002 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 Троицковский, 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»

Федеральный научно-производственный центр закрытое акционерное общество НПК (О) "Энергия"

МАТИ – Российский государственный технологический университет им. К.Э. Циолковского

Международная академия науки и практики организации производства

ЗАО Информационно-издательский и юридический центр "Экономика и финансы"

Издатель:

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»

© Коллектив авторов, 2018

© Организатор производства, 2018



ДЛЯ ЧИТАТЕЛЕЙ 16 ЛЕТ
И СТАРШЕ

THE JOURNAL ORGANIZER OF PRODUCTION

is registered at the Ministry of the Russian Federation for the Press, TV, Radio Broadcasting and Means of Mass Communication

Certificate of Registration: PI № 77-12096, dated 18 March, 2002

"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);

Davide 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:

Voronezh State Technical University

The Federal Research and Production Centre – The Research and Production Complex "Energia" (closed joint-stock company)

The Moscow Institute of Aeronautics and Technology – Russian State Technological University, named after K.E. Tsiolkovsky

The International Academy of Science and Practice of Industrial Management

Information, Publishing and Legal Centre "Economics and Finance" (closed joint-stock company)

Publisher:

Voronezh State Technical University

© Authors team, 2018

© Organizator Proizvodstva [Organizer of Production], 2018



FOR READERS AGED 16
AND OLDER

ОРГАНИЗАТОР ПРОИЗВОДСТВА
Теоретический и научно-практический журнал

2018

Т. 26 №1

Учредители:

ФГБОУ ВО «Воронежский
государственный технический
университет»

Федеральный научно-
производственный центр за-
крытое акционерное общество
НПК (О) "Энергия"

МАТИ – Российский государ-
ственный технологический
университет им. К.Э. Циолков-
ского

Международная академия
науки и практики организации
производства

ЗАО Информационно-
издательский и юридический
центр "Экономика и финансы"

Издатель:

ФГБОУ ВО «Воронежский
государственный технический
университет»

Авторы несут ответственность
за подбор и изложение фактов,
цитат, статистических данных
и прочих сведений публика-
ций.

Перепечатка материалов жур-
нала допускается только по
согласованию с редакцией

Рукописи, присланные
в журнал, не возвращаются

Адрес редакции:
394066, Воронеж
Московский проспект, 179,
каб. 328
Телефон (473)243-76-67

Сайт журнала в интернете:

www.org-proizvodstva.ru

Электронная версия журнала
размещена на платформе Рос-
сийской универсальной науч-
ной электронной библиотеки
www.elibrary.ru, научной элект-
ронной библиотеки
www.cyberleninka.ru

Индекс журнала в каталоге
«Роспечать» 20814

© Организатор производства,
2018

СОДЕРЖАНИЕ

НАУЧНЫЙ ОБЗОР

- Маликова Д.М.* Особенности организации производства в обо-
ронно-промышленном комплексе Российской Федерации на
современном этапе 7

**ТЕОРИЯ И МЕТОДЫ
ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА**

- Чупров С.В.* Адаптивность системы управления устойчивостью
и инновационным развитием промышленного предприятия 23

ПРАКТИКА ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА

- Чернышева Г.Н., Ачекин А.А., Воронцов В.А.* Система показа-
телей для анализа и оценки уровня организации инженерно-
авиационного обеспечения 34

УПРАВЛЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЕМ

- Гришунин С.В., Муханова Н.В., Сулоева С.Б.* Разработка кон-
цепции риск-контроллинга для промышленного предприятия 45

- Лутовинов П.П., Козлов Д.И.* Оценка устойчивости предприя-
тия и оптимизация расходов на персонал 57

**ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ
ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА**

- Анискин Ю.П.* Производительность производства как катализа-
тор роста производственной активности 67

- Романов Б.А.* Использование модели «затраты-выпуск» для пла-
нирования производственной программы группы взаимодей-
ствующих предприятий 73

**УПРАВЛЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫМИ
ПРОЦЕССАМИ**

- Сазонов А.А., Джамай В.В., Повекечных С.А.* Анализ эффек-
тивности внедрения CALS технологий (на примере отечествен-
ного авиастроения) 84

**МОДЕЛИРОВАНИЕ
ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ**

- Мамонов В.И., Полуэктов В.А.* Моделирование календарных
расписаний и обоснование нормативов движения производства 93

ORGANIZER OF PRODUCTION
Theoretical and scientific-practical journal

2018

T. 26 № 1

Founded by:

Voronezh State Technical University

The Federal Scientific-Industrial Centre -The closed joint-stock company - The scientific-industrial company «Energiya»

The Moscow Institute of Aeronautics and Technology – the Russian State Technological University, named after K.E. Tsiolkovsky

The International Academy of Science and Practice of Production Organization

The closed joint-stock company - Informational, publishing and legal centre «Economics and Finance»

Published by:

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, room 328

Phone: (473) 243-76-67

The website of the journal:

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://elibrary.ru), Scientific E-library www://cyberleninka.ru

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

Organizer of Production, 2018

CONTENTS

SCIENTIFIC REVIEWS

- Malikova D.M.* The features of organizing production in defense industry complex of the Russian Federation at the present stage 7

THEORY AND METHODS OF PRODUCTION ORGANIZATION

- Chuprova S.V.* Adaptivity of the management system of stability and innovative development of industrial enterprise 23

THE PRACTICE OF PRODUCTION ORGANIZATION

- Chernysheva G.N., Achekin A.A., Vorontsev V.A.* System of indicators for analysis and estimation of level of organization of engineering-aviation security 34

ENTERPRISE MANAGEMENT

- Grishunin S.V., Mukhanova N.V., Suloeva S.B.* Development of concept of risk controlling for industrial enterprise 45

- Lutovinov P.P., Kozlov D.I.* The stability assessment of the enterprise and the personnel expenses optimization 57

ECONOMIC PROBLEMS OF PRODUCTION ORGANIZATION

- Aniskin Y.P.* The performance of the production as a catalyst for the growth of industrial activity 67

- Romanov B.A.* The use of “input-output” model for production planning of interacting enterprises 73

INNOVATION PROCESS CONTROL

- Sazonov A.A., Dzhamay V.V., Povekvechnykh S.A.* Analysis of efficiency of implementation of CALS technologies on the example of domestic aviation 84

MODELLING THE PRODUCTION SYSTEMS

- Mamonov V.I., Poluektov V.A.* Modeling calendar scheduling and justification of the norms of production flow 93

НАУЧНЫЙ ОБЗОР

DOI: 10.25065/1810-4894-2018-26-1-7-22

УДК 338.45:658.5

ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА В ОБОРОННО-ПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

Д.М. Маликова

*Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова
Россия, 426069, Ижевск, ул. Студенческая, 7*

Влияние ОПК на формирование высокотехнологичных производств в отраслях промышленности. Оборонно-промышленный комплекс (ОПК) Российской Федерации обладает рядом современных особенностей в организации производства в сравнении даже с началом XXI столетия. Смена технологических укладов, появление новых высокотехнологичных производств и их реализация на предприятиях ОПК, необходимые для дальнейшего укрепления обороноспособности страны, делают предприятия ОПК проводниками высоких технологий в другие отрасли промышленности.

Квалификационные требования к работникам ОПК. Другой особенностью организации производства в ОПК являются более высокие квалификационные требования к персоналу в части работы на прогрессивных видах оборудования и технологий. В статье сформулированы подходы, определяющие совокупность квалификационных требований для формирования профессиональных стандартов работников ОПК на высокотехнологичных производствах. Данные подходы соответствуют ключевым тенденциям организации производства в ОПК на современном этапе.

Современные концепции технологических процессов. В исследовании выделены особенности организации производства, которые связаны с вопросами совершенствования систем управления, реализующих комплекс механизмов организации, мотивации и информатизации. Организация высокотехнологичных производств в ОПК с высококвалифицированными кадрами при соответствующей управленческой организации, мотивации и информатизации хозяйственной деятельности предприятий служит основанием для реализации на производствах ОПК современных концепций технологических процессов, что в исследовании подтверждается конкретными примерами.

Заключение. Выявленные в исследовании современные особенности организации производства в оборонно-промышленном комплексе РФ служат обосновывающим материалом для моделирования механизмов управления производством на предприятиях ОПК

Ключевые слова: оборонно-промышленный комплекс, организация производства, высокотехнологичное производство, кадровое обеспечение, концепции технологических процессов

Для цитирования:

Маликова Д.М. Особенности организации производства в оборонно-промышленном комплексе Российской Федерации на современном этапе // Организатор производства. 2018. Т.26. №1. С. 7-22. DOI: 10.25065/1810-4894-2018-26-1-7-22

Сведения об авторах:

Диляра Мансуровна Маликова (канд. экон. наук, pfie@list.ru), доцент кафедры Экономика предприятия.

On authors:

Dilyara M. Malikova (Cand. Sci. (Economic), pfie@list.ru), Assistant professor of the Chair of Enterprise Economics.

THE FEATURES OF ORGANIZING PRODUCTION IN DEFENSE INDUSTRY COMPLEX OF THE RUSSIAN FEDERATION AT THE PRESENT STAGE

D.M. Malikova

Izhevsk State Technical University named after M.T. Kalashnikov
7, Student St., Izhevsk, 426069, Russia

Influence of defense industry complex on forming hi-tech productions in industries. The defense industry complex (DIC) of the Russian Federation has a number of features in the organization of production even in comparison with the beginning of the XXI century. The change of technological structures, the emergence of new hi-tech industries, their implementation in the enterprises, due to the need to further strengthen the country's defense, making defense the conductors of high technologies in other industries.

Qualification requirements for defense industry workers. Another feature of the organization of production in DIC is higher qualification requirements to the employees of DIC in terms of work on progressive equipment and technology. The study approaches that determine the set of qualification requirements for the formation of professional standards for employees of the defense sector in hi-tech industries. These approaches correspond to the key trends of organization of production in DIC at the present stage.

Modern concepts of technological processes. The paper highlights the peculiarities of organization of production, related to the issues of improving management systems, implementing a set of mechanisms of organization, motivation and informatization. The organization of hi-tech production in DIC with highly qualified personnel, with appropriate management of organization, motivation and informatization of economic activities of enterprises is the basis for the implementation of production DIC of modern concepts of technological processes in the study through concrete examples.

Conclusion. Identified in the study features of the organization of production in DIC of the Russian Federation at the present stage serve as supporting materials for modeling of mechanisms of management of production at the enterprises of the defense industry complex

Key words: defense industry complex, organizing production, high-tech production, staffing, technological processes concepts

For citation:

Malikova D.M. (2018). The features of organizing production in defense industry complex of the Russian Federation at the present stage. *Organizator proizvodstva* = Organizer of Production, 26(1), 7-22. DOI: 10.25065/1810-4894-2018-26-1-7-22 (in Russian)

Введение

Обусловленное необходимостью укрепления обороноспособности страны в современных условиях, развитие оборонно-промышленного комплекса Российской Федерации оказалось во многом связанным с переходом промышленного производства на новый технологический уклад, когда существенно меняется наукоемкость производств, расширяется высокотехнологичный сектор экономики.

Данные тенденции в последние годы поставлены во главу угла федеральной политики научно-технологического развития, становятся стратегическими ориентирами на корпоративном уровне, в этом направлении задействованы академическая, прикладная и вузовская наука.

Совместными усилиями государство, наука и корпоративный сектор оборонно-промышленного комплекса (ОПК) России вырабатывают решения, направленные на расширение спектра высокотехнологичных производств в ОПК и их трансфер в производство гражданской продукции. К числу ключевых решений в данной области можно отнести «Основы государственной политики в области развития ОПК на период до 2020 года» (2010 г.), Прогноз научно-технологического развития РФ на период до 2030 года (2014 г.), Государственная программа РФ «Развитие оборонно-промышленного комплекса» (2016 г.), Стратегия научно-технологического развития РФ (2016 г.).

В связи с этим актуальными являются исследования, раскрывающие влияние ОПК на

формирование высокотехнологичных производств в отраслях промышленности, определяющие квалификационные требования к работникам ОПК в части работы на прогрессивных видах оборудования и технологий, выявляющие ключевые тенденции в организации производства в ОПК и современные концепции технологических процессов.

1. Влияние ОПК на формирование высокотехнологичных производств в отраслях промышленности

Проблематике влияния ОПК на формирование высокотехнологичных производств в последние два-три десятилетия уделяется значительное внимание.

С одной стороны, это обусловлено тем, что оборонно-промышленный комплекс в силу необходимости его наличия для обеспечения обороноспособности государства требует значительных затрат на его содержание и функционирование, в связи с чем возникает вопрос о задействовании результатов функционирования ОПК для развития экономики государства в целом.

С другой стороны, развитие экономики возможно только при развитии ее высокотехнологичных секторов и производств в отраслях промышленности. При этом следует учитывать толкование термина «высокие технологии».

В мире имеют место три наиболее авторитетные и достаточно широко признанные классификации по высокотехнологичным отраслям в промышленности. К ним относятся классификация ОЭСР (Организация экономического сотрудничества и развития), Национальный научный фонд США (National Science Foundation) и ООН (Стандартная международная торговая классификация – Standard International Trade Classification). В Российской Федерации согласно Указу Президента РФ от 07.05.2012 № 596, приказом Росстата от 14.01.2014 № 21 утверждена Методика расчета показателей «Доля продукции высокотехнологичных и наукоемких отраслей в валовом внутреннем продукте».

В последнем случае критерием отнесения к высокотехнологичным отраслям является высокий уровень технологического развития, определяемый по отношению затрат на НИОКР к валовой добавленной стоимости.

Выявление перечня высоких технологий в России осуществляется при прогнозировании научно-технологического развития. Так, в 2008 году Российской академией наук (РАН) в соответствии с п. 2 Перечня поручений Президента РФ от 04.05.2008 № Пр-861 ГС был разработан проект Прогноза долгосрочного научно-технологического развития России. В нем были определены, в первую очередь, базовые направления технологических укладов. На этой основе были рассмотрены перспективы технологического развития ключевых секторов экономики и прогноз развития технологий с учетом их предполагаемого конкурентного положения в мировой экономике. Раздел 4.2.11 был посвящен ОПК.

Указом Президента РФ от 07.07.2011 № 899 (ред. от 16.12.2015) были утверждены приоритетные направления развития науки, технологий и техники в Российской Федерации и перечень критических технологий РФ.

Решениями Правительственной комиссии по высоким технологиям и инновациям (от 01.04.2011, 05.07.2011, 21.02.2012) был утвержден Сводный перечень российских технологических платформ. Из данного перечня видно, что практически все организационно-координаторы технологических платформ, обеспечивающих реализацию перспективных направлений научно-технологического развития, либо непосредственно относятся к организациям ОПК, либо имеют с ними долговременные связи в части проведения и реализации результатов научно-исследовательских работ в сфере высоких технологий.

Распоряжением Правительства РФ от 14.07.2012 №1273-р (ред. от 24.06.2013) утвержден перечень технологий, имеющих важное социально-экономическое значение или важное значение для обороны страны и безопасности государства (перечень критических технологий) – всего 44 позиции.

Прогнозом научно-технологического развития (НТР) России на период до 2030 года, утвержденным Правительством РФ 20.01.2014 № ДМ-П8-5, определены сферы высоких технологий, которые обеспечивают реализацию конкурентных преимуществ страны, это: информационно-коммуникационные технологии, науки о жизни (медицина и биотехнологии), новые материалы и нанотехнологии, рациональное

природопользование, транспортные и космические системы, энергоэффективность и энергосбережение.

В Прогнозах НТР РАН отмечается достаточно четко выраженный эффект конвергенции технологий, когда прогресс в некоторой технологической сфере обусловлен развитием технологических сфер с ней увязанных. Предполагается, что формирование комплекса конвергентных технологий, в первую очередь на базе нано-, био-, инфо-, когнитивных технологий (NBIC), произойдет к 2020 году.

С точки зрения перспектив организации производства на предприятиях оборонно-промышленного комплекса в целях развития высокотехнологичных секторов экономики интерес представляет подход на основе NBIC-технологий [1, 2].

В этом плане следует учитывать, что в утвержденной постановлением Правительства РФ от 16.05.2016 № 425-8 государственной программе Российской Федерации «Развитие оборонно-промышленного комплекса» в подпрограмме № 1 «Стимулирование развития оборонно-промышленного комплекса» в качестве результата ожидается рост объемов производства продукции гражданского назначения в сфере оборонно-промышленного комплекса в 1,3 раза в течение 2016–2020 годов, при этом в качестве ключевого события рассматривается предоставление финансовой поддержки организациям оборонно-промышленного комплекса с целью осуществления инновационных и инвестиционных проектов по выпуску высокотехнологичной продукции.

То есть предприятия ОПК так или иначе относятся к высокотехнологичным производствам по выпуску продукции как оборонного, так и гражданского назначения. С этой точки зрения можно увидеть тому подтверждение ведомственной и отраслевой принадлежности предприятий и организаций ОПК (данные Информантства ТС ВПК: <http://www.vpk.ru> на 2015 год; действующий Приказ Минпромторга России от 03.07.2015 № 1828 «Об утверждении перечня организаций, включенных в сводный реестр организаций оборонно-промышленного комплекса»).

На совещании по вопросам использования потенциала ОПК в производстве высокотехнологичной продукции гражданского назначения было обращено внимание на импортозамещение

высокотехнологичной продукции предприятиями ОПК (Тула, 08.09.2016, <http://www.kremlin.ru/events/president/news/52852>). В ходе совещания рассмотрена ситуация по использованию потенциала ОПК в производстве высокотехнологичной продукции по линии Минпромторга, Минздрава, Минтранса, Минэнерго, Минсвязи, госкомпаний «Роскосмос», «Росатом», «Ростех».

Таким образом, влияние ОПК на формирование высокотехнологичных производств в отраслях промышленности не только теоретически обосновано, но и реализуется практически в различных сферах хозяйственной деятельности.

2. Квалификационные требования к работникам ОПК в части работы на прогрессивных видах оборудования и технологий

Появление новых технологических решений, в первую очередь при смене технологических укладов, предъявляет все новые квалификационные требования к работникам ОПК.

В XX веке с появлением новых материалов, новых технологий рождались новые виды вооружений, а все более высокотехнологичные решения передавались в производство продукции гражданского назначения. Соответственно, не только изменялись и повышались квалификационные требования по существующим специальностям, но и появлялись совершенно новые специальности, которые, в свою очередь, тоже проходили этапы повышения или изменения квалификационных требований.

Вопрос выработки квалификационных требований к работникам ОПК в части работы на прогрессивных видах оборудования достаточно сложный в силу того, что сами работники ОПК по своим квалификационным требованиям делятся на три категории: специалисты с высшим и средним профессиональным образованием, рабочие специальности.

С другой стороны, перечень специальностей тоже достаточно широк, поскольку в сферу ОПК включены предприятия множества связанных между собой отраслей народного хозяйства.

Министерством промышленности и торговли РФ проанализирована ситуация и сформирован перечень наиболее востребованных специальностей в организациях ОПК в 2015 году с прогнозом на 2020 и 2025 годы (таблица).

Перечень наиболее востребованных специальностей в организациях ОПК в 2015 году с прогнозом на 2020 и 2025 годы

The list of the most demanded specialties in defense industry organizations in 2015 with the forecast for 2020 and 2025

№	Код спец-ти	Наименование специальности	Заявлено в 2015 г.	Выделено в 2015 г.	Прогноз на 2015 г.	Прогноз на 2020 г.	Прогноз на 2025 г.
1	15.03.05	Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств	797	708	959	1416	1614
2	15.03.01	Машиностроение	421	408	530	710	782
3	11.03.01	Радиотехника	409	365	540	600	615
4	11.03.03	Конструирование и технология электронных средств	349	349	369	523	540
5	09.03.01	Информатика и вычислительная техника	339	339	400	518	630
6	11.05.01	Радиоэлектронные системы и комплексы	317	298	435	520	625
7	24.05.07	Самолето- и вертолетостроение	288	262	343	435	459
8	12.03.01	Приборостроение	221	221	314	432	438
9	11.03.04	Электроника и нанoeлектроника	200	200	207	290	330
10	26.03.02	Кораблестроение, океанотехника и системотехника объектов морской инфраструктуры	201	199	380	160	108
11	15.03.04	Автоматизация технологических процессов и производств	187	170	200	292	300
12	13.03.02	Электроэнергетика и электротехника	165	165	195	261	265
13	22.03.01	Материаловедение и технологии материалов	173	157	200	248	278
14	24.05.02	Проектирование авиационных и ракетных двигателей	158	157	322	339	350
15	24.05.06	Системы управления летательными аппаратами	145	144	145	187	201
16	09.03.02	Информационные системы и технологии	136	136	200	296	328
17	09.03.04	Программная инженерия	110	110	95	156	182
18	18.03.01	Химическая технология	124	109	160	165	158
19	27.03.04	Управление в технических системах	109	107	125	146	167
20	27.03.01	Стандартизация и метрология	104	100	153	170	180
		Итого:	4953	4704	6272	7864	8550

Для обеспечения ОПК квалифицированными кадрами согласно распоряжению Правительства РФ от 02.07.2015 № 1258-р, на основании предложения Минпромторга России, согласованного с Минобрнауки, Минтрудом, Минстроем России, Роскосмосом и госкорпорацией по атомной энергии «Росатом» создан федеральный центр мониторинга подготовки квалифицированных кадров для организаций ОПК России (ФКЦ ОПК). Основными задачами его деятельности определены мониторинг кадровой обеспеченности организаций ОПК, проведение исследований и информационно-аналитической поддержки работ в сфере сохранения и развития кадрового потенциала этих организаций, в целях обеспечения выполнения ими мероприятий, предусмотренных государственной программой вооружения, государственным оборонным заказом, государственными и иными целевыми программами в области развития оборонно-промышленного комплекса РФ.

ФКЦ ОПК разработана интегрированная информационная система (<http://fkc-opk.ru>), обеспечивающая организационную и информа-

ционную поддержку предприятиям ОПК в подготовке и переподготовке квалифицированных кадров. Здесь же предоставляется информация по трудоустройству по заявкам предприятий ОПК по всему спектру специальностей от рабочих профессий до специалистов с высшим образованием.

Наиболее существенным моментом при определении квалификационных требований к работникам ОПК в части работы на прогрессивных видах оборудования и технологий является установление профессиональных стандартов.

16.04.2014 г. при Президенте РФ создан Национальный совет по профессиональным квалификациям. В состав Национального совета по профессиональным квалификациям входят: Администрация Президента, Министерство труда и социальной защиты, Минобрнауки, Министерство промышленности и торговли, Российский союз промышленников и предпринимателей, ведущие объединения работодателей, крупные государственные корпорации, Федерация независимых профсоюзов России.

В структуре Национального совета по профессиональным квалификациям:

- советы по профессиональным квалификациям в 28 областях профессиональной деятельности;
- рабочая группа по вопросам оценки квалификации и качества подготовки кадров;
- рабочая группа по поддержке лучших практик развития квалификаций;
- рабочая группа по применению профессиональных стандартов в системе профессионального образования и обучения;
- рабочая группа по профессиональным стандартам;
- рабочая группа по формированию советов по профессиональным квалификациям.

Национальным советом образовано 28 советов по профессиональным квалификациям. Их перечень приведен на сайте <http://nspkrf.ru/soveti.html>, в том числе отрасли, полностью или частично задействованные в оборонно-промышленном комплексе.

Согласно Трудовому кодексу РФ (ст. 195.1):

- профессиональный стандарт – характеристика квалификации, необходимой работнику для осуществления определенного вида профессиональной деятельности;
- квалификация – уровень знаний, умений, профессиональных навыков и опыта работы работника.

Сведения о профессиональных стандартах сведены Министерством труда и соцзащиты РФ в рамках программно-аппаратного комплекса «Профессиональные стандарты», доступ к которому осуществляется через сайт «Профессиональные стандарты» (<http://profstandart.rosmintrud.ru>).

В части, касающейся установления квалификационных требований для работы на прогрессивных видах оборудования и технологий в ОПК, Приказом Минтруда России от 02.11.2015 № 832 (ред. от 10.02.2016) утвержден справочник востребованных на рынке труда, новых и перспективных профессий.

В рамках данного исследования, по нашему мнению, следует сосредоточить внимание на тех прогрессивных видах оборудования и технологий, которые попадают в сферу NBIC-технологий и которые могут быть или уже задействованы в ОПК.

Перечисленные выше Советы по профессиональным стандартам так или иначе уже работают в этой сфере. С этой точки зрения характерно, что в «Отчете о результатах исполнения полномочий Совета по профессиональным квалификациям в nanoиндустрии в 2016 году» рассматриваются нанотехнологии в отраслях, задействованных в ОПК: производство машин и оборудования, производство аппаратуры для радио, телевидения и связи, химическое производство и др. (http://nspkrf.ru/images/octet/octet_spk_nano.pdf).

В качестве ключевого звена NBIC-технологий, уже находящих свое место в ОПК, по нашему мнению, следует рассматривать технологии, основанные на робототехнике, как непосредственно задействованные в производстве, так и в продукции ОПК.

Роботизированные технологии отвечают тому, что в настоящее время называют «высокими технологиями», при этом сравниваются так называемые «старые» и «новые» рабочие места [3–5].

Можно полагать, что характеристика «новых» рабочих мест соответствует термину «роботизация», когда человек программирует работу автомата или интеллектуального агента, созданного по принципу живого организма для осуществления производственных и других операций по заранее заложенной программе, управляются через получение информации о внешнем мире от датчиков самостоятельно/дистанционно.

Несмотря на то, что каждое производство строго индивидуально, все же можно выделить некоторые обобщенные предпосылки к роботизации производства. Вот некоторые из них:

- серийность производства;
- низкая производительность ручного труда;
- сложность выпускаемых изделий, требующая постоянной точности и производительности;
- строгие требования к качеству и алгоритму производственного процесса;
- производственные операции с габаритными или тяжелыми изделиями, где работникам физически сложно осуществлять манипуляции с объектом производства;
- задействовано несколько человек для осуществления одной производственной операции, которая может быть роботизирована;
- отсутствие квалифицированного персонала или его текучесть, постоянные затраты на пере-

обучение и приобретение узкопрофильных навыков;

- опасные условия труда для человека.

Однако эти предпосылки носят обобщенный характер, поэтому все зависит от определенной ситуации и технологических процессов, применяемых на конкретном производстве.

Осуществляя роботизацию технологических процессов с применением промышленных роботов, предприятие может наглядно оценить, что роботизация производства предоставляет ряд преимуществ:

- сокращение издержек производства путем снижения расходов на оплату труда;
- отсутствие зависимости от персонала, его настроения и квалификации;
- финансовая стабильность в моменты экономического кризиса компании, вследствие отсутствия расходов на оплату труда;
- стабильное качество, скорость и точность выполняемых операций;
- сокращение брака на производстве;
- возможность использования оборудования круглосуточно 365 дней в году;
- точный расчет себестоимости изделия (точный расход рабочего материала и энергии на одно изделие);
- повышение показателей общей производительности или конкретных выпускаемых изделий;
- получение технологического преимущества перед конкурентами;
- минимизация человеческого фактора;
- гибкость использования, способность к легкой переориентации на другие виды операций и новой архитектуре производства;
- повышение имиджа компании, использующей новые технологии на производстве.

Следует отметить, что квалификационные требования к работникам ОПК в части работы на прогрессивных видах оборудования и технологий в контексте роботизации технологических процессов для достаточно широкого перечня отраслей ОПК будут иметь общий характер.

Однако можно определить несколько уровней квалификации с учетом широты полномочий и ответственности, характера умений, характера знаний, обозначив при этом минимальные требования к уровню образования и основные пути достижения уровня квалификации. Необходимо ориентироваться при этом на то, что данные

квалификационные требования относятся к высокотехнологичным отраслям экономики.

В качестве примера, описывающего конкретно квалификационные требования к работникам ОПК в части работы на прогрессивных видах оборудования и технологий, может служить профессиональный стандарт по аддитивным технологиям для тех специалистов, которые занимаются созданием цифровых моделей для производства изделий (например, на 3-D принтерах), их обслуживанием, ремонтом и модернизацией. Стандарт ориентирован на тех, кто приходит работать на высокотехнологичные производства и, фактически, занимается производственно-исследовательской деятельностью.

Такой профессиональный стандарт в конце 2016 года внесен Министерством труда и социальной защиты в Национальный совет при Президенте РФ по профессиональным квалификациям (http://profstandart.rosmintrud.ru/national-news/61866/?sphrase_id=43013). В пояснительной записке к данному профстандарту указывается на значение данной области профессиональной деятельности для экономического развития машиностроительной отрасли, которое определяется возрастающим значением перспективных наукоемких технологий и материалов, открывающих новые возможности в конструкции изделия, применении мезоструктур, ячеистых и стержневых структур, контролируемой пористости.

Аддитивное производство обладает рядом преимуществ перед традиционными технологиями производства: значительная свобода формы изделия, в т.ч. для широкой номенклатуры изделий, изготавливаемых за одну технологическую операцию, возможность применения сложнопрофильных внутренних каналов, соединения нескольких изделий сборки в одну деталь, уменьшение операций производства, отсутствие инструмента обработки. Указанные преимущества определяют значительный интерес к аддитивным технологиям практически во всех отраслях промышленности. Уникальные свойства изделий достигаются как за счет новых конструктивных решений, так и за счет способа производства: преимущественно концентрированными потоками энергии, что позволяет получать повышенные физико-механические свойства изделий. Для ряда изделий изготовление методами аддитивных технологий позволяет не только повысить качество

изделий (а именно: массогабаритные и прочностные характеристики), но и уменьшить трудоемкость и ресурсоемкость, повысить экологичность производства.

Как показывает практика, в настоящее время имеется социальный заказ на специалистов по аддитивным технологиям и вспомогательным специальностям. Особое внимание следует уделить специалистам по аддитивным технологиям со средним профессиональным образованием, которые займут должности от операторов станков до техника-технолога, обеспечивая большинство потребностей при производстве. Специалисты по аддитивным технологиям инженерных специальностей будут способны разрабатывать технологические процессы, разрабатывая не только технологию аддитивного производства, но и обеспечивая последующую механическую, финишную и термическую обработку, которые могут быть роботизированы как робототехнические комплексы.

Приведенный пример профстандарта и ему подобные конкретно раскрывают обобщенные квалификационные требования к работникам ОПК в части работы на прогрессивных видах оборудования и технологий.

3. Ключевые тенденции в организации производства в ОПК

Основы государственной политики в области развития ОПК – один из основных нормативных правовых актов, определяющих ключевые тенденции в организации производства в ОПК. Документ устанавливает цели, основные задачи государственной политики в сфере ОПК на очередной 10-летний период, а также инструменты и механизмы их реализации.

При разработке документа учитывается большинство основополагающих документов, таких как Военная доктрина, Стратегия национальной безопасности, Основные направления деятельности Правительства России и действующие госпрограммы в сфере ОПК.

Утвержденные Президентом РФ (№ Пр-528 от 01.03.2010) Основы государственной политики в области развития ОПК на период до 2020 года и дальнейшую перспективу (далее – Основы-2020) были направлены на развитие производственно-технологической и институциональной структуры. Из открытых источников известно, что приоритетом государственной политики в ОПК была обозначена глубокая

технологическая модернизация, основанная на развитии инновационного, кадрового и интеллектуального потенциала оборонной промышленности.

Ключевым этапом реализации Основ-2020 являлось формирование на базе созданных интегрированных структур 35-40 системообразующих научно-производственных комплексов, с перспективой их дальнейшего укрупнения и формирования межгосударственных корпоративных структур. Институциональные преобразования этого периода обеспечили включение интегрированных структур в качестве новых центров компетенции в систему реализации государственной политики в ОПК. Были реализованы корпоративные программы реформирования, развития и повышения эффективности хозяйственной деятельности.

Проведенная в рамках Основ-2020 реструктуризация и оптимизация производственных мощностей была направлена, прежде всего, на повышение производительности труда, снижение издержек, повышение эффективности использования имеющихся активов.

Производственно-технологическая готовность

Формирование интегрированных структур, с одной стороны, было связано со снижением государственного вмешательства в операционную деятельность организаций ОПК, но с другой – произошедшая монополизация практически во всех оборонных отраслях привела к необходимости совершенствования государственного регулирования с учетом отраслевой специфики.

Это потребовало значительного совершенствования нормативной правовой базы, регламентации отношений управляющих компаний интегрированных структур с органами исполнительной власти и дочерними организациями, введение ряда специальных определений в рамках Федерального закона от 31.12.2014 № 488-ФЗ «О промышленной политике».

К 2018 году в результате проводимой в рамках Основ-2020 политики должны быть разработаны и внедрены около 90% промышленных технологий, обеспечивающих производство конкурентоспособной военной продукции. Производственно-технологическая готовность для обеспечения выпуска образцов военной техники должна составить 90–95%.

Пять ключевых задач

Министерством промышленности и торговли РФ обозначены 5 ключевых задач в отношении организации производства в ОПК.

Первая задача – техническое перевооружение в целях обеспечения выполнения государственной программы вооружения (ГПВ) и гособоронзаказа, импортозамещение и поэтапная локализация производств в интересах национальной обороны и безопасности государства.

Вторая задача – наращивание научно-технического задела, определяющего технологическое превосходство по всем видам вооружений и военной техники.

Третья задача – осуществление масштабной модернизации оборонной промышленности, реализация инвестиционных проектов более чем на 1300 предприятиях ОПК в рамках госпрограмм.

Четвертая задача – развитие кадрового потенциала ОПК, развитие системы многоуровневого образования и улучшение жилищных условий работников оборонной промышленности.

Пятая задача – структурный пересмотр системы управления оборонной промышленностью, становление интегрированных структур, контролируемых более 80% выпуска военной продукции. Эти структуры также должны стать ключевым элементом при переводе оборонной промышленности на систему предприятий полного жизненного цикла.

Решение указанных задач станет значимым этапом развития ОПК в среднесрочной перспективе. В рамках новой редакции основ государственной политики в ОПК предстоит дальнейшая оптимизация структуры активов, совершенствование корпоративного управления с внедрением систем управления, реализующих комплекс механизмов организации, мотивации и информатизации.

ОПК: новая индустриальная модель (организация)

Главными приоритетами развития ОПК в части организации производства является переход интегрированных структур ОПК на современную индустриальную модель бизнеса, диверсификация и оптимизации структуры производства, обеспечивающая выполнение ГПВ

и инновационное развитие научно-производственного потенциала.

Такие выводы можно сделать по итогам анализа открытых конкурсов Минпромторга на проведение исследовательских работ, которые позволяют определить некоторые направления развития ОПК, рассматриваемые в настоящее время министерством.

Прежде всего, это совершенствование деятельности организаций ОПК и обеспечение их загруженности помимо выполнения заданий гособоронзаказа. Исследуется возможность оперативного перехода ОПК на производство высокотехнологичной продукции гражданского назначения, востребованной на внутреннем и внешнем рынках.

Одним из приоритетных направлений является развитие системы многоуровневого образования в ОПК, мониторинг и прогнозирование кадровой потребности организаций, совершенствование подготовки квалифицированных кадров для сохранения технологических циклов производства важнейших систем вооружения.

Разрабатываются меры стимулирования перехода на современную индустриальную бизнес-модель и инновационного развития интегрированных структур ОПК. Создаются действенные механизмы мотивации необходимых преобразований, обеспечивающих эффективность выполнения заданий ГПВ и гособоронзаказа, полноту загрузки производственных мощностей, повышение конкурентоспособности продукции с учетом реализации Национальной технологической инициативы, обозначенной В. Путиным в послании от 04.12.2014 г.

В Указе Президента РФ от 07.05.2012 № 603 «О реализации планов (программ) строительства и развития Вооруженных Сил Российской Федерации, других войск, воинских формирований и органов и модернизации оборонно-промышленного комплекса» в отношении организации производства в ОПК предписано обеспечить реализацию следующих мероприятий:

- создание системы управления полным индустриальным циклом производства вооружения, военной и специальной техники – от моделирования и проектирования до серийного выпуска изделий, обеспечения их эксплуатации и дальнейшей утилизации;

- создание системы, направленной на совершенствование управления экономической деятельностью организаций ОПК в целях оптимизации производственных процессов, позволяющих использовать передовые технологии, в том числе зарубежные, для создания качественной продукции.

Ряд наиболее значимых направлений в организации производства в ОПК определен в государственной программе «Развитие оборонно-промышленного комплекса», утвержденной постановлением Правительства РФ от 16.05.2016 № 425-8.

Обеспечение выпуска качественной продукции

На заседании Научно-технического совета Военно-промышленной комиссии при Правительстве РФ (26.02.2013) были сформулированы основные проблемы в области обеспечения качества продукции военного назначения (ПВН):

- несовершенство нормативно-правовой базы в области формирования и реализации мероприятий гособоронзаказа (ГОЗ);

- несоответствие нормативной базы в области качества вооружений и военной техники (ВВТ) современной организационной структуре субъектов управления качеством ВВТ, научно-техническому уровню образцов ВВТ, современным экономическим условиям;

- сокращение полного цикла испытаний опытных образцов ВВТ, объемов и качества процедур контроля, осуществляемых военной приемкой;

- низкий уровень развития научно-методического обеспечения и технологий контроля и управления качеством ВВТ;

- отсутствие у предприятий ОПК и госзаказчиков ВВТ актуальной информации о текущем состоянии ВВТ, в т.ч. о фактических показателях качества ВВТ;

- технологические проблемы предприятий ОПК (износ парка технологического оборудования, потеря квалифицированных кадров, низкая эффективность системы управления качеством продукции);

- недостаточный уровень загрузки предприятий ОПК заданиями по разработке, производству и ремонту ВВТ, неритмичность заказов по созданию ВВТ;

- практическое исчерпание научно-технического задела для создания перспективных образцов ВВТ;

- низкое качество элементной компонентной базы и комплектующих, в т.ч. иностранного производства.

К числу задач обеспечения качества продукции ОПК, определяющих организацию производства в ОПК, относятся следующие:

- развитие нормативно-правового обеспечения качества продукции ОПК;

- мониторинг технологического состояния и экспертиза технологических процессов предприятий ОПК и комплексная оценка готовности предприятия к выполнению ГОЗ;

- контроль качества, маркировка и учет сырья, материалов и комплектующих изделий, обеспечивающих исключение поставок контрафактных (неаутентичных) изделий при производстве и эксплуатации продукции (создание системы объединенных поставок для предприятий ОПК);

- реализация технологий информационной поддержки жизненного цикла продукции ОПК (ИПИ-технологий);

- мониторинг результативности / эффективности систем менеджмента качества на предприятиях ОПК (создание единой системы сертификации в ОПК);

- мониторинг качества оборонной продукции (межотраслевой Совет по качеству и надежности ВВТ);

- организация тесного взаимодействия представителей заказчика с органами по сертификации единой системы сертификации в ОПК;

- кадровое обеспечение квалифицированными специалистами и непрерывность их обучения (повышение квалификации).

Кадровое обеспечение производства ОПК (трудовая мотивация)

Постановлением Правительства РФ от 05.03.2015 № 192 утвержден план подготовки кадров для организаций ОПК на 2016–2020 годы. План подготовлен в связи с завершением в 2015 году реализации государственного плана подготовки научных работников и специалистов для организаций ОПК на 2011–2015 годы (утвержден постановлением Правительства от 09.06.2010 № 421).

Устанавливается, что подготовка кадров для организаций ОПК в федеральных государствен-

ных образовательных организациях высшего образования, подведомственных Минобрнауки, проводится в соответствии с заданиями государственного плана.

Определяются задания государственного плана о количестве граждан, ежегодно принимаемых на обучение по образовательным программам на специальности среднего профессионального образования и направления подготовки и специальности высшего образования. Эти задания сформированы на основе предложений Минпромторга, Роскосмоса и госкорпорации «Росатом».

Минобрнауки совместно с заинтересованными федеральными органами исполнительной власти и организациями поручено разработать и утвердить порядок реализации государственного плана, перечни необходимых специальностей (направлений подготовки) и образовательных организаций. Также этим ведомствам поручено обеспечить мониторинг хода реализации государственного плана, трудоустройства граждан после окончания обучения.

Государственной программой РФ «Развитие оборонно-промышленного комплекса» (постановление Правительства РФ от 16.05.2016 № 425-8) предусмотрено развитие кадрового потенциала и наращивание интеллектуального потенциала ОПК.

Информатизация производства ОПК

Наряду с процессами автоматизации и роботизации технологических процессов в качестве ключевой тенденции в организации производства в ОПК следует рассматривать информатизацию процессов управления [6, 7].

Наиболее полно, по нашему мнению, задачи информатизации процессов управления были проработаны Российской экономической академией им. Г.В. Плеханова совместно с компанией IBS в рамках программы РЭА им. Г.В. Плеханова «Развитие инновационных клиент-ориентированных образовательных программ на основе когнитивных технологий и реинжиниринга ВУЗа». Предложенный им подход отражен в работах [8, с.26; 9, с.25]. В данном подходе определен порядок и уровни организации управления, приемлемой для ОПК, на основе разрабатываемой для каждого конкретного предприятия и ОПК в целом системы показателей эффективности управления с

поддержкой структуры показателей интегрированными информационными системами.

Таким образом, в совокупности ключевых тенденций в организации производства в ОПК можно выделить тенденции организационного, мотивационного и информатизационного характера.

4. Современные концепции технологических процессов

Для рассмотрения современных концепций технологических процессов целесообразно исходить из достаточно общего определения технологического процесса как регламентированной совокупности и последовательности действий, направленных на конечный, заранее определенный результат. Согласно этому определению современные концепции технологических процессов в значительной степени отвечают принципам системной инженерии [10, 11]. В соответствии с этими принципами могут быть сформулированы концептуальные принципы современных технологических процессов в следующем виде:

- все технологические процессы состоят из одного или нескольких элементов, которые вместе образуют единое целое;

- технологические процессы состоят из структурных элементов или функциональных элементов;

- определенные элементы и связи технологических процессов могут быть абстрактными, физическими или видами человеческой деятельности;

- технологические процессы организуются в виде иерархии или сети;

- границы технологических процессов по отношению к представлениям определяются целевым технологическим процессом в узком смысле, связанным с ним целевым технологическим процессом в широком смысле, их окружением в узком смысле и окружением в широком смысле;

- сложность технологического процесса может быть уменьшена посредством определения существенных факторов (концепций и принципов);

- сложность технологического процесса определяется уполномоченной организацией при описании сложного прохождения этапов технологического процесса;

- сложность технологического процесса возрастает при дезорганизации его подсистем, результатом чего является беспорядочное прохождение этапов технологического процесса;

- люди воспринимают сложность технологического процесса по-разному и, кроме того, люди в принципе могут быть частью технологического процесса, что приводит к увеличению его сложности;

- ситуационные технологические процессы возникают в ответ на (проблемы или возможности) или в результате определения целей в форме конечных состояний технологического процесса;

- реагирующие технологические процессы разрабатываются и используются для обращения с ситуационными технологическими процессами;

- активы технологического процесса постоянного применения вводятся в строй и используются в реагирующих технологических процессах;

- один из элементов реагирующего технологического процесса должен осуществлять управление.

Современные концептуальные требования к технологическим процессам (в отношении ОПК) отражены в Стратегии научно-технологического развития РФ, утвержденной Указом Президента РФ от 01.12.2016 № 642:

«В ближайшие 10–15 лет приоритетами научно-технологического развития Российской Федерации следует считать те направления, которые позволят получить научные и научно-технические результаты и создать технологии, являющиеся основой инновационного развития внутреннего рынка продуктов и услуг, устойчивого положения России на внешнем рынке, и обеспечат переход к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, роботизированным системам, новым материалам и способам конструирования, создание систем обработки больших объемов данных, машинного обучения и искусственного интеллекта; переход к экологически чистой и ресурсосберегающей энергетике...».

Современные концепции технологических процессов ориентированы на получение определенного продукта с требуемыми экономическим, социальным, экологическим, институциональным эффектами на основе некоего базового или перспективного технологического уклада. При

этом для производств ОПК обязательно учитывается фактор безусловного обеспечения обороноспособности страны при использовании выпускаемой продукции с учетом реальных возможностей по ее выпуску.

Прежде всего, поскольку стоимость оборудования и его амортизации учитывается в стоимости продукта, нужно реализовать технологическую концепцию с наименьшими капиталовложениями. Этому может способствовать достижение максимальной величины продукции, получаемой с технологической единицы, т.е. наилучшее использование оборудования. Сформулированная таким образом цель относится как к технологии (максимально возможные скорости процессов в аппаратах), так и к организации производства (исключение или уменьшение простоев оборудования).

С этой точки зрения можно выделить следующие концепции технологических процессов, внедряемых и применяемых на предприятиях ОПК в настоящее время [12–15]:

1) Бережливое производство (lean production) – концепция менеджмента, основанная на неуклонном стремлении к устранению всех видов потерь. Бережливое производство предполагает вовлечение в процесс оптимизации бизнеса каждого сотрудника и максимальную ориентацию на потребителя;

2) TPM (Total Productive Maintenance) – система общепроизводственной эксплуатации оборудования, направленная на обеспечение создания добавочной стоимости;

3) 5S – система организации и рационализации рабочего места;

4) «Кайдзен» – непрерывное совершенствование методов работы, личной эффективности, процессов производства, разработки, вспомогательных бизнес-процессов и управления, а также всех аспектов жизни;

5) «Центр компетенций» – места, где конкретная работа выполняется на уровне лучших мировых стандартов, деятельность по созданию условий для формирования инновационных компетенций персонала и самой организации.

Примеры применения современных концепций технологических процессов на предприятиях ОПК.

1. *Концепция «бережливое производство»* с 2015 года реализуется в рамках Программы развития производственной системы концерна

«Калашников» до 2020 года. Концерн «Калашников» (Ижевск) – крупнейший российский производитель боевого автоматического и снайперского оружия, управляемых артиллерийских снарядов, а также широкого спектра высокоточного оружия. Большой сегмент гражданской продукции включает охотничьи ружья, спортивные винтовки, станки и инструмент.

Приоритетами программы развития ПС Концерна «Калашников» к 2020 году является увеличение валовой выручки и объема выпускаемой продукции в 3 раза, сокращение себестоимости изделий в 2 раза, обеспечение экологически безопасного, ресурсосберегающего и малоотходного производства, а также становление самым привлекательным работодателем в России и лидером по скорости коммерциализации технологий и новых продуктов.

2. *Total Productive Maintenance (TPM)* применяется в АО «Швабе – Оборона и Защита» (до 2014 г. – ОАО ПО «Новосибирский Приборостроительный Завод»), многопрофильном предприятии со значительным научно-техническим потенциалом, которое специализируется на разработке и производстве высокоточных лазерных, оптико-электронных и оптико-механических приборов (<http://www.prz-optics.ru>). Система TPM позволяет предупреждать и устранять потери, связанные с простоями станков с числовым программным управлением (ЧПУ).

В рамках реализации концепции бережливого производства на предприятии АО «Швабе – Оборона и Защита» разработаны и введены в эксплуатацию 29 карт технического обслуживания станков с ЧПУ – это первый этап внедрения на заводе инструмента TPM. Внедрение стандартизованных процедур контроля способствует своевременному информированию механиков о возможных неполадках, предупреждению поломок оборудования в будущем, а также повышению надежности станочного парка. Применение TPM приведет к увеличению производительности труда на 11% до конца 2017 года.

Благодаря введению в производственный цикл АО «Швабе – Оборона и Защита» ряда методик концепции бережливого производства, в 2016 году за 4 месяца был зафиксирован рост производительности труда 124,5% по сравнению с аналогичным периодом 2015 года.

3. *Концепция 5S* со временем стала элементом концепции бережливого производства. На предприятиях ОПК она внедряется в качестве стартовой концепции с дальнейшим переходом к комплексу бережливого производства. Концепция 5S основана на пяти составляющих: «Сэйри» – сортировка, «Сэйтон» – соблюдение порядка, «Сэйсо» – принцип соблюдения чистоты, «Сэйкэцу» – стандартизация, «Сицукэ» – совершенствование. Как правило, внедрение системы 5S на производстве занимает около полугода. В качестве примера – опыт концерна «Калашников».

4. *Концепция «Кайдзен»* на российских предприятиях ОПК, как показывает пример концерна «Калашников», внедряется параллельно с концепцией бережливого производства.

23 июня 2016 г. специалистами «Kaizen Institute Russia» (<http://kaizeninstitute.ru>) проведена стратегическая сессия в ПАО «Корпорация ВСМПО-АВИСМА» (Свердловская обл.), крупнейшем в мире производителе титана, имеющем полный технологический цикл – от переработки сырья до выпуска готовых изделий с высокой степенью механической обработки. Корпорация поставляет продукцию на рынки 50 стран, глубоко интегрирована в мировую авиакосмическую индустрию и является для многих компаний стратегическим поставщиком (численность сотрудников – 20 тыс. чел.). Результатом сессии является осознанная и согласованная всеми участниками стратегия, в т.ч. определяются: цели по улучшениям; система показателей; матрица «Показатель» - «Процесс» = «Инструмент» - «Рабочая группа»; дорожная карта проекта (мероприятия, сроки, ответственные); структура управления проектом; система отчетности.

5. В процессе работы над проектом Центра компетенций ПАО «Мотовилихинские заводы» (Пермь) были выделены следующие приоритетные технологии [16]:

- технология разработки, мониторинга и пересмотра (актуализации) стратегии (комплексная самодиагностика и разработка приоритетных решений по изменениям);

- технология формирования и развития инновационного резерва (стратегическое компетентностное планирование, компетентностная диагностика участника резерва,

разработка программы личностного развития, проектно-ориентированное обучение);

– технология создания инновационных саморазвивающихся структур (самодиагностика и обоснование создания, конфигурирование организационных единиц, инициирование проектов организационного развития);

– технология создания и реализации инновационных проектов;

– технология управления системой мотивации (вовлечения и наделения полномочиями инновационного контингента персонала предприятия, сопровождения разработки и реализации инновационного проекта развития предприятия, разработки реализации программы развития карьеры, признания лидерских достижений).

ПАО «Мотовилихинские заводы» объединяет металлургический комплекс и ряд направлений машиностроения, производит нефтепромысловое оборудование. Основным направлением деятельности машхолдинга является продукция оборонного назначения. ПАО «Мотовилихинские заводы» производит РСЗО «Град» и «Смерч», их модернизированные версии «Торнадо-Г» и «Торнадо-С», а также компоненты ЗРПК «Панцирь» и ствольную артиллерию. Выручка за 2016 год – 9,7 млрд руб.

Таким образом, можно констатировать, что в последние годы предприятиями ОПК активно изучаются и внедряются современные концепции технологических процессов, позволяющие повышать эффективность производства.

Заключение

В данной работе влияние ОПК на формирование высокотехнологичных производств в отраслях промышленности рассмотрено в контексте существующих взглядов и представлений, в том числе нормативно определенных в таких документах как Прогноз научно-технологического развития России на период до 2030 года, Стратегия научно-технологического развития РФ. Представлены результаты реализации потенциала ОПК в производстве высокотехнологичной продукции по линии Минпромторга, Минздрава, Минтранса, Минэнерго, Минсвязи, госкомпаний «Роскосмос», «Росатом», «Ростех» и направления дальнейшей работы. Показано, что влияние ОПК на формирование высокотехнологичных производств в отраслях промышленности не только теоретически обосновано, но

реализуется практически в различных сферах хозяйственной деятельности.

Появление новых технологических решений, в первую очередь при смене технологических укладов, предъявляет все новые и новые квалификационные требования к работникам ОПК. Приведен перечень наиболее востребованных специальностей в организациях ОПК в 2015 году с прогнозом на 2020 и 2025 годы. С учетом все большего проникновения NBIC-технологий и роботизации технологических процессов, в обобщенном виде представлены квалификационные требования к работникам ОПК в части работы на прогрессивных видах оборудования и технологий, и приведен конкретный пример профессионального стандарта по аддитивным технологиям, иллюстрирующий адекватность обобщенных квалификационных требований, охватывающих сотни специальностей, связанных с высокими технологиями.

Ключевые тенденции в организации производства в ОПК обусловлены решениями, совместно выработанными государственными органами, научным сообществом и корпоративным сектором ОПК. Наиболее важным моментом является формирование на базе интегрированных структур ОПК 35-40 системообразующих научно-производственных комплексов, с их дальнейшим укрупнением и формированием межгосударственных корпоративных структур с целью повышения производительности труда, снижение издержек, повышение эффективности использования имеющихся активов, определяющих производственно-технологическую готовность предприятий ОПК к обеспечению обороноспособности страны.

Рассмотрены 5 ключевых задач в отношении организации производства в ОПК. Главными приоритетами развития ОПК в части организации производства является переход интегрированных структур ОПК на современную индустриальную модель бизнеса, диверсификация и оптимизация структуры производства, обеспечивающие выполнение ГПВ и инновационное развитие научно-производственного потенциала. Показаны основные проблемы в области обеспечения качества продукции военного назначения, связанные с организацией технологических процессов, мотивацией персонала и информатизацией производства.

Современные концепции технологических процессов отвечают принципам системной инженерии. Сформулированы концептуальные принципы современных технологических процессов и показаны практические примеры внедрения существующих концепций на предприятиях ОПК.

Результаты исследования служат обосновывающим материалом для моделирования механизмов управления производством на предприятиях ОПК.

Библиографический список

1. Bainbridge W., Roco M. *Managing Nano-Bio-Info-Cogno Innovations: Converging Technologies in Society*. Dordrecht: Springer, 2006. 390 p.

2. Акаев А., Рудской А. Синергетический эффект NBIC-технологий и мировой экономический рост в первой половине XXI века // *Экономическая политика*. 2014. № 2. С. 25–46.

3. Асфаль Р. *Роботы и автоматизация производства* / пер. с англ. М.: Машиностроение, 1989. 448 с.

4. Балацкий Е.В., Екимова Н.А. *Доктрина высокотехнологичных рабочих мест в российской экономике*. М.: Эдитус, 2013. 124 с.

5. Бондарева Н.Н. *Состояние и перспективы развития роботизации: в мире и России* // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). 2016. Т. 7. № 3. С. 49–57.

6. Axson D.A. *Best Practices in Planning and Performance Management: Radically Rethinking Management for a Volatile World*. Hoboken, NJ: Wiley, 2010. 320 p.

7. Чейз Р.Б., Эквилайн Н.Дж., Якобс Р.Ф. *Производственный и оперативный менеджмент* / пер. с англ. М.: Вильямс, 2004. 704 с.

8. *Системы управления эффективностью бизнеса* / науч. ред. Н.М. Абдикеева и О.В. Китовой. М.: Инфра-М, 2010. 282 с.

9. Китова О.В. *Управление эффективностью маркетинга: методология и проектное моделирование*. М.: Инфра-М, 2009. 328 с.

10. Косяков А., Свит У., Сеймур С., Бимер С. *Системная инженерия: принципы и практика* / пер. с англ. М.: ДМК Пресс, 2014. 636 с.

11. Pyster A., Olwell D., Hutchison N., Enck S. *Guide to the Systems Engineering Body of Knowledge (SEBoK), version 1.0*. Hoboken, NJ: The Trustees of the Stevens Institute of Technology, 2012. 852 p.

12. Ковалев В.И., Медведев А.А. Система бережливого производства и ее внедрение в организациях оборонно-промышленного комплекса Минпромторга России // *Научный вестник оборонно-промышленного комплекса России*. 2016. № 3. С. 44–50.

13. Итикава А., Такаги И., Такэбэ Ю. и др. *TRM в простом и доступном изложении* / пер. с яп. М.: Стандарты и качество, 2008. 128 с.

14. Масааки Имаи. *Гемба кайдзен: путь к снижению затрат и повышению качества* / пер. с англ. М.: Альпина, 2010. 340 с.

15. Сигео Синго. *Изучение производственной системы Тойоты с точки зрения организации производства* / пер. с англ. М.: Институт комплексных стратегических исследований, 2006. 312 с.

16. Акатов Н.Б., Молодчик А.В. *Центр компетенций в стратегии машиностроительного предприятия* / Системы государственного и корпоративного управления в ОПК: материалы науч.-практ. конф. Пермь, 2-4 окт. 2013 г. С. 29–32.

Поступила в редакцию – 4 февраля 2018 г.

Принята в печать – 2 марта 2018 г.

References

1. Bainbridge W., Roco M. (2006). *Managing Nano-Bio-Info-Cogno Innovations: Converging Technologies in Society*. Dordrecht: Springer, 390 p.

2. Akaev A., Rudskoy A. (2014). Synergetic effect of NBIC-technologies and world economic growth in the first half of the XXI century. *Ekonomicheskaya politika* = Economic policy, 2, 25–46. (In Russ).

3. Asfahl R. (1985). *Robots and Manufacturing Automation*. NY: Wiley, 490 p. (In Russ).

4. Balatskiy E.V., Ekimova N.A. (2013). *The doctrine of hi-tech jobs in the Russian economy*. Moscow: Editus, 124 p. (In Russ).

5. Bondareva N.N. (2016). The current state and the perspectives of robotics development: in the globe and Russia. *MIR (Modernizatsija. Innovatsii. Razvitie) = MIR (Modernization. Innovation. Research)*, 7 (3), 49–57. (In Russ).
6. Axson D.A. (2010). *Best Practices in Planning and Performance Management: Radically Rethinking Management for a Volatile World*. Hoboken, NJ: Wiley, 320 p.
7. Chase R.B., Aquilano N.J., Jacobs R.F. (1998). *Production and Operations Management: Manufacturing and Services*. NY: Irwin, 889 p. (In Russ).
8. Abdikeev N.M., Kitova O.V. (2010). *Business performance management systems*. Moscow: Infra-M, 282 p. (In Russ).
9. Kitova O.V. (2009). *Marketing effectiveness management: methodology and project modeling*. Moscow: Infra-M, 328 p. (In Russ).
10. Kossiakoff A., Sweet W., Seymour S., Biemer S. (2011). *Systems Engineering: Principles and Practice*. Hoboken, NJ: Wiley, 560 p. (In Russ).
11. Pyster A., Olwell D., Hutchison N., Enck S. (2012). *Guide to the Systems Engineering Body of Knowledge (SEBoK), version 1.0*. Hoboken, NJ: The Trustees of the Stevens Institute of Technology, 852 p.
12. Kovalev V.I., Medvedev A.A. (2016). The lean production system and its implementation to the enterprises of military-industrial complex of the Ministry of industry and trade of Russian Federation. *Nauchnyy vestnik oboronno-promyshlennogo kompleksa Rossii = Scientific Bulletin of the military-industrial complex of Russia*, 3, 44–50. (In Russ).
13. Ichikawa A., Takagi I., Takebe Y., Yamasaki K., Izumi T., Shinozuka S. (2004). *TPM: Total Productive Maintenance*. Tokyo: Japan Institute of Plant Maintenance. (In Russ).
14. Masaaki Imai. (1997). *Gemba Kaizen: A Commonsense, Low-Cost Approach to Management*. NY: McGraw-Hill, 354 p.
15. Shigeo Shingo. (1981). *A Study of the Toyota Production System from an Industrial Engineering Viewpoint*. Tokyo: Japan Management Association, 363 p.
16. Akatov N.B., Molodchik A.V. (2013). The competences center in the strategy of a machine-building enterprise / Systems of public and corporate governance in the defense industry complex: Materials of sci.-practical Conf., 2-4 Oct., Perm, 29–32. (In Russ).

Received – 4 February 2018.

Accepted for publication – 2 March 2018.

ТЕОРИЯ И МЕТОДЫ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА

DOI: 10.25065/1810-4894-2018-26-1-23-33

УДК 338.45:330.46

АДАПТИВНОСТЬ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТЬЮ И ИННОВАЦИОННЫМ РАЗВИТИЕМ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

С.В. Чупров

*Байкальский государственный университет
Россия, 664003, Иркутск, ул. Ленина, 11*

Введение. Среди магистральных направлений новейших экономических исследований теоретическое и прикладное значение приобретает решение проблемы разработки адаптивной системы обеспечения устойчивости развивающейся индустрии. Подверженные влиянию потока напористых перемен в деловой среде, отечественные промышленные предприятия ныне испытывают нарастающие «перегрузки» как глобального напряжения экономических взаимодействий, так и инновационных преобразований хозяйствующих субъектов. Овладение методами и средствами адаптивного управления устойчивой деятельностью предприятий между тем осложняется как особенностями нестационарной внешней среды, так и нелинейным характером деятельности промышленных предприятий.

Теория. Теоретическую основу исследования составили воззрения системного анализа, кибернетики, инновационного менеджмента, а также нелинейной динамики, теорий самоорганизации и катастроф, образующих каркас междисциплинарной синергетической парадигмы.

Данные и методы. Данными для анализа проблемы служила официальная информация Федеральной службы государственной статистики, а методическими подходами к ее решению стали инструменты системной методологии, гомеостатики, теории устойчивости, экономико-математического моделирования и компьютерных технологий.

Полученные результаты. Показано, что вызовы и угрозы российской экономики таят в себе головокружительный темп появления институциональных и инновационных возмущений как предпосылок усиления неравновесности макросреды и возбуждения нетривиальных переходных процессов. В эволюции нелинейной экономической системы под влиянием детерминированных и случайных факторов возникают комбинации медленных и быстрых процессов с преобладанием неустойчивых состояний, что мотивирует привлечение гомеостатической модели для достижения равновесия и стабилизации режима функционирования промышленных предприятий.

Заключение. Проектирование адаптивного управления устойчивостью промышленных предприятий нацелено на предупреждение пагубного влияния деструктивных факторов и обеспечение эффективного инновационного развития вопреки, в частности, помехам мирового регресса и тяготящему воздействию кризиса российской экономики

Ключевые слова: возмущение, инновация, нелинейная динамика, промышленность, равновесие, управление, устойчивость, эволюция

Для цитирования:

Чупров С.В. Адаптивность системы управления устойчивостью и инновационным развитием промышленного предприятия // Организатор производства. 2018. Т.26. №1. С. 23-33. DOI: 10.25065/1810-4894-2018-26-1-23-33

Сведения об авторах:

Сергей Витальевич Чупров (д-р экон. наук, профессор, ChuprovSV@bgu.ru), профессор кафедры менеджмента, маркетинга и сервиса.

On authors:

Sergey V. Chuprov (Dr. Sci. (Economy), Professor, ChuprovSV@bgu.ru), Professor of the Chair of Management, Marketing and Service.

ADAPTIVITY OF THE MANAGEMENT SYSTEM OF STABILITY AND INNOVATIVE
DEVELOPMENT OF INDUSTRIAL ENTERPRISE

S.V. Chuprov

Baikal State University

11, Lenina St., Irkutsk, 664003, Russia

Introduction. Among the main directions of the modern economic studies in theoretical and applied importance is the problem of developing an adaptive system for stability of the developing industry. Affected by the energetic flux of change in the business environment, the domestic industrial enterprises are now experiencing the rise of "congestion" as a global stress economic interactions and innovative transformations of economic entities. Master methods and tools of adaptive management for stable activities of enterprises, meanwhile, is complicated by the peculiarities of unsteady external environment, and the nonlinear nature of industrial activities.

Theory. The theoretical basis of the research was the views of systems analysis, cybernetics, innovation management, and nonlinear dynamics, theories of self-organization and catastrophes, forming the frame of the interdisciplinary synergetic paradigm.

Data and methods. Data for problem analysis was used as the official information of the Federal service of state statistics, and methodological approaches to its solution have become the tools of system methodology, homeostatic, stability theory, mathematical modeling and computer technology.

The results obtained. It is shown that the challenges and threats of the Russian economy are fraught with a dizzying pace of institutional innovation and the emergence of disturbances of the prerequisites for the strengthening of disequilibrium in the macro environment and excitation non-trivial transients. In the evolution of nonlinear economic systems under the influence of deterministic and random factors have combination of slow and fast processes with the prevalence of unstable States, which motivates the involvement of the homeostatic model to reach equilibrium and stabilize the mode of functioning of industrial enterprises.

Conclusion. Design adaptive stability management of industrial enterprises aimed at preventing the harmful effects of destructive factors and the effective innovative development in spite of, in particular, the bellows of the global recession and aggravating the impact of the crisis of the Russian economy

Key words: disturbance, innovation, nonlinear dynamics, industry, equilibrium, management, stability, evolution

For citation:

Chuprov S.V. (2018). Adaptivity of the management system of stability and innovative development of industrial enterprise. *Organizator proizvodstva* = Organizer of Production, 26 (1), 23-33. DOI: 10.25065/1810-4894-2018-26-1-23-33 (in Russian)

Введение

Насыщенность экономического пространства глобальными вызовами и угрозами находит выражение в сильной возмущенности среды отечественных промышленных предприятий, вследствие чего резонно ожидать появления у них замысловатых траекторий нелинейного характера со свойственными им калейдоскопами фаз – стремительными и медленными, плавными и резкими стадиями функционирования. Возросшая в последнее время подвижность поведения предприятий индустрии несет в себе

риск распада их структуры и разлада ресурсных потоков, а потому хаотизации и деградации их хозяйственной деятельности.

Вместе с тем наряду с охваченной переменами и депрессией индустрией отмечаем масштабную проблему и другого рода – создания предпосылок становления экономики знаний и освоения нового технологического уклада благодаря генерации, диффузии и коммерциализации новшеств и поступательному инновационному развитию российской индустрии. Укрепление конкурентных позиций наших предприятий и

повышение наукоемкости промышленной продукции сопровождается модернизацией ресурсов, производственных и управленческих процессов предприятий, подчиненных как линейным, так и нелинейным канонам.

Эти обстоятельства актуализируют и придают весомое практическое значение проектам построения и апробации системы управления, обеспечивающей устойчивость работы промышленных предприятий в нестационарной среде интенсивных качественных перестроек.

Теория

Теоретическую и методологическую поддержку решению этой задачи оказывают воззрения и инструменты широкого спектра отраслей научного знания. Исследование сущности и структуры, процессов функционирования и развития системы управления предприятия проводится с привлечением представлений системного анализа, кибернетики, инновационного менеджмента.

В дополнение к концепциям наук управленческого цикла современные учения о динамических системах, в частности, нелинейной динамики, синергетики и катастроф углубляют понимание и анализ нетривиального поведения экономических систем, метаморфоз в деятельности промышленных предприятий.

В таких условиях построение и совершенствование адаптивной системы управления промышленных предприятий в нестационарном окружении опирается на комплекс кибернетических и компьютерных методов и средств, позволяющих проводить мониторинг среды и настройку алгоритмов управления производственной и финансово-экономической деятельности предприятий.

Данные и методы

Исходную информацию проведенного исследования составили сведения официальной статистики, публикуемой Федеральной службой государственной статистики.

Методами решения проблемы послужили исследовательские подходы и инструментальные средства системной методологии, гомеостатики, теории устойчивости.

Экономико-математическое моделирование и компьютерные технологии раскрывают в деятельности промышленных предприятий нюансы динамической картины функционирования и дают возможность познать закономерности

и особенности их эволюции.

1. Современные вызовы и угрозы экономики и инновационная деятельность российских промышленных предприятий

Порождаемый потрясениями мирового и национального хозяйств вихревой поток политических и экономических перемен влечет за собой повышенную возмущенность окружения промышленных предприятий, вследствие чего их структуре и деятельности не избежать давления факторов кризиса и могут потерять устойчивость. Вместе с ними возрастают угрозы нарушения ритма работы и обеспечения ресурсами предприятия и их последующего истощения и неплатежеспособности. Примечательной чертой характера функционирования предприятий индустрии становятся стрессы системы управления предприятия, лабильность и крутизна изменения производственных и финансово-экономических показателей в нестационарной бизнес-среде.

Мировая экономика переживает период существенной неравномерности производства реального объема валового внутреннего продукта (ВВП), о чем свидетельствует статистика по нему в ряде ведущих стран в 2013-2017 гг. [1]. На фоне пестрой динамики этого показателя относительной стабильностью отличается экономика Китая, тогда как «тиски» кризиса сдерживают рост ВВП у других стран (Японии, Германии, Франции, Бразилии), а в США и Соединенном Королевстве (Великобритании) допущено снижение ВВП в 2016 г. по сравнению с 2015 г. В России динамика реального объема ВВП далека от стабильной: 1,8% (2013 г.), 0,7% (2014 г.), – 2,8% (2015 г.), – 0,2% (2016 г.) и, как видим, после осязаемого падения его в 2015 г. замечен перелом в понижительной тенденции его изменения в 2013-2015 гг.

В промышленном производстве этих стран налицо депрессия и изрядные колебания объема изготовления продукции индустрии. Отягощенное мировым системным кризисом, ее производство в 2013 – 2017 гг. страдало вариабельностью, разбросом показателя прироста индекса промышленного производства (таблица) [2]. Амплитуда его изменения (от –6,4% до 2,1%) была наиболее высокой в Бразилии. В России индекс менялся в умеренном диапазоне значений (от –0,8% до 1,7%) с положительной динамикой в 2016 - 2017 гг. В Германии и Соединенном

Королевстве (Великобритании) амплитуда изменения индекса ниже, чем у Франции, Япо-

нии и США, причем у последней в 2015-2016 гг. индекс производства был отрицательным.

Динамика промышленного производства в 2013 – 2017 гг. в % к предыдущему периоду
The dynamics of industrial production in 2013 - 2017 in % to the previous period

	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	Январь-сентябрь 2017 г. в % к январю-сентябрю 2016 г.
Россия	0,4	1,7	-0,8	1,3	1,8
Бразилия	2,1	-3,0	-8,2	-6,4	1,8
Германия	0,3	2,0	0,4	1,3	2,8
Соединенное Королевство (Великобритания)	-0,7	1,5	1,2	0,9	1,5
США	2,0	3,1	-0,7	-1,2	1,4
Франция	-0,8	-0,9	2,0	0,4	1,5 ¹⁾
Япония	-0,9	1,9	-1,3	-0,3	4,7 ¹⁾

1) Январь-август 2017 г. в % к январю-августу 2016 г.

Преградой ускоренному инновационному развитию России стала санкционная политика ряда зарубежных стран, которая блокирует выгодное кредитование наших предприятий со стороны западных банков и поставки высокотехнологичного оборудования для нуждающихся в нем отраслей промышленности. Однополюсный миропорядок ведет к перекосам в торгово-экономических отношениях стран, потери рынков и неэквивалентному обмену ресурсами. Импортзамещение и стремление к восстановлению равновесного положения «догоняющими» странами в условиях дисгармонии межгосударственных отношений встретит препятствие со стороны амбициозного транснационального капитала и охраняющего его интересы правительства, что придаст международным экономическим процессам устойчиво неравновесный характер.

Очевидно, вызовы и угрозы кардинальных сдвигов в глобальном экономическом пространстве и их синхронное наложение на рыночные преобразования в российской экономике может инициировать резонирующий эффект с тяжелыми последствиями для индустрии нашей страны. При таком сценарии совокупное воздействие внешних и внутренних возмущений обернется для товаропроизводителей укоренением в их функционировании неустойчивых состояний и сузит возможности ресурсного оздоровления кризисного промышленного предприятия.

Между тем не только «буксующие» мировая и российская экономики служат предпосылками жесткости и возмущенности деловой среды

отечественных промышленных предприятий. Нестационарность ее поддерживается и насыщением среды мощным воздействием коренных инноваций, способных в той или иной мере хаотизировать деятельность предприятий индустрии в процессе освоения нововведений и изготовления инновационной продукции.

По официальной статистике объем инновационных товаров, работ, услуг в промышленном производстве России варьировал на достаточно низком уровне и в 2010–2016 гг. составлял мизерную величину: 4,9%–8,9%, а удельный вес организаций, осуществлявших технологические, организационные, маркетинговые инновации в обрабатывающих производствах в этом периоде, от 13,0% до 13,6% [3, 4]. Обратим внимание и на то, что наблюдаем тенденцию снижения доли расходов на гражданскую науку из средств федерального бюджета: с 3,19% в 2013 г. до 2,45% в 2016 г. [5].

Инновационная активность предприятий в обрабатывающих производствах в 2010-2016 гг. оставалась достаточно стабильной и ее уровень (в процентах от числа обследованных предприятий) менялся в диапазоне 13,0%–13,6%. Колебания этого показателя в том же периоде составил в производстве: машин и оборудования 13,9%–17,7%, электрооборудования, электронного и оптического оборудования – 25,9%–28,3%, транспортных средств и оборудования – 18,2%–21,8% [6].

«Бушующая» вызовами и угрозами, нестационарная деловая среда промышленного предприятия с возрастающим динамизмом и

возмущенностью окружения диктует необходимость проектирования, внедрения и развития адаптивной системы управления им для эффективного приспособления предприятия к внешним условиям деятельности и сохранения устойчивости его функционирования.

2. Нелинейность и переходные процессы в функционировании промышленных предприятий в возмущенной среде

С ухудшением межстрановых торговых отношений и поворотом вектора мирового экономического развития в сторону Азиатско-Тихоокеанского региона решающее значение принадлежит способности промышленных предприятий отвести опасность необратимой деградации ресурсов и банкротства. В этой связи активно заявляет о себе информационно-технологический аспект, принимая доминирующий характер и наполняя бизнес-среду новыми знаниями – воплощением инноваций в системах управления предприятий.

По мере насыщения экономического пространства технологическими, организационными и иными инновациями складываются благоприятные условия для форсированного инновационного развития промышленных предприятий и формирования облика будущей экономики знаний. В теоретико-методологическом плане аналитиков занимают проблемы неординарной эволюции деятельности промышленных предприятий, исследование природы и факторов обретения и потери их равновесия и устойчивости в трансформационной российской среде.

Задача осложняется тем, что до недавнего времени отсутствовали проектные наработки и практика институциональных преобразований планомерно регулируемой экономики в рыночную с

интенсивными переходными процессами, аналогичными тем, которые поразили наш хозяйственный комплекс после шоковой терапии 90-х гг. XX в. «К сожалению, приходится констатировать, что мировая экономическая наука не уделяла достаточного внимания переходным периодам. Нет и соответствующей теории или теорий, хотя исторический опыт уже накоплен вполне достаточный... Современный мир – это мир экономических реформ. Но вот теорий переходного периода пока не видно», – с досадой писал акад. В.Л. Макаров [7, с. 39].

Ошеломляющий темп институциональных и инновационных перемен привел к аритмии в движении ресурсов, сильной неравновесности макросреды и возбуждению в ней мощного потока возмущений. В кибернетике переходный процесс динамической системы рассматривается как протекающий во времени процесс перехода из одного установившегося режима функционирования в другой. Он возникает вследствие влияния возмущений на систему или ее ненулевых начальных условий, изменяющих структуру, состояние или параметры системы.

Охарактеризуем виды переходных процессов. В зависимости от их характера принято различать: немонотонные колебательные (1), слабоколебательные (2), монотонные колебательные (3) и неколебательные (4) переходные процессы (рис. 1). В линейных непрерывных динамических процессах установившееся значение наступает за бесконечно большое время, но если ввести величину точности ε достижения этого значения, длительность переходного процесса t_T будет конечной величиной [8, с. 156].

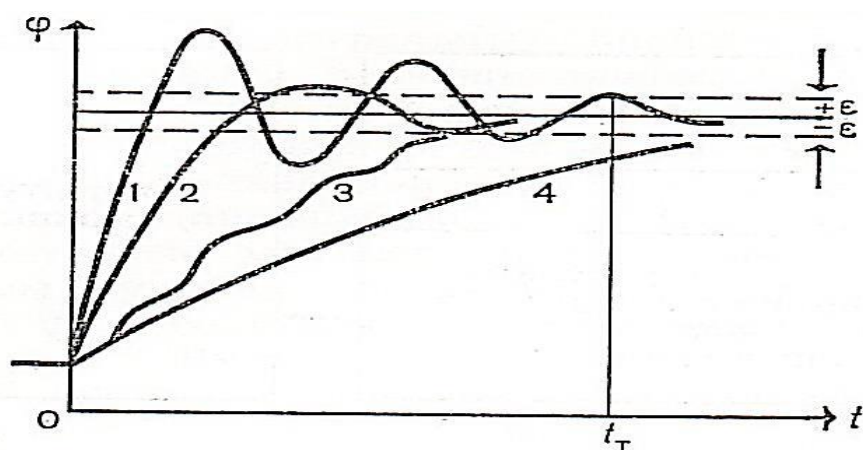


Рис. 1. Виды переходных процессов
Fig. 1. Types of transients

В возмущенной среде переходные процессы в экономических системах могут отражать неординарные закономерности, иметь ту или иную интенсивность, и отображающие их показатели «плывут» по переменчивой (1, 2) или однонаправленной (3, 4) траектории с колебаниями разной амплитуды и скорости изменения. Определение и построение переходных процессов проводят экспериментально или аналитически при различных возмущениях, в частности, ступенчатого или синусоидального типа [8, с. 156].

Ступенчатое возмущение представляет собой мгновенное, скачкообразное и энергичное (порой критичное) изменение внешних воздействий. Такой импульсный «толчок» способен перевести чувствительную динамичную систему в качественно отличный режим с витиеватыми траекториями движения. Примером ступенчатого возмущения на российскую макроэкономику может служить «прыжок в рынок» посредством шоковой терапии, после которого многократно взлетела инфляция и произошел обвал промышленного производства: в 1998 г. промышленное производство составило 46% от уровня 1990 г., в т.ч. в машиностроении — 35%, химической — 43%, нефтехимической промышленности — 36%, черной металлургии — 52%, цветной металлургии — 54%. Между тем и спустя 11 лет после проведения ценовой либерализации промышленное производство в 2002 г. не достигло и двух третей (62%), а машиностроение и вовсе оставалось равным половине (50%) уровня 1990 г. [9, с. 179].

Возмущение синусоидального типа имеет периодический характер, когда происходит

волнообразное изменение отслеживаемого показателя. Такого рода колебания появляются, в частности, на волатильном мировом рынке углеводородов.

С позиций постулатов кибернетики не подлежит сомнению, что с усилением возмущений внешней среды для погашения или локализации ее критических воздействий система управления ужесточает мониторинг своего окружения и режим поведения системы. Поэтому стремление ограничиться в этих условиях лишь стихийными рыночными регуляторами без обращения к адаптивным методам и средствам управления лишено убедительной аргументации и в теоретическом, и практическом аспектах.

Следуя традиции классического толкования свойства устойчивости в духе учения Ляпунова [10] (удостоенные нобелевской премии экономические исследования К. Эрроу [11], Ж. Дебре [11, 12], П. Самуэльсона [13] и др.), уточним, что динамическая система обладает устойчивостью, если вмешательство допустимых возмущений не оказывает на нее «рокового» воздействия, способного нарушить приемлемое поведение системы. В этом определении принципиально важным является то, что поведение системы остается допустимым только в том случае, когда и влияющие на нее возмущения также удовлетворяют заданному классу, а не являются произвольными. В противном случае, если возмущения не подчиняются наложенным ограничениям, нельзя гарантировать устойчивость динамической системы. Тем самым в неустойчивой системе влияние возмущений может стать «ударным» и даже малые флуктуа-

ции порой вызывают резкие перестройки в ее поведении.

3. Эволюция и инновационное развитие индустрии в интерпретации синергетической парадигмы

В контексте воззрений нелинейной динамики и притяжения их в исследовательскую базу теории катастроф и синергетики в неравновесном режиме незначительное воздействие внешнего фактора в подходящий момент может радикально изменить портрет нелинейного поведения системы, находящейся на развилке возможных траекторий будущего движения системы.

В рамках парадигмы синергетики в процессе самоорганизации системы в ней происходит вытеснение хаоса, она упорядочивается и обнаруживает новые свойства, отсутствующие у ее подсистем. К тому же нелинейная система отличается широкой гаммой качественно различных состояний, последовательность которых образует иерархию неустойчивостей [14, 15]. Влияние случайных и детерминированных факторов, сплетение медленных и быстрых процессов в нелинейных системах приводит к тому, что в ней начинают доминировать неустойчивые состояния, типичные и для эволюции экономических структур.

На этом основании синергетика исходит из признания неравновесного функционирования системы как предпосылки ее развития, в ходе которого она то приближается к равновесию, то отдаляется от нее под воздействием потока внедряемых нововведений. Впрочем, сценарий подобной эволюции экономической системы таит в себе предпосылки хаотизации ее поведения не только на фоне инновационных преобразований в ней, но и аномального функционирования, охваченной противоречиями, деградирующей системы. Выживание в такой возмущенной деловой среде подвигает промышленное предприятие к планированию и

осуществлению рационального сочетания равновесных и неравновесных процессов с приданием устойчивости тем из них, которые обеспечивают предприятию наукоемкое гибкое развитие и конкурентоспособность выпускаемой продукции [16].

Нельзя забывать: если неравновесие предприятия со своим окружением примет устойчивый характер с необратимым истощением располагаемых ресурсов, его деятельности будет угрожать финансовый крах и банкротство. В поиске методов и средств адаптивного управления промышленным предприятием под углом зрения кибернетических принципов обращают на себя внимание гомеостатические механизмы, нацеленные на стабилизацию параметров системы в допустимых границах, что означает ее самосохранение, выживаемость в жестких условиях среды для поддержания с ней равновесия.

4. Гомеостатическая модель в адаптивной системе управления устойчивостью и развитием промышленного предприятия

По концепции Ю.М. Горского гомеостатическая система обладает сложной структурой и содержит внутреннее противоречие, которое служит резервом для компенсации внешних противоречий – реакции на влияние больших возмущений [17]. При оптимальном построении гомеостата он стремится в соответствии с заданными целями поддерживать гомеостаз на выходе управляемого объекта, т.е. обеспечивать достижение целей при всех изменениях внешней и внутренней среды.

В представленной Ю.М. Горским блок-схеме основного контура гомеостата (рис. 2) [17, с. 34], выполняющим задачу поддержания постоянства $x_{st\Sigma} = y_{\Sigma}$, можно выделить звенья руководителя (P_3), исполнителей (P_1 и P_2) и управляемого объекта O .

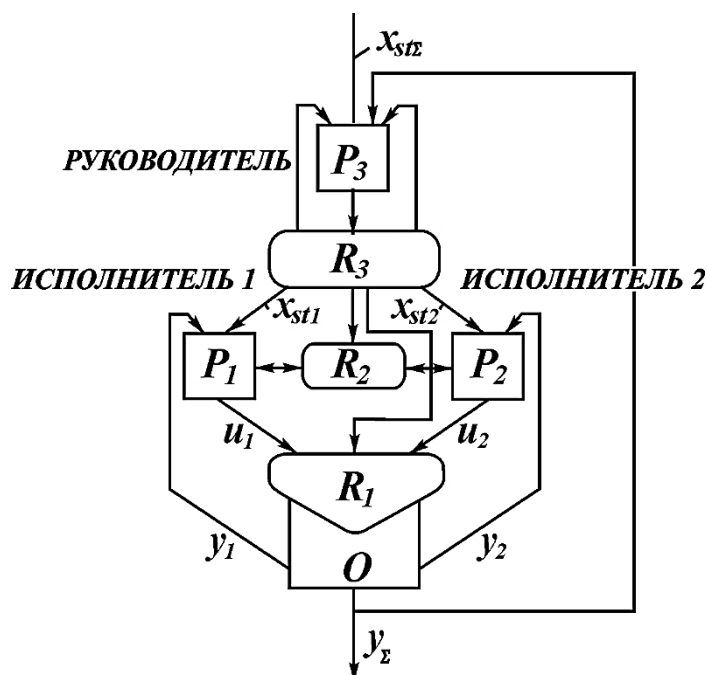


Рис. 2. Блок-схема основного контура гомеостата
 Fig. 2. Block diagram of the main loop of the homeostat

Из этой блок-схемы видно, что между ними складываются следующие отношения: между исполнителями и управляемым объектом (P_1), между исполнителями (P_2), между руководителем и исполнителями (P_3). В симметричном гомеостате задание $x_{st\Sigma}$ распределяется пропорционально между P_1 и P_2 и корректируется P_3 . Причем, не допускается, чтобы конкуренция между P_1 и P_2 превращалась в конфликт и задания между ними x_{st1} и x_{st2} могут перераспределяться, если функция P_1 или P_2 начинает снижаться.

При больших возмущениях на время переходного процесса задания между P_1 и P_2 меняются с тем, чтобы улучшить качество переходных процессов, и тем самым выполнить оперативную адаптацию. У каждого исполнителя имеется свой выход U_1 или U_2 , который связывает его с управляемым объектом O .

Предполагается, что на уровне R_1 возможны союзнические (эффекты складываются), конкурентные (эффекты вычитаются), партнерские (эффекты умножаются) и нейтральные отношения, на уровне R_2 возможны союзнические, конкурентные, партнерские, нейтральные и конфликтные отношения, на уровне R_3 могут

быть нейтральные и дестабилизирующие отношения.

В зависимости от ситуации и времени гомеостатическая сеть способна изменять некоторые из отношений R , например, может произойти переход какого-либо фрагмента сети с конкурентных отношений при нормальном функционировании на союзнические при опасных перегрузках, что придает сети адапционные свойства. В целом подобная иерархическая гомеостатическая структура обладает такими необходимыми свойствами, как самосбалансированность, взаимная поддержка между подсистемами и «самопожертвование» достижением нижестоящих целей при исчерпанию адапционного ресурса.

Для адаптивного управления промышленным предприятием выдвинем гипотезу о том, что его устойчивое положение предполагает сбалансированность его входных и выходных ресурсных потоков [18, с. 97-99]. Поэтому требуется поддержание системы управления предприятия в достаточном «тонусе», обеспечивающем, с одной стороны, бесперебойность снабжения системы исходными ресурсами, а с другой стороны, полную реализацию изготовленной продукции для финансирования ресурсных поставок предприятию и надлежаще-

го выполнения им платежных обязательств (перечисления налогов, оплаты труда работников, возврата кредитов банка и др.).

С позиций гомеостатики подобная сбалансированность потоков ресурсов может быть интерпретирована как результат заинтересованного и согласованного взаимодействия служб снабжения ресурсами (P_1) и сбыта продукции (P_2) предприятия. При таком подходе между ними (уровень R_2) могут складываться отношения обоюдного понимания политики заказов поставок ресурсов и продаж (союзнические), индивидуализма (конкурентные), взаимопомощи и сотрудничества (партнерские), делового прагматизма (нейтральные) и противоборства (конфликтные) с точки зрения «видения» ими стратегии и тактики инновационного развития предприятия. На уровне R_1 можно допустить сходные отношения между исполнителями (P_1 , P_2) и производственной системой (управляемым объектом O), когда между ними существуют отношения широкого диапазона: от амбициозного и независимого поведения до консолидации и товарищеского содействия. В свою очередь на уровне R_3 (руководитель - исполнитель) отношения могут быть проникнуты духом корпоративного этикета (нейтральные) или отягощены внутренним сопротивлением исполнителей (дестабилизирующие).

Несомненно, в сильно возмущенной среде конструктивное значение для адаптивной системы управления промышленного предприятия представляют свойства гомеостатических систем самокомпенсации вредных помех и предупреждения конфликта между исполнителями с переводом их отношений в союзнические и партнерские при жестком окружении предприятий.

Полученные результаты

Проведенное исследование дает возможность «в первом приближении» понять особенности и сложность обеспечения устойчивой работы промышленного предприятия в среде институциональных и инновационных возмущений. При отсутствии адаптивной системы управления предприятия влияние позитивных и негативных воздействий на его деятельность рискует вылиться в нарушение движения и истощение ресурсов с потерей управляемости предприятия. Между тем напор каверзных возмущений динамизирует работу российских ОРГАНИЗАТОР ПРОИЗВОДСТВА. 2018. Т. 26. № 1

предприятий, вследствие чего его система управления эволюционирует по замысловатым траекториям с равновесными и неравновесными, устойчивыми и неустойчивыми состояниями с преобладанием последних.

Словом, испытываемые предприятиями помехи и воплощаемые инновации инициируют в их производственно-экономической сфере нелинейные процессы, которые должны быть не только контролируемы его адаптивной системой управления, но и конвертируемы в развивающую инновационную деятельность промышленных предприятий.

Заключение

Властной закономерностью нашего времени стали глобализация межстрановых экономических отношений и обострение конкуренции на мировом рынке, радикализация институциональных преобразований и дисфункции отечественных промышленных предприятий. Наряду с этими вызовами и угрозами высокий темп генерации и внедрения инноваций существенно влияют на работу промышленных предприятий, в деятельности которых обнаруживают себя черты нелинейного поведения. На таком возмущенном фоне переходных процессов возможны перестройки структуры и поведения подсистем предприятия, следствием которых могут стать как форсированная модернизация ресурсов, так и нарастание кризиса предприятия.

В этих условиях теоретико-методологическую и прикладную ценность составляют разработка, эксплуатация и совершенствование адаптивной системы управления устойчивостью и инновационным развитием предприятия с привлечением концепций и инструментов системного анализа, кибернетики, нелинейной динамики, теории катастроф, синергетики и средств интеллектуализации компьютерных технологий.

Библиографический список

1. Важнейшие экономические показатели России и отдельных зарубежных стран. Динамика реального объема валового внутреннего продукта [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.gks.ru/bgd/free/B04_03/IssWWW.exe/Stg/d03/235.htm.

2. Важнейшие экономические показатели России и отдельных зарубежных стран. Динами-

ка промышленного производства [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.gks.ru/bgd/free/B04_03/IssWWW.exe/Stg/d03/235.htm.

3. Наука, инновации и информационное общество \ Наука и инновации \ Инновации. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.gks.ru/free_doc/new_site/business/nauka/innov-n4.xls.

4. Технологическое развитие отраслей экономики. Наука, инновации и передовые производственные технологии. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.gks.ru/free_doc/new_site/technol/3-03.xls.

5. Наука, инновации и информационное общество \ Наука и инновации. Финансирование науки из средств федерального бюджета. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.gks.ru/free_doc/new_site/business/nauka/nauka6.xls.

6. Наука, инновации и информационное общество \ Наука и инновации \ Инновации. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.gks.ru/free_doc/new_site/business/nauka/innov-n1.xls.

7. Макаров В.Л. Леонид Витальевич Канторович // Экономика и математические методы. 1990. Т. 26, вып. 1. С. 38–40.

8. Энциклопедия кибернетики: в 2 т.; отв. ред. В.М. Глушков. Киев: Гл. ред. УСЭ, 1975. Т. 2. 623 с.

9. Россия в цифрах. 2003: Крат. стат. сб. / Госкомстат России. М., 2003. 398 с.

10. Ляпунов А.М. Избранные труды: работы по теории устойчивости / отв. ред. Д.В. Трещев; Математ. ин-т им. В.А. Стеклова РАН. М.: Наука, 2007. 574 с.

11. Arrow K.J., Debreu G. Existence of an Equilibrium for a Competitive Economy // *Econometrica*. 1954. Vol. 22, No. 3. P. 265–290.

12. Debreu G. New Concepts and Techniques for Equilibrium Analysis // *International Economic Review*. 1962. Vol. 3, No. 3. P. 257–273.

13. Самуэльсон П. Основания экономического анализа: пер. с англ. СПб.: Экономическая школа, 2002. 604 с.

14. Николис Г., Пригожин И. Познание сложного. Введение: пер. с англ. 2-изд., стер. М.: Едиториал УРСС, 2003. 344 с.

15. Хакен Г. Синергетика: Иерархия неустойчивостей в самоорганизующихся системах и устройствах: пер. с англ. М.: Мир, 1985. 423 с.

16. Родионова В.Н., Туровец О.Г. Комплексная оценка и планирование организационной гибкости производственной системы // *Организатор производства*. 2016. №3(70). С. 18-27.

17. Горский Ю.М. Гомеостатика: модели, свойства, патологии // *Гомеостатика живых, технических, социальных и экологических систем* / отв. ред. Ю.М. Горский. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-е, 1990. С. 20-67.

18. Чупров С.В. Теория управления и устойчивость производственных систем. Иркутск: Изд-во БГУЭП, 2007. 440 с.

Поступила в редакцию – 23 января 2018 г.

Принята в печать – 2 марта 2018 г.

References

1. The most important economic indicators of Russia and individual foreign countries. Dynamics of the real volume of gross domestic product [E-resource]. Access mode: http://www.gks.ru/bgd/free/B04_03/IssWWW.exe/Stg/d03/235.htm

2. The most important economic indicators of Russia and individual foreign countries. Dynamics of the real volume of gross domestic product [E-resource]. Access mode: http://www.gks.ru/bgd/free/B04_03/IssWWW.exe/Stg/d03/235.htm

3. Science, innovation and the information society. Science and innovation. Innovations. Federal State Statistics Service [E-resource]. Access mode: http://www.gks.ru/free_doc/new_site/business/nauka/innov-n4.xls

4. Technological development of economic sectors. Science, innovation and advanced production

technologies. Federal State Statistics Service [E-resource]. Access mode: http://www.gks.ru/free_doc/new_site/technol/3-03.xls.

5. Science, innovation and the information society. Science and innovation. Financing science from the federal budget. Federal State Statistics Service [E-resource]. Access mode: http://www.gks.ru/free_doc/new_site/business/nauka/nauka6.xls.

6. Science and Innovations. Innovations. Federal State Statistics Service [E-resource]. Access mode: http://www.gks.ru/free_doc/new_site/business/nauka/innov-n1.xls.

7. Makarov V.L. (1990). Leonid Vital'evich Kantorovich. *Jekonomika i matematicheskie metody* = Economics and Mathematical Methods. 26, 1, 38-40.

8. Glushkov V.M. (1975). Encyclopedia of Cybernetics. Kiev: Gl. red. USJe, 2, 623 p.

9. Russia in Figures (2003). 2003: Krat. stat. sb. Goskomstat Rossii. Moscow, 398 p.

10. Ljapunov A.M. (2007). Selected Works: Works on the Theory of Stability / otv. red. D.V. Treshhev; Matemat. in-t im. V.A. Steklova RAN. Moscow: Nauka, 574 p.

11. Arrow K.J., Debreu G. (1954). Existence of an Equilibrium for a Competitive Economy // *Econometrica*, Vol. 22, No. 3, p. 265–290.

12. Debreu G. (1962). New Concepts and Techniques for Equilibrium Analysis // *International Economic Review*, Vol. 3, No. 3, p. 257–273.

13. Samujel'son P. (2002). Grounds for economic analysis: per. s angl. St. Petersburg: Jekonomicheskaja shkola, 604 p.

14. Nikolis G., Prigozhin I. (2003). Cognition of the complex. Introduction: per. s angl. 2-izd., ster. Moscow: Editorial URSS, 344 p.

15. Haken G. (1985). Synergetics: Hierarchy of Instabilities in Self-Organizing Systems and Devices: per. s angl. Moscow: Mir, 423 p.

16. Rodionova V.N., Turovets O.G. (2016). Complex assessment and planning of organizational flexibility of the production system. *Organizator proizvodstva* = Organizer of Production, №3(70), 18-27.

17. Gorskij Ju.M. (1990). Homeostatics: models, properties, pathologies. Homeostatics of living, technical, social and ecological systems. otv. red. Ju.M. Gorskij. Novosibirsk: Nauka. Sib. otd-e, p. 20-67.

18. Chuprov S.V. (2007). Theory of management and the stability of production systems. Irkutsk: Izd-vo BGUJeP, 440 p.

Received – 23 January 2018.

Accepted for publication – 2 March 2018.

ПРАКТИКА ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА

DOI: 10.25065/1810-4894-2018-26-1-34-44

УДК 355.76

СИСТЕМА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЛЯ АНАЛИЗА И ОЦЕНКИ УРОВНЯ ОРГАНИЗАЦИИ ИНЖЕНЕРНО-АВИАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Г.Н. Чернышева, А.А. Ачекин, В.А. Воронцев

*Военный учебно-научный центр ВВС «ВВА им. профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»
Россия, 394064, Воронеж, ул. Старых Большевиков, 54а*

Введение. Традиционная система показателей оценки эффективности организации включает в себя, в основном, показатели результативности, такие как прибыль, рентабельность, производительность и т.п. Это связано с тем, что производственный результат измеряется в денежном выражении. Деятельность исследуемого в статье объекта – инженерно-авиационная служба носит некоммерческий характер, и это создает особенность в оценке эффективности ее организации.

Данные и методы. В статье на основе выполненного профессионально-логического анализа задач, стоящих перед инженерно-авиационной службой были выделены четыре направления деятельности инженерно-авиационной службы, которые определяют эффективность организации. По каждому из выделенных направлений работы инженерно-авиационной службы были сформированы подсистемы частных показателей для оценки эффективности организации. На основе частных показателей по направлениям деятельности инженерно-авиационной службы формируется подсистема комплексных показателей, которая является основой для определения интегрального показателя эффективности организации. Таким образом, оценка эффективности организации инженерно-авиационной службы в предлагаемой методике имеет трехуровневую иерархическую структуру, при которой итоговая оценка носит последовательный характер и осуществляется снизу-вверх, от частных показателей, к общим.

Полученные результаты. Практическая ценность представленной методики заключается в том, что она исключает фактор субъективизма в оценке эффективности организации инженерно-авиационной службы и позволяет проводить сравнительный анализ деятельности различных авиационных частей.

Заключение. Результаты исследования могут быть использованы в оценке эффективности деятельности инженерно-авиационных частей как гражданской авиации, так и вооруженных сил

Ключевые слова: критерий эффективности; комплексные, обобщающие, частные показатели; система, подсистема; инженерно-авиационная служба; авиационная техника; техническая эксплуатация

Для цитирования:

Чернышева Г.Н., Ачекин А.А., Воронцев В.А. Система показателей для анализа и оценки уровня организации инженерно-авиационного обеспечения // Организатор производства. 2018. Т.26. №1. С. 34-44. DOI: 10.25065/1810-4894-2018-26-1-34-44

Сведения об авторах:

Галина Николаевна Чернышева (канд. экон. наук, доцент, sgs206@mail.ru), доцент кафедры восстановления авиационной техники.

Андрей Александрович Ачекин (канд. техн. наук, andrej_achekin@mail.ru), преподаватель кафедры восстановления авиационной техники.

Виктор Аркадьевич Воронцев (victorar@mail.ru), доцент кафедры восстановления авиационной техники.

On authors:

Galina N. Chernysheva (Cand. Sci. (Economic), Assistant Professor, sgs206@mail.ru), Assistant Professor of the Department of Aviation Equipment Restoration.

Andrei A. Achekin (Cand. Sci. (Technical), andrej_achekin@mail.ru), Lecturer of the Department of Aviation Equipment Restoration.

Victor A. Vorontsev (victorar@mail.ru), Assistant Professor of the Department of Aviation Equipment Restoration.

SYSTEM OF INDICATORS FOR ANALYSIS AND ESTIMATION OF LEVEL
OF ORGANIZATION OF ENGINEERING-AVIATION SECURITY

G.N. Chernysheva, A.A. Achekin, V.A. Vorontsev

Air Force Military Educational Scientific Center «Military and Air Academy of a Name professor
of N.E. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin»
54a, Old Bolsheviks St., Voronezh, 394064, Russia

Introduction. The traditional system of indicators for assessing the effectiveness of an organization includes, in the main, performance indicators, such as profit, profitability, productivity, etc. This is due to the fact that the production result is measured in monetary terms. The activity of the object studied in the article - the engineering and aviation service is non-commercial, and this creates a special feature in assessing the effectiveness of its organization.

Data and methods. In the article, on the basis of the professional and logical analysis of the tasks facing the engineering and aviation service, four areas of the engineering and aviation service activities were identified that determine the effectiveness of the organization. For each of the identified areas of the engineering and aeronautical service, sub-systems of private indicators were formed to assess the effectiveness of the organization. A subsystem of complex indicators is formed on the basis of private indicators for the areas of activity of the engineering and aeronautical service, which is the basis for determining the integral indicator of the effectiveness of the organization. Thus, the assessment of the effectiveness of the organization of the engineering and aeronautical service in the proposed methodology has a three-level hierarchical structure, in which the final evaluation is consistent and carried out from the bottom up, from private indicators to general.

Results. The practical value of the presented methodology is that it excludes the factor of subjectivity in assessing the effectiveness of the organization of the aviation engineering service and allows for a comparative analysis of the activities of various aviation units.

The conclusion. The results of the study can be used in assessing the effectiveness of the engineering and aviation units both of civil aviation and of the armed forces.

Key words: efficiency criterion; complex, generalizing, private indicators; system, subsystem; engineering and aviation service; aircraft technology; technical operation

For citation:

Chernysheva G.N., Achekin A.A., Vorontsev V.A. (2018). System of indicators for analysis and estimation of level of organization of engineering-aviation security. *Organizator proizvodstva* = Organizer of Production, 26 (1), 34-44. DOI: 10.25065/1810-4894-2018-26-1-34-44 (in Russian)

Введение

Методика оценки уровня организации любого объекта, предполагает систему количественных и качественных критериев, на основе которых можно сделать грамотные выводы, которые, впоследствии, позволят устранить недостатки и повысить эффективность функционирования организации.

Как правило, основными показателями эффективности организации выступают показатели сравнения достигнутых производственных или финансовых результатов с затратами. Специфика деятельности инженерно-авиационной службы заключается в ее назначении и решаемых задачах и связана с осуществлением всего процесса технической эксплуатации авиационной техники.

Результаты работы инженерно-авиационной службы не носят коммерческого характера, и в соответствии с этим, не измеряются в денежных единицах. Это исключает возможность использования традиционных показателей финансовых результатов, в качестве показателей для оценки эффективности организации инженерно-авиационной службы.

В связи с этим, возникает методическая проблема, связанная с формированием системы показателей для оценки эффективности организации инженерно-авиационной службы с учетом специфики ее деятельности, что и определяет актуальность представленного в статье исследования.

Теория

Инженерно-авиационная служба включает в себя органы управления, технико-эксплуатационные части авиационных частей, специальную инженерную службу, авиационные технические отряды, группы обслуживания и другие подразделения частей, авиационных ремонтных заводов, баз резерва авиационной техники.

Подразделения инженерно-авиационной службы могут входить в состав объединений (армии воздушно-космических сил и противовоздушной обороны и т.п.), авиацию видов или родов войск Вооруженных Сил, авиацию федерального органа исполнительной власти и организации, в ведении которых имеется государственная авиация, соединений (авиационные

дивизии, дивизии противовоздушной обороны, образовательные учреждения профессионального образования, осуществляющие подготовку авиационных специалистов, авиационных частей (авиационные полки, отдельные авиационные эскадрильи, отдельные авиационные отряды).

С точки зрения системного подхода, инженерно-авиационную службу можно отнести к классу сложных организационно-технических систем [1,2,6], особенностью которых является то, что помимо таких структурных элементов, как управленческий и технический персонал, они включают в себя сложные технические объекты (например, авиационная техника), эксплуатация которых является основной целью функционирования данной системы (рис.1).

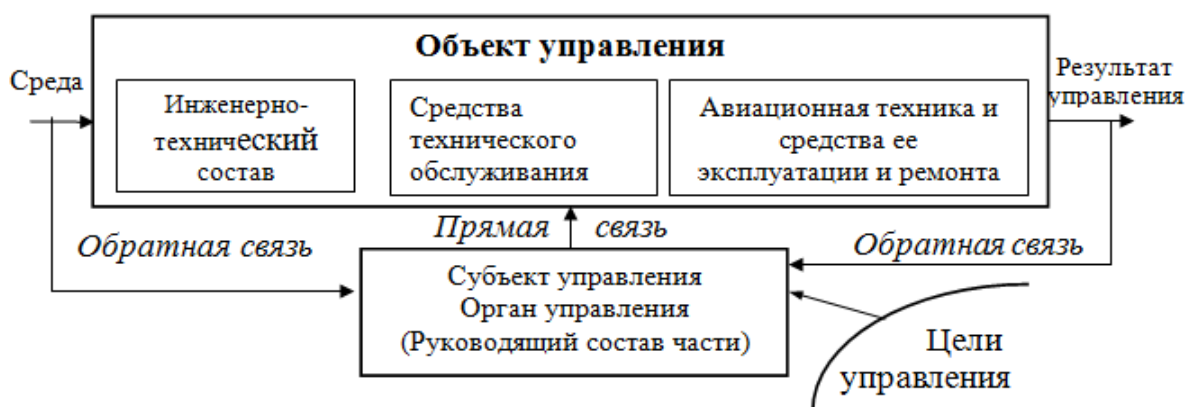


Рис. 1. Система инженерно-авиационной службы
Fig. 1. System of Engineering and Aviation Services

Организационная структура инженерно-авиационной службы должна соответствовать объемам и сложности решаемых ею задач. [2]

К организационному построению инженерно-авиационной службы авиационной части предъявляются следующие требования:

1. Способность обеспечивать заданный уровень боевой готовности АТ и боеспособность авиационной части.
2. Способность обеспечивать выполнение боевой задачи в полном объеме, в различных условиях базирования, широкого маневра и применения современных средств поражения с использованием всех средств авиационной техники.
3. Способность производить ремонт самолетов. Обеспеченность необходимыми силами и

средствами для быстрого и высококачественного восстановления боевой авиационной техники.

4. Приспособленность к приему дополнительных сил и средств, делимость и приспособленность к маневрированию силами и средствами в меняющейся обстановке боевых действий.

5. Управляемость в условиях рассредоточенного базирования, живучесть при воздействии противника, способность длительное время выполнять свои функции автономно.

Для того чтобы удовлетворять этим требованиям, инженерно-авиационная служба авиационной части должна иметь определённую организационно-штатную структуру, под которой понимается организационное построение групп и подразделений, их численный состав, подчинённость и характер взаимодействия,

оснащённость средствами наземного обслуживания, контроля состояния и ремонта авиационной техники, а также принятая система управления.

Рациональной организационно-штатной структурой инженерно-авиационной службы считается та, которая, при прочих равных условиях, позволяет наиболее эффективно решать основные задачи, т.е. решать их с высоким качеством при минимальных затратах сил и материальных средств.

Основное предназначение инженерно-авиационной службы заключается в технической эксплуатации авиационной техники, которая является неотъемлемой частью инженерно-авиационного обеспечения как боевых действий и боевой подготовки авиации Вооруженных сил РФ, так и гражданской авиации [2].

Процесс эксплуатации авиационной техники при этом осуществляется в соответствии с программой, которая представляет собой совокупность нормативных и технических положений, регламентирующих действия управленческого и технического персонала по отношению к техническим объектам на различных этапах их жизненного цикла [1,2,5].

В современных условиях с повышением требований к авиационной технике, происходит усложнение и удорожание как ее самой, так и средств ее эксплуатации.

Как показывает практика, затраты на техническую эксплуатацию (техническое обслуживание и ремонт) современной авиационной техники не снижаются и в некоторых случаях могут в несколько раз превышать ее стоимость [4].

Самыми объемными и затратными этапами технической эксплуатации авиационной техники являются:

- ввод в эксплуатацию;
- приведение в установленную степень готовности к использованию по назначению;
- поддержание в установленной степени готовности к этому использованию;
- использование по назначению, хранение и транспортирование.

Эти этапы реализуются инженерно-техническим составом инженерно-авиационной службы в ходе выполнения технической эксплуатации.

Эффективность работы инженерно-авиационной службы в значительной степени

зависит от совершенства ее организационной структуры, профессионализма инженерно-технического состава, технического оснащения, грамотного управления материальными и людскими ресурсами.

На основании вышесказанного можно утверждать, что от эффективности работы личного состава инженерно-авиационной службы существенно зависит боеготовность авиационной техники, безопасность ее использования а, также, материальные затраты на ее эксплуатацию.

В настоящее время оценка работы инженерно-технического состава инженерно-авиационной службы авиационных частей производится на основе показателей работы, предусмотренных единой системой основных показателей работы инженерно-авиационной службы [2], количественные данные которых систематически учитываются и накапливаются в каждой части.

Как правило, такая оценка проводится в ходе итоговых и инспекторских проверок в соответствии с приказами и директивами Главнокомандующего Воздушно-космических сил. Инспектирующими лицами выставляются оценки по балльной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», в основном путем проверки наличия и правильности ведения документации, а в отдельных случаях, путем осмотров функционирования авиационной техники, хронометражем при приведении в высшие степени боевой готовности авиационной техники [1].

Методики, по которым, в данный момент, проводятся проверки, позволяют оценить работу инженерно-авиационной службы, с точки зрения боевой готовности авиационной техники, без учета того, какие для этого были приложены усилия личным составом.

Кроме того, полученные в ходе проверки «низкие» оценки личного состава могут быть связаны с низкой технической оснащённостью, устаревшей материальной базой, высокой степенью износа авиационной техники, и наоборот, «отличные» оценки не будут свидетельствовать об эффективности работы инженерно-технического состава при современном техническом оснащении и новой авиационной технике. В этом заключаются основные недостатки данных методик.

Для устранения указанного недостатка необходимо разработать систему показателей

эффективности деятельности, в достаточной мере характеризующую основные направления и специфику работы инженерно-авиационной службы, не изменяя, а дополняя при этом существующую "Единую систему основных показателей", изложенную в регламентных документах [1,2]

Разработанная система показателей должна удовлетворять следующим требованиям:

- показатели, входящие в систему оценок эффективности должны быть независимыми, объективными, информативными, легко проверяемыми на основе официального источника информации;

- количество показателей должно быть минимально необходимым, для оценки эффективности функционирования инженерно-авиационной службы;

- подбор показателей должен быть выполнен таким образом, чтобы можно было объективно сравнивать эффективность работы инженерно-авиационной службы независимо от типа и состояния эксплуатируемой авиационной техники;

- для сведения различных показателей в комплексный критерий должно быть обеспечено единство масштаба и единиц измерения путем перехода к безразмерным (относительным) величинам;

- расчет комплексного критерия эффективности организации инженерно-авиационной службы должен производиться с обязательным учетом степени важности влияния различных показателей, что осуществляется с использованием весовых коэффициентов;

- комплексный критерий должен являться основой для сравнительной оценки эффективно-

сти деятельности различных подразделений инженерно-авиационной службы.

Для определения критериев эффективности организации инженерно-авиационной службы, а также составления её комплексной оценки был проведен профессионально-логический анализ задач, стоящих перед инженерно-авиационной службой на основе модели ее функционирования.

В результате такого анализа, были выделены четыре направления деятельности инженерно-авиационной службы, по которым формируются показатели для оценки эффективности организации:

- 1) подготовка авиационной техники к применению, содержанию ее в постоянной исправности, выполнению войскового ремонта;

- 2) обеспечение безопасности полетов;

- 3) обучение летного состава правилам эксплуатации авиационной техники и инженерно-техническая подготовка инженерно-технического состава;

- 4) обеспечение боеготовности авиационной части.

По каждому из перечисленных выше направлений работы инженерно-авиационной службы была сформирована система частных показателей для оценки эффективности организации, на основе которой определяется комплексная оценка работы инженерно-авиационной службы.

Модель

Оценка эффективности деятельности ИАС имеет иерархическую структуру, при которой комплексная оценка носит последовательный характер и осуществляется снизу-вверх, от частных показателей к общим (рис.2).

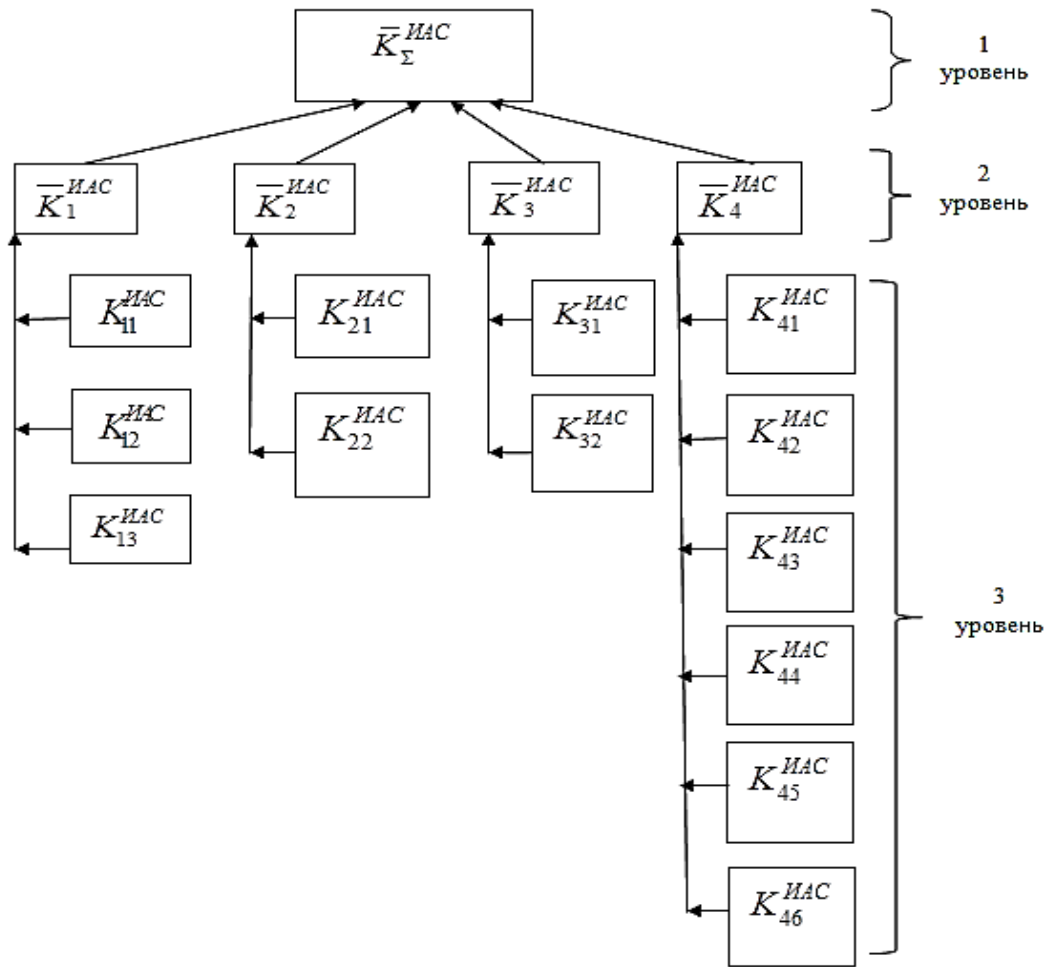


Рис. 2. Иерархическая схема системы показателей для анализа и оценки эффективности организации инженерно-авиационной службы

Fig. 2. Hierarchical scheme of the system of indicators for the analysis and evaluation of the effectiveness of the organization of the engineering and aviation service.

В соответствии с представленной иерархической схемой (рис.1) в качестве комплексного показателя оценки эффективности деятельности инженерно-авиационной службы, предлагается использовать среднее значение частных критериев (обобщающих показателей) $\bar{K}_{\Sigma}^{ИАС}$:

$$\bar{K}_{\Sigma}^{ИАС} = \sum_{i=1}^n \frac{\bar{K}_i^{ИАС} \delta_i}{K_i^{эм}}, \quad (1)$$

где $\bar{K}_i^{ИАС}$ – значение i -го обобщающего показателя оценки на среднем уровне иерархии показателей оценки ИАС ($i=1,2,\dots,n$); $K_i^{эм}$ – эталонное значение i -го обобщающего показате-

ля; δ_i – значение весового коэффициента i -го обобщающего показателя работы ИАС.

Обобщающие показатели рассчитываются по выявленным в ходе профессионально-логического анализа по 4 направлениям деятельности по формуле:

$$\bar{K}_i^{ИАС} = \sum_{j=1}^k K_{ij}^{ИАС} \delta_{ij}, \quad (2)$$

где $K_{ij}^{ИАС}$ – значение j -го частного показателя, по каждому из оцениваемых i -тых направлений деятельности ИАС $j=(1,2,3\dots k)$; δ_{ij} – значение весового коэффициента j -го частного показателя по i -му направлению оценки.

Определение весовых коэффициентов для критериев и показателей, как было указано выше, осуществлялось методом экспертных оценок. В представленной авторами методике их количественные значения не представлены в связи с закрытостью данной информации.

В разработанной методике также были определены эталонные (нормативные) значения для каждого критерия и показателя, характеризующего эффективность деятельности инженерно-авиационной службы, одним из следующих способов

– на основе требований руководящих документов;

– на основе математического моделирования простейших технологических процессов

– на основе оптимального значения, достигнутого при идеальных условиях.

Комплексная оценка эффективности деятельности производится на высшем уровне иерархической схемы, после получения частных оценок по выявленным направлениям работы инженерно-авиационной службы.

Направление 1: оценка мероприятий по подготовке авиационной техники к применению, содержанию ее в постоянной исправности, к выполнению войскового ремонта

$$(K_1^{ИАС}).$$

Направление 2: оценка мероприятий по обеспечению безопасности полетов

$$(K_2^{ИАС}).$$

Направление 3: оценка мероприятий, направленных на обучение летного состава правилам эксплуатации авиационной техники и инженерно-техническую подготовку инженерно-технического состава ($K_3^{ИАС}$).

Направление 4: оценка мероприятий по повышению боеготовности авиационной части

$$(K_4^{ИАС}).$$

Частные показатели оценки эффективности организации по направлению 1 включают в себя:

1.1 Показатель эффективности рекламационной работы:

$$K_{11}^{ИАС} = \frac{M_{PЗ}}{M_{НГ}}, \quad (3)$$

где $M_{PЗ}$ – количество поданных reclama-

ций заводам-изготовителям; $M_{НГ}$ – количество неисправностей гарантийной техники, всего;

1.2 Показатель эффективности выполнения регламентных работ:

$$K_{12}^{ИАС} = \frac{M_{PP}}{M_{HPP}} (1 - \bar{K}_{изн}), \quad (4)$$

где M_{PP} – количество выполненных пунктов регламента технического обслуживания; M_{HPP} – количество неисправностей, выявленных при облете воздушных судов после выполнения регламентных работ; $\bar{K}_{изн}$ – средний коэффициент износа воздушных судов.

$$\bar{K}_{изн} = \left(\sum_{i=1}^{N_{вс}} \frac{T_{нвс_i} - T_{мрвс_i} \cdot N_{р_i}}{T_{нвс_i}} \right) / N_{вс}, \quad (5)$$

где $N_{вс}$ – списочное количество воздушных судов; $T_{нвс_i}$ – Назначенный ресурс i -го воздушного судна; $T_{мрвс_i}$ – межремонтный ресурс i -го воздушного судна; $N_{р_i}$ – количество выполненных капитальных ремонтов i -го воздушного судна.

1.3 Показатель эффективности мероприятий по предупреждению преждевременного снятия двигателя:

$$K_{13}^{ИАС} = \frac{N_{псдтс}}{N_{вс} \cdot N_{дв}} (1 - \bar{K}_{изндв}), \quad (6)$$

где $N_{псдтс}$ – количество преждевременно снятых двигателей по вине инженерно-технического состава; $N_{дв}$ – количество двигателей на воздушном судне; $\bar{K}_{изндв}$ – средний коэффициент износа двигателей воздушных судов.

$$\bar{K}_{изндв} = \left(\sum_{i=1}^{N_{дв}} \frac{T_{ндв_i} - T_{мрдв_i} \cdot N_{рдв_i}}{T_{нвс_i}} \right) / N_{дв}, \quad (7)$$

где $N_{дв}$ – списочное количество авиационных двигателей; $T_{ндв_i}$ – Назначенный ресурс i -го авиационного двигателя; $T_{мрдв_i}$ – межремонтный ресурс i -го авиационного двигателя; $N_{рдв_i}$ – количество выполненных капитальных ремонтов i -го авиационного двигателя.

Частные показатели оценки эффективности деятельности ИАС по направлению 2 включают в себя:

2.1 Показатель эффективности мероприятий по обеспечению безопасности полетов:

$$K_{21}^{ИАС} = \frac{M_{НТС}}{M_{ПВС}} K_u \cdot (1 - \bar{K}_{изн}), \quad (8)$$

где $M_{ПВС}$ – общее количество полетов авиационной техники; $M_{НТС}$ – количество отказов авиационной техники по вине инженерно-технического состава, выявленных в полете; K_u – коэффициент уровня авиационного инцидента [3]. В предлагаемой методике его значение может изменяться от 1 до 5.

$K_u = 1$ при отсутствии инцидента (авиационного происшествия); при наличии хотя бы одного инцидента в зависимости от его тяжести происходит увеличение коэффициента.

2.2. Показатель обеспеченности средствами

$$K_{31}^{ИАС} = 1 / (0,15 \cdot \frac{Ч_{ИТС3}}{Ч_{ИТСК3}} + 0,25 \cdot \frac{Ч_{ИТС2}}{Ч_{ИТСК2}} + 0,30 \cdot \frac{Ч_{ИТС1}}{Ч_{ИТСК1}} + 0,35 \cdot \frac{Ч_{ИТСМ}}{Ч_{ИТСКМ}}), \quad (10)$$

где $Ч_{ИТСМ}$ – количество присвоений в части классной квалификации «мастер»; $Ч_{ИТСКМ}$ – количество специалистов, имеющих право на получение мастеров; $Ч_{ИТС1}$ – количество присвоений в части классной квалификации «специалист 1 класса»; $Ч_{ИТСК1}$ – количество специалистов, имеющих право на получение 1 класса; $Ч_{ИТС2}$ – количество присвоений в части классной квалификации «специалист 2 класса»; $Ч_{ИТСК2}$ – количество специалистов, имеющих право на получение 2 класса; $Ч_{ИТС3}$ – количество присвоений в части классной квалификации «специалист 3 класса»; $Ч_{ИТСК3}$ – количество специалистов, имеющих право на получение 3 класса.

3.2 Частный показатель, характеризующий качество обучения летного состава правилам эксплуатации авиационной техники:

$$K_{32}^{ИАС} = \frac{M_{НЛС}}{M_{ПВС}} \cdot \frac{\bar{b}}{5}, \quad (11)$$

где $M_{НЛС}$ – количество неисправностей по

технического обеспечения (средствами войскового ремонта).

$$K_{22}^{ИАС} = 1 / (0,5 \cdot \frac{Ч_{СТО(СВР)С}}{Ч_{СТО(СВР)Ш}} + 0,5 \cdot \frac{Ч_{СТО(СВР)П}}{Ч_{СТО(СВР)С}}), \quad (9)$$

где $Ч_{СТО(СВР)Ш}$ – штатное количество средств технического обеспечения (средств войскового ремонта); $Ч_{СТО(СВР)С}$ – списочное количество средств технического обеспечения (средств войскового ремонта); $Ч_{СТО(СВР)П}$ – количество пригодных к применению средств технического обеспечения (средств войскового ремонта).

Частные показатели оценки эффективности деятельности ИАС по направлению 3 включают в себя:

3.1 Частный показатель, характеризующий качественный состав инженерно-технического состава:

вине летного состава; \bar{b} – средний балл, полученный летным составом при получении аттестации по правилам эксплуатации авиационной техники.

Частные показатели оценки эффективности деятельности ИАС по направлению 4 включают в себя:

4.1 Показатель эффективности подготовки воздушного судна к полетам:

$$K_{41}^{ИАС} = \frac{M_{НЗВТС}}{M_{ПВС}} (1 - \bar{K}_{изн}), \quad (12)$$

где $M_{НЗВТС}$ – количество неисправностей, приведших к задержке вылета или невыходу в полет по вине инженерно-технического состава.

4.2 Частный показатель эффективности подготовки по тревоге ВС авиационной части в основном варианте вооружения:

$$K_{42}^{ИАС} = \frac{t_{ДППП}}{t_{ДирДППП}}, \quad (13)$$

где $t_{ДирДППП}$ – директивное время подготовки по тревоге ВС авиационной части в основном

варианте вооружения; $t_{ДПП}$ – достигнутое время подготовки по тревоге ВС авиационной части в основном варианте вооружения.

4.3 Частный показатель подготовки к боевому вылету со сменой варианта вооружения ВС авиационной части:

$$K_{43}^{ИАС} = \frac{t_{ДСВП}}{t_{ДирСВП}}, \quad (14)$$

где $t_{ДирСВП}$ – директивное время подготовки к боевому вылету со сменой варианта вооружения воздушного судна авиационной части; $t_{ДСВП}$ – достигнутое время подготовки к боевому вылету со сменой варианта вооружения воздушного судна авиационной части;

4.4 Частный показатель, характеризующий уровень готовности к перебазированию технико-эксплуатационной части (тэч):

$$K_{44}^{ИАС} = \frac{t_{ДСТ}}{t_{ДирСТ}} \cdot \delta_{СТ} + \frac{t_{ДРТ}}{t_{ДирРТ}} \cdot \delta_{РТ}, \quad (15)$$

где $t_{ДирСТ}$ – директивная продолжительность свёртывания тэч части; $t_{ДСТ}$ – достигнутая продолжительность свёртывания тэч части; $t_{ДирРТ}$ – директивная продолжительность развёртывания тэч части; $t_{ДРТ}$ – достигнутая продолжительность развёртывания тэч части; $\delta_{СТ}$, $\delta_{РТ}$ – весовые коэффициенты значимости достигнутых показателей свёртывания и развёртывания тэч части, соответственно;

4.5 частный показатель, характеризующий уровень готовности к перебазированию технической позиции подготовки управляемых авиационных средств поражения

$$K_{45}^{ИАС} = \frac{t_{ДСП}}{t_{ДирСП}} \cdot \delta_{СП} + \frac{t_{ДРП}}{t_{ДирРП}} \cdot \delta_{РП}, \quad (16)$$

где $t_{ДирСП}$ – директивная продолжительность свёртывания технической позиции подготовки управляемых авиационных средств поражения; $t_{ДСП}$ – достигнутая продолжительность свёртывания технической позиции подготовки управляемых авиационных средств

поражения; $t_{ДирРП}$ – директивная продолжительность развёртывания технической позиции подготовки управляемых авиационных средств поражения; $t_{ДРП}$ – достигнутая продолжительность развёртывания технической позиции подготовки управляемых авиационных средств поражения; $\delta_{СП}$, $\delta_{РП}$ – весовые коэффициенты значимости достигнутых показателей свёртывания и развёртывания технической позиции подготовки управляемых авиационных средств поражения части соответственно;

4.6 Комплексный показатель готовности к перебазированию передовой команды ИАС:

$$K_{46}^{ИАС} = \frac{t_{ДСК}}{t_{ДирСК}} \cdot \delta_{СК} + \frac{t_{ДРК}}{t_{ДирРК}} \cdot \delta_{РК}, \quad (17)$$

где $t_{ДирСК}$ – директивная продолжительность свёртывания передовой команды ИАС; $t_{ДСК}$ – достигнутая продолжительность свёртывания передовой команды ИАС; $t_{ДирРК}$ – директивная продолжительность развёртывания передовой команды ИАС; $t_{ДРК}$ – достигнутая продолжительность развёртывания передовой команды ИАС; $\delta_{СК}$, $\delta_{РК}$ – весовые коэффициенты значимости достигнутых показателей свёртывания и развёртывания передовой команды инженерно-авиационной службы, соответственно.

Заключение

Методически, полученная таким образом, комплексная оценка в разработанной методике показывает степень приближения результатов функционирования анализируемой инженерно-авиационной службы авиационной части к эталонному значению.

Чем ближе оценка работы инженерно-авиационной службы авиационной части к эталонным значениям, тем эффективней организована её работа.

Выводы о неудовлетворительной работе инженерно-авиационной службы могут быть сделаны на основе:

- сравнения «критических» показателей с требованиями к ним руководящих документов;
- получения комплексной оценки ниже порогового уровня;

– получения частных оценок по направлениям ниже пороговых значений;

- при последних – места в сравнительной оценке деятельности инженерно-авиационной службы различных авиационных частей.

Разработанная таким образом методика позволит, используя только учитываемые в настоящее время показатели, объективно оценить эффективность деятельности инженерно-авиационной службы авиационной части, провести сравнительный анализ различных частей, и разработать предложения по повышению качества инженерно-авиационного обеспечения.

Библиографический список

1. Федеральные авиационные правила производства полетов государственной авиации. Приложение к приказу Министра обороны РФ от 24 сентября 2004 г. N 275 [Электронный ресурс]: режим доступа <http://base.garant.ru/187535/>
2. Федеральные авиационные правила инженерно-авиационного обеспечения государственной авиации. Книга 1, 3. Зарегистрированы в Министерстве юстиции РФ 18 февраля 2005 г. № 6340 [Электронный ресурс]: режим доступа <http://studall.org/all2-8866.html>
3. Правила расследования авиационных происшествий и авиационных инцидентов с государственными воздушными судами в РФ (утв. постановлением Правительства РФ от 2 декабря 1999 г. № 1329) [Электронный ресурс]: режим доступа <http://ivo.garant.ru/#/document/12117871/paragraph/14127:0>
4. Чинючин Ю.М., Полякова И.Ф. Основы технической эксплуатации и ремонта авиационной техники: Учебное пособие. Часть I.-М.: МГТУ ГА, 2004.-83 с.
5. Прозоров Б.Н. Военно-экономический анализ на стадиях жизненного цикла боевой авиационной техники. – Москва: ВУНЦ ВВС ВВА им. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина, 2011. – 200 с.
6. Шотыло Д.М., Родионова В.Н., Луценко М.С. Организационно-экономическое и информационное обеспечение устойчивости производственной системы // Организатор производства. 2017. Т.25. № 2. С. 22-33.
7. Туровец О.Г., Родионова В.Н. О некоторых проблемах обеспечения эффективной организации высокотехнологичного производства системы// Организатор производства. 2016. Т.23. № 1. С. 23-31.
8. Randall W., Nowicki D., Hawkis T., Explaining the effectiveness of performancebased logistic: a quantitative examination // The International Journal of Logistics Management. 2011, vol 22, Issue 3, Pp. 324-348/ doi: <http://dx.doi.org/10.1108/09574091111181354>
9. Carmen Systems AB. Carmen Integrated Operations Control – Product Sheet. access mode http://www.carmen.se/air_products/pdf/air_integrated_operations_control.pdf, 2004/ accessed on Feb.02,2017
10. Sopranos K. Performance-baset logistic helps Boeing boost mission readiness. Available at: http://www.boeing.com/news/frontiers/archive/2007/august/i_ids01.pdf.accessed on 30.03.2016
11. Terran Melconian. Effects of Increased Nonstop Routing on Airline Cost and Profit. Masters thesis. Massachusetts Institute of Technology, Department of Aeronautics and Astronautics. September 2001
12. Военно-экономический анализ. / Под ред. С.Ф. Викулова. - М.: Воениздат, 2001.- 551 с.
13. Герасимова Е.Д., Найда В.А., Полякова И.Ф. Повышение эффективности ПТЭ ЛА за счет сокращения простоев при подготовке ВС к полету.- М.: МГТУ ГА, 2004.- 46с.
14. Припадчев А.Д. Методология расчета эксплуатационных расходов воздушного судна. //Вестник ОГУ. 2010. №10 (116). С. 160-164.
15. Далецкий С.В. , Деркач О.Я., Петров А.Н. Эффективность технической эксплуатации самолетов гражданской авиации.- М.: Воздушный транспорт, 2002.- 240 с.

Поступила в редакцию – 9 февраля 2018 г.

Принята в печать –2 марта 2018 г.

References

1. Federal Aviation Rules for the Production of State Aviation Flights. Appendix to the Order of the Minister of Defense of the Russian Federation of September 24, 2004 No. 275 [Electronic resource]: access mode <http://base.garant.ru/187535/>
2. Federal Aviation Rules for Engineering and Aviation Support of State Aviation. Book 1, 3. Registered in the Ministry of Justice of the Russian Federation on February 18, 2005, No. 6340 [Electronic resource]: access mode <http://studall.org/all2-8866.html>
3. Rules for the Investigation of Accidents and Aircraft Incidents with State Aircraft in the Russian Federation (approved by Resolution of the Government of the Russian Federation No. 1329 of December 2, 1999) [Electronic resource]: access mode <http://ivo.garant.ru/#/document/12117871/paragraph/14127:02>
4. Chinyuchin Yu.M., Polyakova I.F.(2004). Fundamentals of technical operation and repair of aviation equipment: Textbook. Part I.-M.: MSTU GA, 83 p.
5. Prozorov B.N. (2011). Military-economic analysis at the stages of the life cycle of military aircraft. - Moscow: VUNTS VVS VVA them. NOT. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin, 200 p.
6. Shotylo D.M., Rodionova V.N., Lutsenko M.S. (2017). Organizational and economic and information support of the sustainability of the production system. *Organizator proizvodstva = Organizer of production* 25 (2), 22-33.
7. Turovets O.G., Rodionov V.N. (2016). On Some Problems of Ensuring an Effective Organization of a High-Tech Production System. *Organizator proizvodstva = Organizer of production*, 23 (1), 23-31.
8. Randall W., Nowicki D., Hawkis T., Explaining the effectiveness of performancebased logistic: a quantitative examination // *The International Journal of Logistics Management*. 2011, vol 22, Issue 3, Pp. 324-348/ doi: <http://dx.doi.org/10.1108/095740911111181354>
9. Carmen Systems AB. Carmen Integrated Operations Control – Product Sheet. access mode http://www.carmen.se/air_products/pdf/air_integrated_operations_control.pdf, 2004/ accessed on Feb.02,2017
10. Sopranos K. Performance-baset logistic helps Boeing boost mission readiness. Available at: http://www.boeing.com/news/frontiers/archive/2007/august/i_ids01.pdf .accessed on 30.03.2016
11. Terran Melconian. Effects of Increased Nonstop Routing on Airline Cost and Profit. Masters thesis. Massachusetts Institute of Technology, Department of Aeronautics and Astronautics. September 2001
12. Military-economic analysis. Ed. S.F. Vikulova. - Moscow: Military Publishing, 2001.- 551 p.
13. Gerasimova ED, Naida VA, Polyakova IF Increasing the effectiveness of the PTE aircraft by reducing downtime in the preparation of aircraft for flight. - M.: MSTU GA, 2004.- 46с.
14. Pripadchev AD Methodology for calculation of aircraft operating costs. // *Bulletin of the OSU*. 2010. №10 (116). Pp. 160-164.
15. Daletskiy S.V. , Derkach O.Ya., Petrov A.N. Efficiency of technical operation of civil aviation aircraft. - M.: Air transport, 2002.- 240 p.

Received – 9 February 2018.

Accepted for publication – 2 March 2018.

УПРАВЛЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЕМ

DOI: 10.25065/1810-4894-2018-26-1-45-56

УДК 338.242.2; 338.3.01

РАЗРАБОТКА КОНЦЕПЦИИ РИСК-КОНТРОЛЛИНГА ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

С.В. Гришунин, Н.В. Муханова, С.Б. Сулоева

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

Введение. Статья посвящена разработке новой концепции риск-контроллинга (РК) на промышленном предприятии, действующем в условиях динамичного окружения. Решение концептуальных вопросов РК актуально, поскольку существующие концепции обладают недостатками, ограничивающими их применение.

Данные и методы. Дано определение концепции РК, как структурированного и точного представления сути РК, определяющего его место в системе управления предприятием. Определены методы исследования: системный подход к изучению проблемы; фундаментальные теоретические положения, изложенные в источниках.

Полученные результаты. Проанализированы существующие концепции РК. Показано, что среди них только «интеграционная концепция» ограниченно подходит для промышленных предприятий, действующих в турбулентном окружении. Доказано, что заложенное в этой концепции представление РК в виде «организующей метафункции» управления рисками (УР) приводит к проблемам с: (1) разделением управляющей и исполнительной систем, (2) определением границ между «метафункцией» и другими функциями УР и; (3) наличием конфликтов между менеджерами и риск-контроллерами. Разработана «управленческая» концепция РК, согласно которой РК – система УР, имеющая свои функции, инструментарий и эволюцию развития. Она информационно и методически обеспечивает все функции и сферы УР для их координации и интеграции. Достоинствами предложенной концепции являются: (1) обеспечение связи УР с бизнес-целями предприятия; (2) ориентация на поиск возможностей и раннее выявление угроз; (3) обеспечение координации и интеграции УР во все функции, сферы и процессы управления; (4) распространение УР на всю цепочку ценностей предприятия.

Заключение. «Управленческая концепция» РК отвечает требованиям к системам управления рисками промышленных предприятий, действующих в динамичном окружении, а также преодолевает ограничения, свойственные ранним концепциям РК. Она может быть использована практикующими контроллерами в качестве основы для создания системы РК

Ключевые слова: система управления, управление рисками, риск-контроллинг, промышленное предприятие, концепции риск-контроллинга

Для цитирования:

Гришунин С. В., Муханова Н. В., Сулоева С. Б. Разработка концепции риск-контроллинга для промышленного предприятия // Организатор производства. 2018. Т. 26. №1. С. 45-56. DOI: 10.25065/1810-4894-2018-26-1-45-56

Сведения об авторах:

Сергей Вадимович Гришунин (канд. экон. наук, sergei.v.grishunin@gmail.com), докторант Высшей школы промышленного менеджмента и экономики Института промышленного менеджмента, экономики и торговли.

Наталья Викторовна Муханова (канд. экон. наук, nmukhanova@spbstu.ru), доцент Высшей школы промышленного менеджмента и экономики Института промышленного менеджмента, экономики и торговли.

Светлана Борисовна Сулоева (д-р экон. наук, suloeva_sb@mail.ru), профессор Высшей школы промышленного менеджмента и экономики Института промышленного менеджмента, экономики и торговли.

On authors:

Sergei V. Grishunin (Cand. Sci. (Economy), sergei.v.grishunin@gmail.com), The Doctoral Student of Graduate School of Industrial Management and Economics, Institute of Industrial Management, Economics and Trade.

Natalya V. Mukhanova (Cand. Sci. (Economy), nmukhanova@spbstu.ru), Assistant Professor of Graduate School of Industrial Management and Economics, Institute of Industrial Management, Economics and Trade.

Svetlana B. Suloeva (Dr. Sci. (Economy), suloeva_sb@mail.ru), Professor Graduate School of Industrial Management and Economics, Institute of Industrial Management, Economics and Trade.

DEVELOPMENT OF CONCEPT OF RISK CONTROLLING FOR INDUSTRIAL ENTERPRISE

S.V. Grishunin, N. V. Mukhanova, S. B. Suloeva

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University
29, Politechnicheskaya St., St. Petersburg, 195251, Russia

Introduction. We developed the concept of risk-controlling (RC) for industrial enterprises operating in dynamic environment. This is of critical importance because existing concepts have shortcomings which restrict their application for development of enterprise risk management.

Data and Methods. The RC concept is the structural and accurate representation of the ideas of RC. It specifies RC's position in management system. The research methods were: system approach and fundamental ideas of RC cited in literature.

Results. Among existing concepts of RC only "integration concept" is applicable for enterprises operating in dynamic environment. However, it assumes that RC is organizing "meta function" of risk management (RM). It causes problems: (1) difficulties with segregation of management and administrative functions; (2) challenges of setting boundaries between the "meta-function" and other RM's functions; (3) conflicts among managers and risk controllers. We developed "managerial" concept of RC considering RC as RM system with its own functions, tools and evolution. It provides informational and methodological support to all functions and spheres of RM for their co-ordination and integration. Advantages of "managerial" concept are: (1) establishing links between RM and company's business-goals; (2) orientation at searching new opportunities and early detection of threats; (3) co-ordination and integration of RM into all functions, spheres and processes; and (4) spreading RM for whole value chain.

Conclusion. "Managerial" concept of RC meets the requirements to RM of enterprises operating in dynamic environment and can be applied by controlling practitioners as a framework for developing of RC system

Key words: system of management, risk management, risk-controlling, industrial company, concepts of risk-controlling

For citation:

Grishunin S.V., Mukhanova N.V., Suloeva S.B. (2018). Development of concept of risk controlling for industrial enterprise. *Organizator proizvodstva* = Organizer of Production, 26 (1), 45-56. DOI: 10.25065/1810-4894-2018-26-1-45-56 (in Russian)

Введение (Introduction)

В условиях динамично и непредсказуемо развивающейся внешней и внутренней среды промышленным предприятиям необходимы системы управления рисками (СУР) нового поколения [21]. Они должны обеспечивать (1) проактивное выявление и анализ рисков достижения целей предприятия; (2) оптимизацию целей компании с учётом выявленных рисков; (3) «отслеживание» возможностей и угроз в процессе движения предприятия к намеченным целям; (4) адаптацию целей компании к изменяющимся условиям среды; и (5) интеграцию СУР в комплексную систему управления предприятием [2, 5, 21]. Она также должна преодолевать когнитивные искажения и организационные барьеры при принятии решений [5].

Такой СУР может стать риск-контроллинг (РК) [7, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17] - современное

развивающееся направление в науке управления. Обзор литературы показал, что существует, как минимум три самостоятельных концепции РК. Это, во-первых, финансово-учетная концепция, рассматривающая РК как усовершенствованную систему внутреннего контроля [7, 12, 18]. В концепции «сервисной функции» задачей РК является снабжение менеджеров информацией, методологиями и инструментами для идентификации, оценки и анализа рисков [14, 16]. В третьей концепции РК представляется организующей «метафункцией» СУР, задачами которой являются координация и интеграция УР с функциями менеджмента и нахождение баланса между доходами и рисками [10, 15]. Однако, эти концепции обладают ограничениями, и в условиях турбулентной внешней и внутренней среды их следует применять с осторожностью.

Решение концептуальных вопросов является ключевым при создании систем РК на промышленном предприятии. Выбор концепции, не соответствующей текущему состоянию окружения предприятия, приведёт к созданию системы РК, в которой достоинства концепции не будут реализованы, а недостатки, наоборот, усилены. Такая система может привести компанию к убыткам и, в конечном итоге, к банкротству.

Данные и методы (Data and Methods)

Теоретической и методологической базой исследования послужили труды зарубежных ученых и практиков УР, таких как П. Хорват [22], Ю. Вебер и У. Шеффер [9], Р. Джарроу [3], Р. Каплан [4, 5, 6]; а также отечественных специалистов: А. Орлова [16], В. Ивашкевича [12], Н. Нечехиной [15], В. Гординой [10] и других. Были использованы методы: системный подход к изучению проблемы исследования; фундаментальные теоретические положения, изложенные в источниках.

Целью исследования является разработка концепции РК, учитывающей требования к СУР в условиях динамичного окружения. Для этого необходимо: (1) проанализировать наиболее распространенные концепции РК для оценки их достоинств и ограничений; (2) разработать концепцию РК, которая преодолевает недостатки ранее проанализированных концепций и является предпочтительной в текущих экономических условиях.

Концепция риск-контроллинга – это структурированное и точное представление понимания сути РК [8]. Она определяет (1) место РК в системе управления предприятием и взаимодействие между ними; (2) систему взглядов, принципов, функций, инструментов и методов, составляющих основу РК. Ценность концепции для практикующих контроллеров заключается в представлении для них основ и рекомендаций по созданию системы РК на предприятии [8].

Полученные результаты (Results)

Поскольку РК является частью системы контроллинга, развитие концепций РК тесно связано с эволюцией концепций контроллинга и частично повторяет её [8, 21].

Наиболее ранней концепцией РК является финансово-учетная концепция, появившаяся в результате эволюции управленческого учёта, внутреннего контроля и аудита рисков; система управления рисками прибыли и сохранности

активов [4, 7, 12, 18]. Согласно ей, РК — это управляющая система, координирующая взаимосвязи между формированием информационной базы, риск-анализом, риск-планированием и внутренним контролем. Она обеспечивает концентрацию контрольных действий на наиболее приоритетных направлениях управления финансовыми и регуляторными рисками предприятия, выявление отклонений фактических результатов деятельности от запланированных и принятие управленческих решений, ориентированных на снижение подконтрольных рисков [10]. Служба РК находится в подчинении финансового директора или главного бухгалтера. Функциями РК являются: (1) выявление и анализ финансовых и регулятивных рисков в ходе разработки планов и бюджетов, а также предложение мероприятий по их снижению до приемлемого уровня; (2) мониторинг и контроль за реализацией рисков в виде анализа фактических отклонений от плановых заданий; (3) подготовка отчетности по отклонениям для принятия решений по их ликвидации. Инструментами мониторинга в РК являются (1) базы данных и карты финансовых и регулятивных рисков; (2) контрольные процедуры в виде «барьеров» для реализации рисков; (3) система подконтрольных показателей для анализа отклонений [7, 18].

Основное достоинство данной концепции РК – это процессный подход. В отличие от «дискретного» управления рисками, в котором УР осуществляется руководителями на индивидуальной основе, здесь РК – это повторяющийся процесс, связывающий всю цепочку УР. Другими достоинствами концепции являются: (1) наличие постоянно действующего механизма мониторинга рисков; (2) должная поддержка эффективности контрольных процедур.

Однако применение данной концепции для построения РК в условиях турбулентного окружения не рекомендуется [2]. Это связано с тем, что подконтрольные риски сводятся только до уровня финансовых и регуляторных. Однако, как показали исследования компании Deloitte², в более 65% случаев предприятия несут потери по причине стратегических и прочих внешних рисков, чем от финансовых рисков или операци-

² Deloitte and Touche. The value killer revisited. A risk management study. <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/br/Documents/audit/ValueKiller.pdf>

онных сбоях. Кроме того, предлагаемая система мониторинга рисков направлена на обнаружение результатов реализации рисков, а не на их предотвращение. В условиях изменчивого окружения анализировать причины и виновников уже наступивших рисков может быть уже поздно [2, 21]. Нацеленность концепции на минимизацию рисков сдерживает развитие предприятия, так как препятствует разумному принятию рисков. В данной концепции мотивация высших руководителей не связана с качеством управления рисками, а служба РК не обладает достаточным авторитетом и значимостью, чтобы оказывать существенное влияние на принятие управленческих решений [2].

В следующей концепции, РК представляется как «сервисная функция УР». Развитие концепции связано с (1) растущим влиянием внешних угроз предприятия; и (2) пониманием необходимости предупреждения рисков на ранней стадии их развития. Создаются системы управления по целям [21], которые затем эволюционируют в системы сбалансированных показателей (ССП) [4, 6]. Отправной точкой для контроля и анализа рисков становятся стратегические цели компании. Внимание уделяется рискам, влияющим на стоимость предприятия, а высший менеджмент становится непосредственно вовлечен в управление рисками в ходе разработки стратегии и анализа её реализации.

В данной концепции РК представляется как функция информационно-аналитической поддержки СУР предприятия для комплексного управления рисками. РК рассматривается как система методологического, информационно-аналитического обеспечения принятия адекватных управленческих решений на предприятии в условиях завышенных рисков [14, 17, 18], как «надстройка» над риск-менеджментом [16]. Ключевыми функциями РК в данной концепции являются: (1) выявление информации о потенциальных рисках, ее систематизация в информационных системах и доведение до управленческого персонала предприятия; (2) методическая и инструментальная помощь менеджменту по оценке и анализу рисков, их бюджетированию; (3) консультирование руководства по вопросам УР; (4) мониторинг и контроль над рисками; (5) подготовка отчетности по рискам; и (6) координация различных фаз процесса УР. Ключевыми инструментами РК

являются: (1) реестры и карты рисков в информационной системе РК; (2) количественные модели оценки существенных рисков; (3) лимиты и бюджеты рисков; (4) карта стратегических показателей; (5) контрольные процедуры в виде «барьеров» для реализации рисков; (6) планы действий в случае реализации рисков и возникновения чрезвычайных ситуаций.

Основными преимуществами концепции над финансово-учетной являются: (1) включение в периметр управления всех рисков, влияющих на стоимость предприятия; (2) тесная связь со стратегией и наличие стратегической обратной связи; (3) оптимизация рискованной нагрузки (посредством бюджетирования рисков); и (4) вовлечение высшего руководства в управление рисками. К преимуществам концепции также относятся: (1) применение статистических методов оценки существенных рисков [3, 16]; (2) использование процедур предварительного и текущего контроля, позволяющих предотвращать риски на ранних стадиях их проявления [15, 21]; (3) использование ССП для мониторинга рисков; (4) независимость служб УР и РК от менеджеров, принимающих решения.

Однако, и эта концепция обладает серьезными недостатками. РК здесь просто функция УР; он не интегрирован в управление предприятием; его координация с остальными функциями управления является слабой. Поскольку УР не приносит доходов, но сопровождается расходом ресурсов, менеджеры, принимающие управленческие решения, будут уделять РК мало внимания, и цели РК не будут достигнуты [5]. Также, РК в этой концепции нацелен на анализ и мониторинг отдельных рисков, в то время как УР должно стать неотъемлемой частью всех процессов и функций управления предприятием. К числу ограничений отнесем: (1) анализ рисков «сверху-вниз», не дополненный схемой «снизу-вверх», а также учетом когнитивных искажений и «слепых» пятен [19, 21]; (2) сведение анализа рисков к статистическому анализу прошлых событий, что ограничивает возможности по выявлению новых вызовов и угроз; (3) использование громоздких, сложных и дорогих в поддержании систем показателей, получаемых путем интеграции рисков в действующие ССП [20].

Следующая, «интеграционная» концепция, представляет РК в виде организующей «ме-

тафункции» СУР, основной задачей которой, наряду с методической и комментирующей, является координация и интеграция УР с другими функциями менеджмента и (или) нахождения рационального баланса между деятельностью, приносящей доход, и расходами на УР [9, 13, 15]. Развитие концепции связано с созданием интегрированных СУР (ИСУР) предприятий [1, 2, 11]. Основные принципы ИСУР отражены в национальном стандарте ГОСТ Р ИСО 31000³. В соответствии с данным стандартом, целью УР является нахождение оптимального баланса между возможностями получения доходов и рисками потери активов. ИСУР предполагает, что СУР (1) создает и защищает ценности; (2) является неотъемлемой частью всех процессов предприятия; (3) учитывает факторы корпоративного управления. Это достигается путем создания системы взаимосвязанных и скоординированных процессов и процедур по УР, а также обеспечения понятного и четкого распределения ответственности и полномочий за УР между исполнителями. Принципами ИСУР также являются: (1) адаптированность к изменениям в среде; (2) использование систематического, структурированного и регулярного подхода к процедурам УР; (3) прозрачность и учет интересов всех заинтересованных сторон; (4) содействие постоянному совершенствованию деятельности предприятия.

Взаимодействие между менеджментом УР и РК в рамках концепции показано на рис 1. Главный риск-контроллер подчинен риск-менеджеру предприятия, а риск-контроллеры функционально подчиненные главному риск-контроллеру, находятся рядом с ключевыми менеджерами (владельцами рисков) по сферам управления (маркетинг, производство, логистика, воспроизводство оборудования и т.д.) и играют роль «второго пилота».

Достоинством концепции является интеграция и координация РК в систему управления предприятием. Все принимаемые на предприятии решения основываются на подробном

рассмотрении рисков и анализе их воздействия на цели компании. Также, преимуществами концепции являются: (1) учет человеческих и культурных факторов при построении СУР; (2) осуществление итеративного и адаптируемого УР, непрерывно распознающего изменения и реагирующего на них. Благодаря этим преимуществам, концепция может применяться в условиях турбулентного окружения.

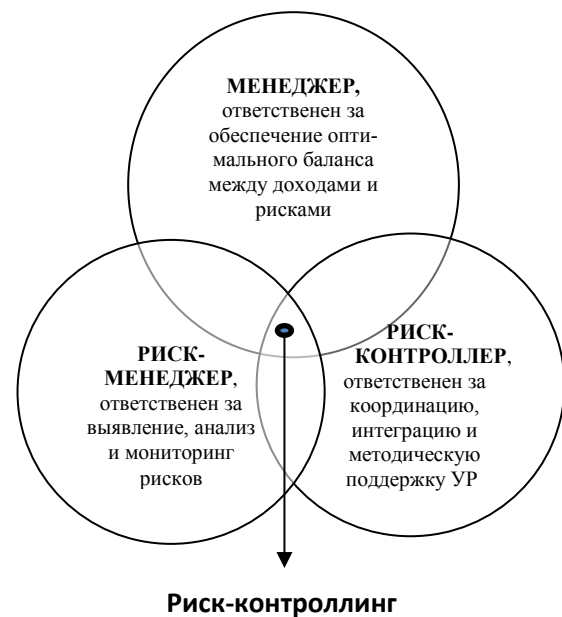


Рис. 1. Место риск-контроллинга в «интеграционной» концепции

Fig. 1. Positioning of risk controlling in management in accordance to “integration” concept

Достоинством концепции является интеграция и координация РК в систему управления предприятием. Все принимаемые на предприятии решения основываются на подробном рассмотрении рисков и анализе их воздействия на цели компании. Также, преимуществами концепции являются: (1) учет человеческих и культурных факторов при построении СУР; (2) осуществление итеративного и адаптируемого УР, непрерывно распознающего изменения и реагирующего на них. Благодаря этим преимуществам, концепция может применяться в условиях турбулентного окружения.

Однако, положение РК в роли «организующей метафункции» УР ограничивает данную концепцию. Исследования показывают: для обеспечения выживания предприятия, РК должен эволюционировать вместе с его окружением

³ ГОСТ Р ИСО 31000-2010 Менеджмент риска. Принципы и руководство. URL:

<http://protect.gost.ru/v.aspx?control=8&baseC=6&page=0&month=10&year=2012&search=31000&RegNum=1&DocOnPageCount=15&id=171333>

[2, 21]. Если РК – это только функция, то она не может иметь эволюцию развития, она может только совершенствоваться. Во-вторых, возникают сложности проведения «границы» между РК и функциями управления – планированием, учетом, контролем и т.д. Согласно концепции, КР организует и выполняет функции планирования, анализа, учета и контроля за рисками. Но, если РК – это только функция УР, то, как функция может выполнять несколько самостоятельных функций? В-третьих, наличие «организующей метафункции» предполагает дополнительный контур управления, в котором параллельно менеджерам и риск-менеджерам существует еще одна структура «риск-контроллеров». Поскольку последние одновременно выступают «помощниками» и «блюстителями риск-аппетита», между этими параллельными структурами будут возникать постоянные конфликты [9, 22].

Разработка управленческой концепции риск-контроллинга. В ее основу положена управленческая концепция контроллинга, представленная научной школой СПбПУ [21]. Согласно ей, контроллинг – это ориентированная на рынок и конкуренцию концепция управления, направленная на формирование, развитие и поддержание конкурентного преимущества за счет координации и интеграции всех функций и объектов менеджмента и управления в реальном масштабе времени. Учтены также и идеи П. Хорвата, согласно которым дальнейшее развитие контроллинга заключается в полной интеграции принципов, методов, взглядов и задач контроллинга в систему управления и культуру компании, при которой контроллинг перестает быть «функцией», а становится системой управления нового типа. При этом, по мере роста зрелости предприятия, функции контроллинга («самоконтроллинг») начинают выполнять сами менеджеры [22]. Кроме того, эта концепция отражает мнения практиков УР [1, 2, 19], в том числе изложенные в новой редакции модели СУР COSO⁴.

В динамичном окружении УР обеспечивает выживаемость предприятия в долгосрочной перспективе. При этом, УР является обязатель-

ством акционеров и руководства, а также частью всех бизнес-процессов по риск-ориентированному управлению предприятием [2, 19]. Выживаемость предприятия обеспечивается за счет нахождения оптимального баланса между возможностями получения предприятием конкурентного преимущества (и, соответственно, доходов) и угрозами потери активов и капитала. Понятие риска трансформируется в понятие «неопределённости» - состояние, заключающееся в недостаточности информации, понимания, знания относительно события, его последствий или его возможности⁵. Задачами УР являются: (1) позиционирование компании во внешней и внутренней среде в условиях неопределенности; (2) определение влияния неопределенностей на стратегические и тактические цели предприятия (путем идентификации, анализа, оценки величины и последствий рисков); (3) методическая и консультационная помощь руководителям по УР в рамках самоконтроллинга; (4) создание и поддержание информационных систем учета и отчетности по рискам. *Функциями*, формирующими процессы РК, являются планирование, анализ, учет, контроль, регулирование, мотивация, организация производства и воспроизводство активов. Они должны быть интегрированы во все бизнес-процессы и *сферы управления* предприятия: маркетинг, финансы, производство и т.д. Все функции УР должны иметь общую базу, взаимоувязаны и скоординированы [10, 21].

В управленческой концепции, РК информационно и методически обеспечивает все функции и сферы УР для их координации и интеграции, однако не является ни сервисной функцией, ни «управлением управления». РК — это целеориентированная совокупность методов и инструментов для организации УР в процессах планирования, анализа, контроля и учета, организации производства и регулирования во всех сферах и процессах управления, то есть это СУР, имеющая свои функции, инструментарий и свою эволюцию развития. РК решает задачи создания и поддержания *архитектуры УР*: идеологии, принципов, инфраструктуры (организации и

⁵ ГОСТ Р ИСО 31000-2010 Менеджмент риска. Принципы и руководство. URL: <http://protect.gost.ru/v.aspx?control=8&baseC=6&page=0&month=10&year=2012&search=31000&RegNum=1&DocOnPageCount=15&id=171333>

⁴ The Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission, www.coso.org

инструментария) и процессов УР. Применяя эту архитектуру к конкретным рискам, менеджеры, в ходе самоконтроллинга, осуществляют *риск-ориентированное управление* предприятием. Это является «точкой раздела» между РК и управлением предприятия. Выбор функций и архитектуры РК зависит от окружения предприятия. Чем динамичнее внешнее окружение, тем больше РК концентрируется на риск-ориентированном стратегическом управлении [21]. Чем больше УР является частью культуры предприятия, акционеры и менеджеры компетентны в вопросах УР, полномочия и обязательства по УР оптимально распределены, а

инфраструктура соответствует требованиям внешнего окружения, тем шире на предприятии реализуется *самоконтроллинг*, а риск-контроллеры сконцентрированы на развитии архитектуры УР и являются равноправными партнерами и советниками стейкхолдеров, а не «блустителями риск-аппетита».

Концептуальные положения системы РК приведены на рис. 2. Для завершения обоснования управленческой концепции необходимо определить, какие специфические задачи решает РК в каждой функции управления и как взаимодействуют между собой РК, контроллинг и менеджмент (рис.3).



Рис. 2. Концептуальные положения системы риск-контроллинга на промышленном предприятии
 Fig. 2. Conceptual framework of risk controlling system in industrial enterprise

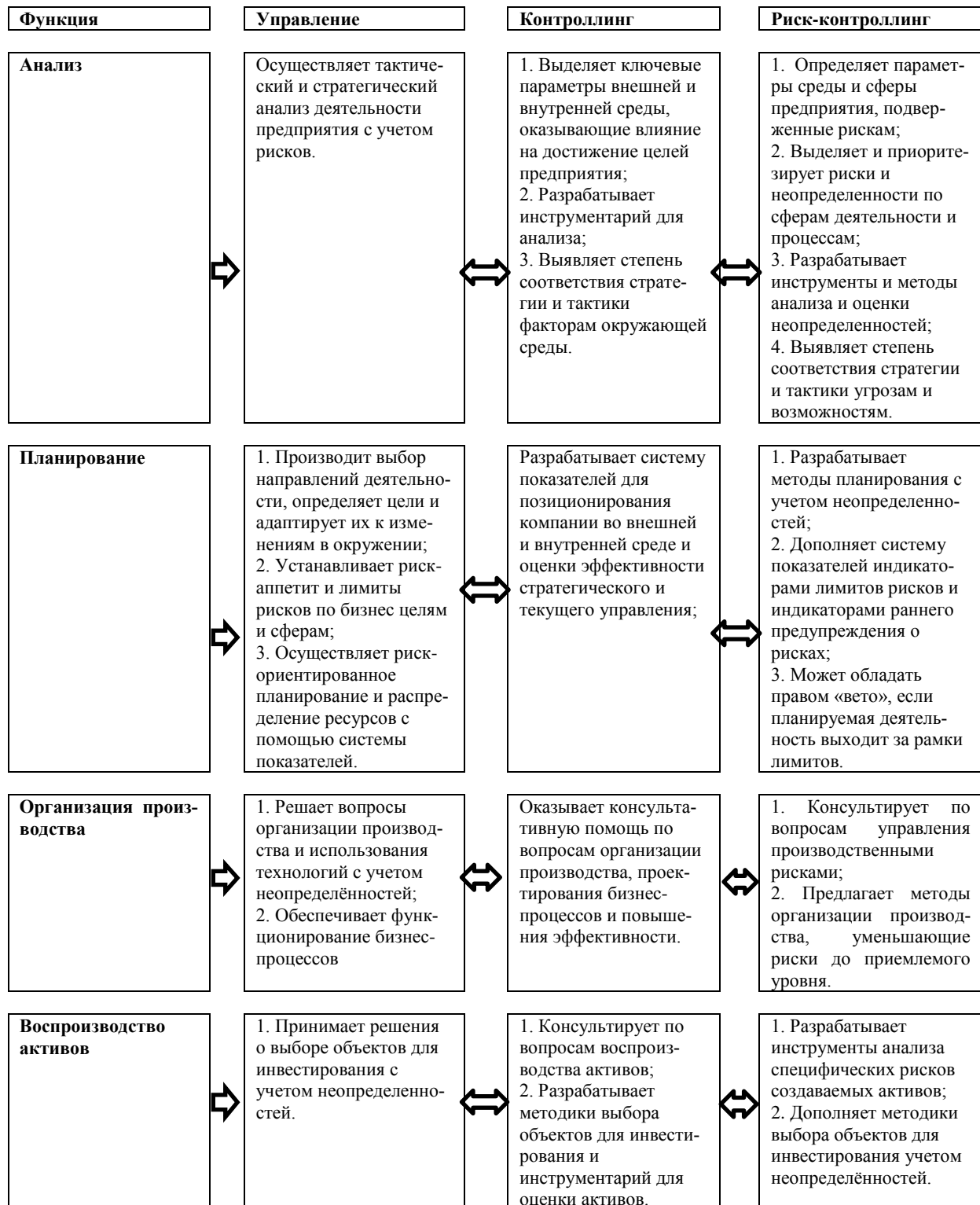


Рис. 3. Взаимодействие менеджмента, контроллинга и риск-контроллинга
 Fig. 3. Interaction of management, controlling and risk controlling

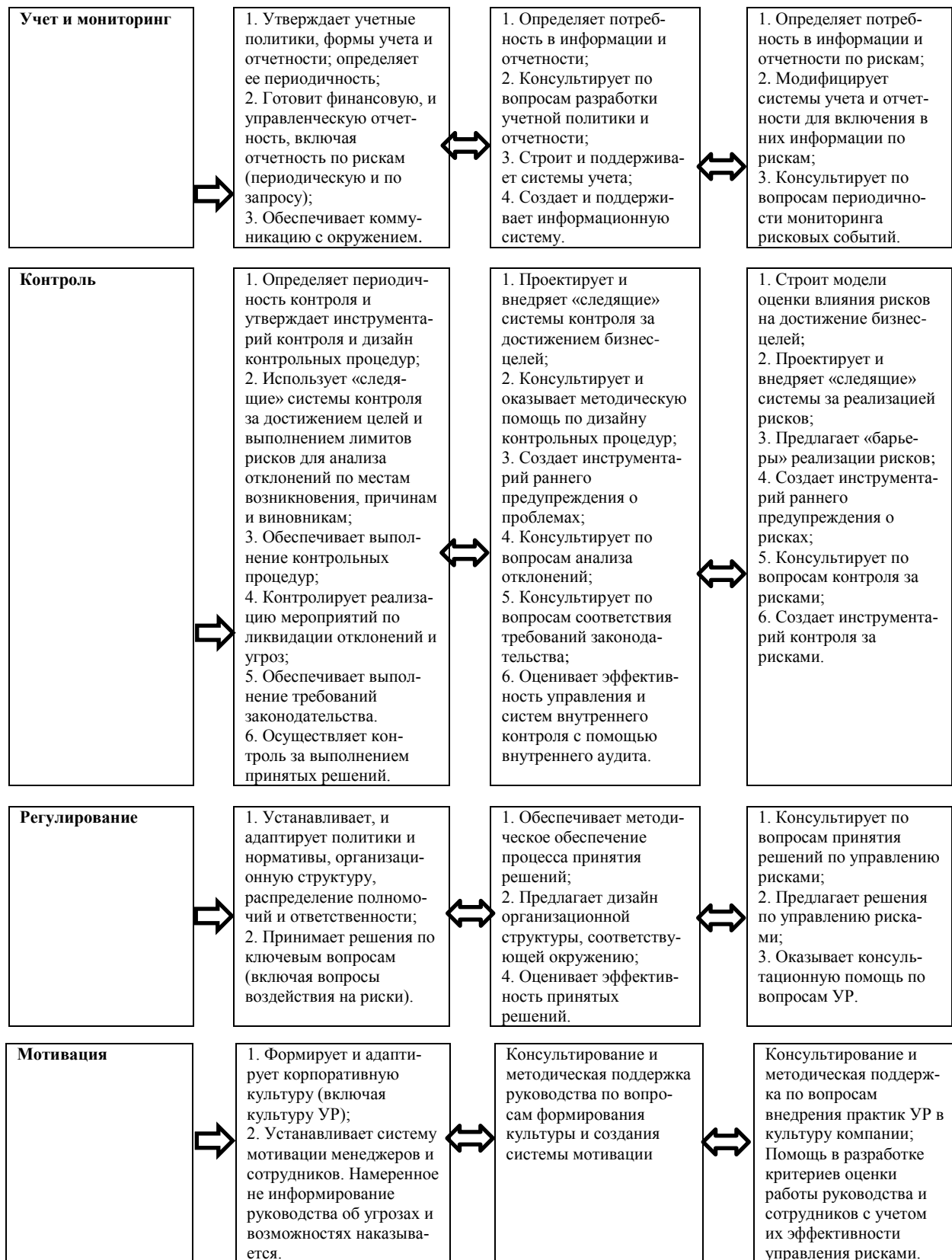


Рис. 3. Взаимодействие менеджмента, контроллинга и риск-контроллинга (продолжение)

Fig. 3. Interaction of management, controlling and risk controlling (continuation)

Выводы и направления дальнейших исследований (Conclusion)

Анализ концепций риск-контроллинга показал, что среди трех наиболее распространенных из них, две – «финансово-учетная» и концепция «сервисной функции» - не отвечают современному состоянию окружения промышленного предприятия. Первая концепция не обеспечивает управление всеми видами рисков, а вторая – статична и не реализует интеграцию и координацию УР во всех функциях, процессах и сферах деятельности предприятия. Третья, «интеграционная концепция» РК, хотя и построена на принципах ИСУР и поэтому подходит для динамичного окружения, также обладает ограничениями. Она представляет РК организующей «метафункцией» СУР, что приводит к проблемам с (1) разделением управляющей и исполнительной систем, (2) поиском границ между этой функцией и ключевыми функциями управления; (3) отсутствием «ядра контроллинга» и «размытости» концепции; (4) наличием конфликтов между менеджерами и риск-контроллерами.

Для ликвидации этих ограничений нами разработана «управленческая» концепция РК. В ней последний выступает целеориентированной совокупностью методов и инструментов для организации УР во всех функциях, процессах и сферах менеджмента, то есть системой управления рисками, имеющей свои функции, инструментарий и свою эволюцию развития. В этой концепции система РК информационно и методически обеспечивает все функции и сферы УР для их координации и интеграции, а также решает задачи создания и поддержания архитектуры УР. Применяя эту архитектуру к конкретным рискам, менеджеры, в ходе самоконтроллинга, осуществляют риск-ориентированное управление предприятием. Достоинствами предложенной концепции являются: (1) ликвидация проблем с проведением «границ» между управлением, контроллингом и риск-контроллингом; (2) обеспечение неразрывной связи УР со стратегическими и операционными целями предприятия; (3) ориентация на поиск новых возможностей и раннее выявление угроз; (4) обеспечение координации и интеграции УР во все функции, сферы и процессы управления, а также в культуру и корпоративное управление предприятием; (5)

вовлечение всех стейкхолдеров в процессы УР; (6) распространение УР на всю цепочку ценностей предприятия. Ценность предложенной концепции для практикующих контроллеров заключается в представлении для них основ и рекомендаций по созданию на предприятии системы РК, отвечающей текущему состоянию окружения.

Направлением дальнейших исследований станет: (1) уточнение методологии системы РК для отражения в ней положений «управленческой концепции» контроллинга; и (2) разработка архитектуры РК – механизмов, формирующих всю систему, а также инструментария и методик. Дальнейшие исследования должны быть сосредоточены на вопросах построения «контроллинговой» культуры УР на предприятии, на разработке систем мотивации, организационной структуры и вопросов внедрения самоконтроллинга.

Библиографический список

1. Bromiley, P., et al. (2015). Enterprise Risk Management: Review, Critique, and Research Directions. *Long Range Planning*, 48(4), 265-276.
2. Funston F., Wagner S. (2010). *Surviving and Thriving in Uncertainty. Creating the Risk Intelligent Enterprise*. John Wiley & Sons, 338.
3. Jarrow R. (2009). Credit Risk Models. *Annual Review of Financial Economics*, 1, 37-68.
4. Kaplan R. (2006). The Competitive Advantage of Management Accounting. *Journal of Management Accounting Research*, 18, 127-135.
5. Kaplan R., Mikes A. (2016). Risk Management – The Revealing Hand. *Journal of Applied Corporate Finance*. 2016. № 28(1). Pp. 8-18.
6. Kaplan, R. S., Norton D.P. (1996). Using the Balanced Scorecard as a Strategic Management System. *Harvard Business Review*, 1-2, 75-85.
7. Абилова М. Г., Рыжкова О.А. Риск-контролинг в системе управления финансовыми рисками промышленного предприятия // *Управление экономическими системами*. 2017. №5(99). С. 35-39.
8. Беккер В., Бальтцер Б., Гончарова Л. Взаимодействие менеджмента и контроллинга: опыт Германии и России // *Контролинг*. 2010. №3. С. 20-31.
9. Вебер Ю., Шеффер У. Введение в контролинг. М.: Издательство НП Объединение контроллеров, 2014. 476 с.

10. Гордина В. В. Некоторые аспекты формирования системы риск-контроллинга на предприятии // Финансы и кредит. 2012. №28 (508). С. 30-36.
11. Досугова А. В. Контроллинг рисков в системе риск-менеджмента организации // Контроллинг. 2011. №3. С. 60-63.
12. Ивашкевич В. Б. Стратегические решения в контроллинге // Контроллинг. 2012. №4. С. 8-11.
13. Крымский В.В., Панков А.Е. Система риск-контроллинга промышленного предприятия // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. 2014. № 2(192). С. 114-122.
14. Матушевская Е. А., Алексеева Л. А. Риск-контроллинг и его роль в управлении организацией // Таврический научный обозреватель. 2017. №5(22). С. 21-25.
15. Нечеухина Н. С. Организационно-экономические инструменты учёта в системе контроллинга // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2015. №10(3). С. 550-554.
16. Орлов А. И. Современное состояние контроллинга рисков // Научный журнал КубГАУ. 2014. № 98(04). С. 32-64.
17. Романов С. Н. Риск-контроллинг в системе современного менеджмента // Транспортное дело России. 2010. №10. С. 173-175
18. Слабинский С.В. Формирование механизма контроллинга рисков на промышленном предприятии // European Social Science Journal. 2011. №6. С. 399-408.
19. Сидоренко А., Демиденко Е. Рецепт эффективного управления рисками 2.0. URL: <https://www.risk-academy.ru/download/risk-management-book/> (дата обращения 07.02.2018)
20. Скобелева И.П., Санжиева Т.В. Модель интеграции риск-менеджмента в систему управления компанией на основе концепции BSC // Современные технологии управления. 2014. №5(41). С.30-35.
21. Сулоева С. Б. Стратегический контроллинг на промышленном предприятии. Монография. СПб: НЕСТОР, 2005. 182 с.
22. Хорват П. Концепция контроллинга. Управленческий учет. Система отчетности. Бюджетирование. М.: Альпина Бизнес Букс, 2006. 269 с.

Поступила в редакцию – 8 февраля 2018 г.

Принята в печать – 2 марта 2018 г.

References

1. Bromiley, P., et al. (2015). Enterprise Risk Management: Review, Critique, and Research Directions. *Long Range Planning*, 48(4), 265-276.
2. Funston F., Wagner S. (2010). *Surviving and Thriving in Uncertainty. Creating the Risk Intelligent Enterprise*. John Wiley & Sons, 338.
3. Jarrow R. (2009). Credit Risk Models. *Annual Review of Financial Economics*, 1, 37-68.
4. Kaplan R. (2006). The Competitive Advantage of Management Accounting. *Journal of Management Accounting Research*, 18, 127-135.
5. Kaplan R., Mikes A. (2016). Risk Management – The Revealing Hand. *Journal of Applied Corporate Finance*. № 28(1). Pp. 8-18.
6. Kaplan, R. S., Norton D.P. (1996). Using the Balanced Scorecard as a Strategic Management System. *Harvard Business Review*, 1-2, 75-85.
7. Abilova M. G., Ryzhkova O.A. (2017). Risk-controlling in the system of management of financial risks of industrial enterprise. *Upravlenie jekonomicheskimi sistemami= Management of economic systems*, 5(99), 35-39.
8. Bekker V., Baltser B., Goncharova L. (2010). The relationship between management and controlling: practices in Germany and Russia. *Controlling*, 3, 20-31.
9. Weber J., Schaffer U. (2014). *Introduction in controlling*. M: Izdatel'stvo NP Ob#edinenie kontrol-lerov, 476
10. Gordina V.V. (2012). Several aspects of forming of risk-controlling system at the enterprise. *Finansy i kredit = Finance and Credit*, 28(508), 30-36.

11. Dosugova A. V. (2011). Controlling of risks in the enterprise risk management system. *Controlling*, 3, 60-63.
12. Ivashkevich V. B. (2012). Strategic decision in controlling. *Controlling*, 4, 8-11.
13. Krymskij V.V., Pankov A.E. (2014). Risk management system in industrial enterprise. *Nauchno-tehnicheskie vedomosti SPbGPU. Jekonomicheskie nauki = Digest of engineering and science of SpBSTU. Economy*, 2(192), 114-122.
14. Matushevskaja E. A., Alekseeva L. A. (2017). Risk-controlling and its role in management of the enterprise. *Tavrisheskij nauchnyj obozrevatel' = Tavricheski digest of science*, 5(22), 21-25.
15. Necheuhina N. S. (2015). Organizational and management accounting tools in system of controlling. *Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh i fundamental'nyh issledovanij = International journal of practical and fundamental research*, 10(3), 550-554.
16. Orlov A. I. (2014). The contemporary situation in theory of risk-controlling. *Nauchnyj zhurnal KubGAU = The research journal of Kuban State Agricultural University*, 98(04), 32-64.
17. Rromanov S. N. (2010). The positioning of risk controlling in the system of contemporary management. *Transportnoe delo Rossii = Russia's transport industry*, 10, 173-175.
18. Slabinskij S.V. (2011) Forming of risk-controlling mechanism at industrial enterprise. *European Social Science Journal*, 6, 399-408.
19. Sidorenko A., Demidenko E. Guide to effective risk management 2.0. URL: <https://www.risk-academy.ru/en/download/risk-management-book/> (accessed 07.12.2018).
20. Skobeleva I.P., Sanzhieva T.V. (2014). The model of integration of risk management into enterprise management system with the concept of BSC. *Sovremennye tehnologii upravlenija = The contemporary management technologies*, 5(41), 30-35.
21. Suloeva S.B. (2005). Strategic controlling at production enterprise. Monograph. Saint-Petersburg: NESTOR, 182.
22. Horwath P. (2006). The concept of controlling. Management Accounting. Reporting. Budgeting. M: Al'pina Biznes Buks, 269.

Received – 8 February 2018.

Accepted for publication – 2 March 2018.

DOI: 10.25065/1810-4894-2018-26-1-57-66

УДК 338

ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ И ОПТИМИЗАЦИЯ РАСХОДОВ НА ПЕРСОНАЛ

П.П. Лутовинов

Уральский социально-экономический институт (филиал) Образовательного учреждения профсоюзов высшего образования «Академия труда и социальных отношений»
Россия, 454091, Челябинск, Свободы, 155/1

Д.И. Козлов

Южно-Уральский центр профессиональных квалификаций Южно-Уральской железной дороги – филиала
ОАО «РЖД»
Россия, 454091, Челябинск, Российская, 268

Введение. В условиях обострения международных политических и экономических отношений организация экономики персонала приобретает особую важность. Усложняется выбор и обоснование принятия решений по противодействию факторам отрицательного воздействия внешней и внутренней сред металлообрабатывающего предприятия. Актуальными остаются вопросы оценки и обеспечения устойчивости функционирования металлообрабатывающего предприятия при реализации им стратегических целей в условиях кризисного состояния экономики, вызванного санкциями и разрывом экономических связей с соседними странами.

Теория, методы и модель. Оценка организационно-экономического развития и устойчивости производственных систем осуществляется с использованием частных и обобщенных показателей, которые характеризуют состояние макро-, мезо-, микро- и мини-уровней экономической среды предприятия. Для оценки организационно-экономического состояния предприятия разработаны: метод свёртки показателей многоуровневой экономической системы в обобщенные средние динамические значения каждой среды; алгоритм расчета запаса экономической устойчивости предприятия. Для прогнозирования обобщенных показателей устойчивости предприятия использованы методы экспоненциального сглаживания и наименьших квадратов. Для ситуации, характеризуемой отрицательной динамикой индексов обобщенных показателей сред предложен вариант оптимизации расходов на персонал предприятия, отличающийся использованием зависимостей коэффициентов снижения числа рабочих дней в плановом периоде от снижения объёмов производства и численности персонала, базовых значений дневной производительности труда и заработной платы и т.д.

Полученные результаты. В работе произведено прогнозирование обобщенных показателей экономической системы и запаса устойчивости для металлообрабатывающего предприятия Челябинской области. На основе прогнозных обобщенных показателей произведена оценка состояний и курсов экономической системы до 2019 года. Установлена необходимость оптимизации затрат на персонал в условиях всеобщего кризиса экономики.

Заключение. Использование сформулированных методических положений по оптимизации затрат на персонал с учетом оценки прогнозной устойчивости предприятия позволяет по новому расста-

Сведения об авторах:

Павел Павлович Лутовинов (д-р экон. наук, профессор, lutovinov@ursei.ac.ru), профессор кафедры экономики.
Дмитрий Иванович Козлов (kozlovdi555@yandex.ru), преподаватель первой категории Южно-Уральского центра профессиональной квалификации.

On authors:

Pavel P. Lutovinov (Dr. Sci. (Economy), Professor, lutovinov@ursei.ac.ru), Professor of the Department of Economics.
Dmitry I. Kozlov (kozlovdi555@yandex.ru), is a Teacher of the first category of the South Ural Center of Professional Qualifications.

вить приоритеты при формировании стратегии развития металлообрабатывающего предприятия и предотвратить его банкротство.

Ключевые слова: экономическая устойчивость, стратегия, программный подход, организация, оптимизация затрат

Для цитирования:

Лутовинов П.П., Козлов Д.И. Оценка устойчивости предприятия и оптимизация расходов на персонал // Организатор производства. 2018. Т. 26. №1. С. 57-66. DOI: 10.25065/1810-4894-2018-26-1-57-66

THE STABILITY ASSESSMENT OF THE ENTERPRISE AND THE PERSONNEL EXPENSES OPTIMIZATION

P.P. Lutovinov

Ural Socio-Economic Institute (branch) the Educational institutions of trade unions of higher professional education «The Academy of labor and social relations»
155, Svobody St., Chelyabinsk, 454091, Russia

D.I. Kozlov

South Ural Center of Professional Qualifications of the South Ural Railway - branch of Joint Stock Company «Russian Railways»
268, Rossiyskaya St., Chelyabinsk, 454091, Russia

Introduction. In the conditions of the international political and economic crisis the organization of staff economics becomes vital. The choice and justification of making decisions to resist the factors of negative impact of external and internal environments of the metalworking enterprise becomes more complicated. The economic have a number of important tasks. The assessment and ensuring stability of functioning of the metalworking enterprise at realization of strategic objectives in the conditions of the crisis state of economy caused by sanctions and a rupture of economic relations with the neighboring countries.

Theory, methods and model. The assessment was made for macro, meso, micro, mini levels of the economic system. A method of rolling up of indicators into the average data; algorithm of calculation of economic stability asset of the enterprise; options of expense optimization on the personnel of the enterprise were developed to make an assessment of the economic and organizational condition of the company. The difference of this method is in use of dependence of coefficients of decrease in the working days number from in the outputs decrease, number of staff, etc.

Results. The forecasting of the indicators was made for the metalworking company of Chelyabinsk region. Assessment of a state of economic system has been made till 2019.

Conclusion. The use of the formulated methodical thesis on optimization of costs on the personnel including the assessment of expected stability of the enterprise allows us to make priorities while forming the development strategy of the metalworking enterprise

Key words: economic stability, strategy, program approach, project planned approach, cost optimization

For citation:

Lutovinov P.P., Kozlov D.I. (2018). The stability assessment of the enterprise and the personnel expenses optimization. *Organizator proizvodstva* = Organizer of Production, 26 (1), 57-66. DOI: 10.25065/1810-4894-2018-26-1-57-66 (in Russian)

Введение

Многие промышленные предприятия в последние два десятилетия работают нестабильно.

В периоды кризиса часто наблюдается не только резкое падение производства, но и полная

остановка, банкротство предприятий. Одним из самых негативных моментов в эти периоды является безработица. При сокращении притока трудовых ресурсов, вызванных демографической

ситуацией, наблюдается значительный уровень безработицы (7% в 2017 году) [1].

Устойчивость предприятия, как это отмечено в [2-7 и др.], - основа устойчивости экономики в целом. Проблемы обеспечения устойчивого развития предприятия с обзором существующих технологий управления рассмотрены в работе [2].

Однако вопросы улучшения организации производства в условиях усиления отрицательного воздействия внешней среды рассмотрены недостаточно.

Логистические и производственные процессы в мировой экономике подвержены циклическому развитию. С циклами 3-5-летней длительности наблюдаются краткосрочные колебания спроса. Мировой рынок стали подвержен циклическим колебаниям цен с периодом 30 лет [8].

Для менее болезненного прохождения кризисных явлений, то есть, значительного падения спроса на машиностроительную и металлургическую продукцию, предприятиям необходимо увязывать свои инновационные циклы с кризисными циклами в экономике. Этого можно достигнуть, строя научно обоснованные прогнозы организационного развития производственных систем.

Теория, методы и модель

Сегодня в стране происходит коренная трансформация экономической системы, которая обусловлена требованиями адекватной реакции на внешние вызовы, необходимостью активизации импортозамещения и выживания в условиях все более возрастающего уровня конкуренции и технологического превосходства отдельных стран, выбравших инновационный путь развития [9].

Как следствие, предприятия ориентированы на развитие с высокотехнологичным производством. При таких условиях организация производства определяется комплексом факторов и условий внешней и внутренней среды. Организация производства должна обладать способностью адаптироваться к этим условиям, что является залогом обеспечения высокой эффективности и соответственно организации производства, и производства в целом [10].

Для оценки организационно-экономического развития и устойчивости производственных

систем используются частные и обобщенные показатели.

Согласно классификации, приведенной в источнике [11], экономическая система подразделяется на макро-уровень (далее X уровень), мезо-уровень (далее Y уровень), микро-уровень (далее Z уровень). В работе [12] классификация экономической системы дополнена мини-уровнем (далее μ уровень) - внутренней экономической средой предприятия.

Для удобства обработки обобщенные значения факторов внешней и внутренней экономических сред предприятия дефрагментируются в последовательности: тип; подтип; класс; род; вид; подвид. Это позволяет дифференцировано определить сущность и специфику влияния факторов и субфакторов внешней и внутренней экономических сред на устойчивость предприятия [12, 13].

Приведение частных показателей иерархических уровней внешней экономической среды предприятия (X-уровня) к безразмерным производится по формуле:

$$X_{gijk} = \frac{X_{gijk_t}}{X_{gijk_1}}, \quad (1)$$

где X_{gijk_t} - индекс показателя устойчивого развития k -го подвида i -го вида j -го рода g -класса X уровня экономической системы в рассматриваемом t году.

Свертка полученных индексов устойчивого развития внешней и внутренней экономической среды предприятия (в данном случае X уровня внешней экономической среды) в средние показатели производится по формуле:

$$X_{cp_{gijk}} = \frac{1}{q} \sum_{k=1}^q X_{gijk}, \quad (2)$$

где q - число показателей k -го подвида i -го вида j -го рода g -класса t года.

Свертка показателей более высоких уровней определяется аналогичным образом. Формула свертки показателя устойчивости макроуровня экономической системы примет следующий вид:

$$X_{cp_{g_i}} = \frac{1}{l} \sum_{g=1}^l X_{g_i}, \quad (3)$$

где l - число показателей g -го класса X cp - го уровня экономической системы в рассматриваемом t году.

Осуществляя в том же ключе свертку показателей Y, Z, μ - уровней экономической

системы, определяется коэффициент запаса экономической устойчивости предприятия - $k_{уст}$ как отношение μ к каждому уровню внешней экономической среды предприятия. При устойчивом развитии экономических систем, увеличении спроса на продукцию предприятия условием сохранения конкурентоспособности предприятия является реализация инновационных проектов. Обзор методов оценки эффективности вариантов инновационного развития предприятий рассмотрен в работе [14].

Однако, отрицательная динамика индексов интегральных показателей сред и $k_{уст}$ в условиях кризиса диктует необходимость оптимизации затрат на персонал.

На металлургических предприятиях расходы на персонал составляют: 15–18% затрат на производство продукции, оплата труда составляет более 7% всех затрат (форма № 1-РС). Удельный вес зарплаты и, особенно, её абсолютная величина, у нас значительно меньше, чем в индустриально развитых странах. Поэтому, в стратегическом плане для сохранения высококвалифицированных кадров необходимо увеличивать заработную плату рабочих и специалистов и руководителей низшего звена. С учетом демографической ситуации конкуренция за кадры будет только усиливаться. В условиях сокращения производства увеличить или, хотя бы, сохранить зарплату предприятие вынуждено сокращать численность работников.

Процесс сокращения численности работников имеет негативные последствия⁷:

1. Ухудшается морально-психологический климат в коллективе;
2. Ухудшается имидж руководителя в глазах оставшихся работников;
3. Уволенные работники создают проблему на рынке труда и увеличивают затраты на рабочую силу со стороны государства;
4. Растет криминализация общества.

Тем не менее, сокращение рабочих мест не является односторонним процессом, а компенси-

руется возникновением новых профессий, развитием новых отраслей в сфере услуг [15].

С другой стороны, исходя из результатов исследования [16], специфика производственных сил высокотехнологичного сектора, выражается через две составляющие: человеческий (трудовые ресурсы) и структурный (совокупность имущества, материальных и нематериальных активов) капиталы.

Таким образом, перекося одной из указанных составляющих может привести к негативным последствиям и является зоной постоянного мониторинга руководства предприятия. Поэтому, когда это возможно, - применяют «мягкие» методы, оптимизации численности персонала:

- досрочный выход работников на пенсию с оказанием повышенных почестей и значительно материального вознаграждения;
- стимулирование увольнения лиц, достигших пенсионного возраста, за счет введения для них специальных льгот;
- выведение работающего персонала за пределы фирмы (аутстаффинг): работники оформляются как работники другой фирмы, осуществляя свои прежние функции;
- образование самостоятельной организации, обслуживающей основную фирму, с работниками непрофильного бизнеса (аутсорсинг);
- перевод работников в другие подразделения, где не укомплектованы штаты;
- увольнение сотрудников по собственному желанию с выплатой им значительных выходных пособий) и т. д.;
- повышение квалификации работников и их перераспределение внутри предприятия;
- временный перевод части работников на сокращённую рабочую неделю.

В последнем варианте представляется возможным сохранить квалифицированных работников для периода возрастания спроса на продукцию и производственной активности предприятия.

Состав и масштабы применения предлагаемых методов зависят от множества факторов, но главным фактором является сокращаемый объём производства, который неизбежно приводит к сокращению нормативной трудоёмкости работ. Кроме этого для правильного выбора варианта оптимизации численности персонала важны следующие факторы:

⁷ Оптимизация численности персонала: пути решения//HR-Portal: Сообщество HR-Менеджеров. URL:<http://hr-portal.ru/article/optimizaciya-chislennosti-personala-puti-realizacii>

1. Продолжительность кризисного периода сокращения спроса на профильную продукцию предприятия. Это можно определить, используя адекватные методы фактографического и экспертного прогнозирования [17].

2. Уровень загрузки и степень износа оборудования. Возможность использования оборудования и оснастки для диверсификации производства.

3. Уровень организации производства: использование рабочего времени работниками; многостаночное обслуживание и совмещение профессий; автоматизация и механизация основных, вспомогательных и управленческих работ; дублирование управленческих функций, нормирование операций производственных процессов; организация оплаты труда, аттестации, адаптации, продвижения, переобучение персонала.

4. Адекватность организационной структуры управления фирмой. Организационная структура должна быть гибкой и четко реагировать на возникающие вызовы внешней и внутренней среды фирмы.

5. Уровень безработицы на местном, отраслевом и региональном рынках труда. Поведение персонала во многом зависит от наличия вакансий на рынке труда, соответствующих структуре высвобождаемого персонала, уровня заработной платы родственными специальностями.

6. Состояние финансовой устойчивости и экономической эффективности работы фирмы; имеющаяся структура персонала. Работники должны быть способными к переобучению, достаточной мобильности, с гармоничным сочетанием молодых и опытных зрелых работников, мотивированными на высокую инновационную активность. Важное значение имеют моральные качества работников: преданность фирме, способность стойко переносить временные материальные трудности, умение работать в команде и т. д.

После того как определена величина прогнозируемой трудоёмкости работ, выявлены все возможные варианты диверсификации производства возникает дилемма сокращения численности персонала или временного снижения продолжительности рабочей недели. На последний вариант фирма может пойти, если работники добровольно примут такое решение. Снижение продолжительности рабочей недели влечёт за собой снижение месячной зарплаты.

Большим достоинством данного варианта является то, что при этом можно сохранить трудовой потенциал фирмы. При больших падениях производства в условиях кризиса используют как снижение численности, так и сокращение продолжительности рабочей недели (продолжительности рабочего дня).

В конечном итоге это должно привести к снижению фонда оплаты труда. В случае, когда применение «мягких» методов сокращения численности персонала оказывается недостаточным, одновременно сокращается численность персонала и продолжительность рабочей недели.

Тогда сокращение фонда оплаты труда (ФОТ) определяется по формуле:

$$\Delta \text{ФОТ} = Ч \times ЗП_{cp} \times n - Ч \times k_{снч} \times n \times k_n, \quad (4)$$

где $\Delta \text{ФОТ}$ - снижение фонда оплаты труда;
 $Ч, ЗП_{cp}$ - базовые значения среднесписочной численности и среднедневной заработной платы персонала;

n - базовое значение количества рабочих дней в году;

$k_{снч}$ - коэффициент снижения численности персонала (определяется как отношение расчетной численности к базовой);

k_n - коэффициент снижения числа рабочих дней (рабочего времени) в году ($k_n = n_n/n$, n_n - число рабочих дней после сокращения).

В случае, когда сокращение трудовых затрат пропорционально сокращению объемов производства на величину ΔQ , имеет место зависимость:

$$\Delta Q = ПТ_{дн} \times Ч \times n (1 - k_{снч} \times k_n), \quad (5)$$

где $ПТ_{дн}$ - дневная производительность труда.

Используя выражение (5), можно найти коэффициент снижения числа рабочих дней в плановом периоде (году) по формуле:

$$k_n = \frac{ПТ_{дн} \times Ч \times n - \Delta Q}{ПТ_{дн} \times Ч \times n \times k_{снч}} \quad (6)$$

Окончательное решение по выбору варианта сокращения затрат на персонал можно принимать после моделирования по вариантам:

1. Сокращения численности персонала при сохранении среднемесячной заработной платы, т.е. сохранения числа рабочих дней в году;

2. Сокращения числа рабочих дней в году, при сохранении численности персонала;

3. Незначительные сокращения числа рабочих дней в году (среднемесячной заработной платы) и численности персонала.

При первом варианте снижение затрат на персонал составит:

$$СП_1 = \Delta Ч \times ЗП_{cp} \times n \times (k_{cc} \times k_{затр} - k_{ов}), \quad (7)$$

где $\Delta Ч$ - численность высвобождаемых работников; k_{cc} - коэффициент обязательных перечислений в социальные фонды; $k_{ов}$ - коэффициент выплат выходных пособий высвобождаемым работникам ($0,42 \leq k_{ов} < 1$); $k_{затр}$ - коэффициент снижения затрат на обеспечение условий труда высвобождаемых работников ($k_{затр} < 1$).

При втором варианте снижение затрат на персонал составит:

$$СП_2 = Ч \times ЗП_{cp} \times k_{cc} \times \Delta n, \quad (8)$$

где Δn - число сокращаемых рабочих дней (часов).

При третьем варианте снижение затрат на персонал составит:

$$СП_3 = Ч \times ЗП_{cp} \times n \times (k_{cc} \times k_{затр} \times (1 - k_{снч} \times k_n) - k_{снч} \times k_{ов}) \quad (9)$$

Подставив в выражение (9) формулу (6) получим зависимость снижения затрат на персонал от снижения объемов производства при заданном коэффициенте снижения численности персонала $k_{снч}$:

$$СП_3 = Ч \times ЗП_{cp} \times n \times (k_{cc} \times k_{затр} \times (1 - \frac{ПТ_{дн} \times Ч \times n - \Delta Q}{ПТ_{дн} \times Ч \times n}) - k_{снч} \times k_{ов})$$

Выразив снижение объемов производства через коэффициент $k_{снQ}$ окончательно получим:

$$СП_3 = Ч \times ЗП_{cp} \times n \times (k_{cc} \times k_{затр} \times (1 - k_{снQ}) - k_{снч} \times k_{ов}) \quad (10)$$

Предложенная схема оптимизации затрат на персонал справедлива для случая, когда средняя дневная заработная плата работников и производительность труда остаются постоянными величинами.

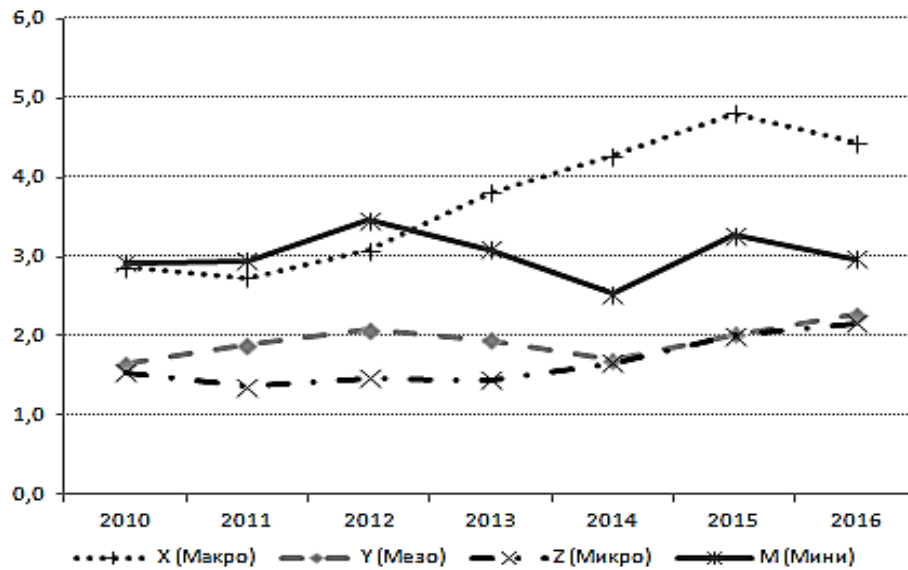
Отличием предложенного методического подхода [17] выработки стратегии развития предприятия на основе выявленного состояния экономической системы от других, например [18], является использование экономических показателей государственной статистики при оценке состояний внешней и внутренней сред предприятия. Анализ динамики показателей различных уровней агрегирования даёт возможность определить влияние конкретных факторов на дестабилизацию экономической системы.

Полученные результаты

Оценка состояний экономической системы, а так же курсов ее развития выполнена на ПАО «Челябинский трубопрокатный завод» (рисунок).

Из представленного на рисунке графика видно, что с 2013 по 2014 годы среднее значение показателя устойчивости предприятия (μ уровня экономической системы) изменялось адекватно состоянию металлургической отрасли, характеризующейся средними значениями Y уровней экономической системы.

Согласно источнику [12] прогнозирование показателей устойчивости предприятия с учетом изменений в экономической системе, является первой ключевой потребностью стратегического управления предприятием.



Динамика обобщённых показателей экономической системы
The schedule of dynamics of the generalized indicators of economic system

Из представленного инструментария ППП «Statistica» были выбраны распространенные методы прогнозирования: экспоненциальное сглаживание и наименьших квадратов. На осно-

вании этих методов были построены функции тренда временных рядов иерархических уровней экономической системы (таблица 1).

Прогноз показателей запаса устойчивости предприятия

Таблица 1

Table 1

The forecast result of stability margin of enterprise

Прогноз	Экспоненциальное сглаживание			Наименьших квадратов			
	Год	2017	2018	2019	2017	2018	2019
$K=\mu/X$	$K_{\text{лет}}$	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
$K=\mu/Y$		1,3	1,6	1,4	1,6	1,6	1,7
$K=\mu/Z$		1,4	1,6	1,4	1,8	1,8	1,8
Ср. знач.		1,1	1,3	1,2	1,4	1,4	1,4

Прогнозные значения обоих модулей прогнозирования указывают на достаточный запас экономической устойчивости исследуемого предприятия в перспективе трех лет. Анализ первичных (частных показателей) показал, что при решении стратегических вопросов, касающихся экспорта готовой продукции,

предприятию следует ориентироваться на изменения во внешней экономической среде.

Из [17], следует, что протекающие на макроуровне процессы стабильны и соответствуют равновесному состоянию экономической системы (таблица 2).

Таблица 2

Прогноз состояний экономической системы методами наименьших квадратов и экспоненциального сглаживания

Table 2

The exponential smoothing method and the least squares method was used in forecast

Уровень	2017	2018	2019	2017	2018	2019
X (Макро)	Упорядоченность	Устойчивость	Устойчивость	Устойчивость	Устойчивость	Устойчивость
Y (Мезо)	Устойчивость	Неустойчивость	Открытость/ Закрытость	Неустойчивость	Неустойчивость	Неустойчивость
Z (Микро)	Устойчивость	Неустойчивость	Открытость/ Закрытость	Неустойчивость	Неустойчивость	Неустойчивость
Прогноз	Экспоненциальное сглаживание			Наименьших квадратов		

Заключение

Предлагаемая модель ориентирована на динамику изменений во внешней и внутренней экономических средах, а так же обеспечивает:

- повышение надежности и функциональной безопасности внутренних процессов предприятия;
- снижение вероятности возникновения ущерба от неверно спланированных базовых и функциональных стратегий;
- предотвращение или сокращение негативных последствий, вызванных колебаниями внешней экономической среды;
- выявление важных условий, способствующих возникновению отрицательных воздействий, а также недостатков связей между иерархическими уровнями (X, Y, Z, μ) экономической системы;
- сравнение с информацией об устойчивости конкурентов.

Повышение уровня обоснованности принимаемых решений с учетом изменений во внешней среде способствует устойчивому функционированию и развитию предприятий в условиях рынка.

Использование полученных зависимостей снижения затрат на персонал от снижения объемов производства, коэффициентов сокращения численности и количества рабочих дней в заданном ограниченном периоде позволяет оптимизировать процессы управления персоналом в условиях продолжительного кризиса в экономике и предотвратить банкротство предприятия.

Библиографический список

1. Официальный сайт Главного управления по труду и занятости населения Челябинской области.- Режим доступа <http://szn74.ru>.
2. Лисин В.С. Стратегические ориентиры развития черной металлургии в современных условиях. М.: ЗАО «Издательство «Экономика»», 2005. 404 с.
3. Atkinson G. Measuring corporate sustainability. *Journal of Environmental Planning and Management*. N43 (2). 2000. pp. 235-252.
4. Chichilinisky G. What is Sustainable Development? *Land Economics. Defining Sustainability*. N. 4. pp. 467-491.
5. Daly Herman E. *Ecological Economics and Sustainable Development: Selected Essays of Herman Daly (Advances in Ecological Economics)*. Cornwall : MPG Books Ltd. 2008. 270 p.
6. Figge F. The Sustainability Balanced Scorecard linking sustainability management to business strategy. *Business Strategy and The Environment*. ABI Inform Global. 2002. pp. 269-273.
7. Daly Herman E. Sustainable Development: From Concept and Theory to Operational Principles *Population and Development Review*. 1999. pp. 25-43.
8. Чупров С.В. Управление устойчивостью производственных систем: теория, методология, практика. Иркутск: Изд-во БГУЭП, 2012. 354 с.
9. Цветков В.А., Степнов И.М., Ковальчук Ю.А. Реализация стратегий новой индустриальной экономики / *Вестник финансового университета*. 2016. №6. С.19-30.
10. Туровец О.Г., Родионова В.Н. О некоторых проблемах обеспечения эффективной организации высокотехнологического производства / *Организатор производства*. 2016. № 1. С.47-53.

11. Семенов, В.М. Экономика предприятия: учебник для вузов. СПб.: Питер, 2008. 413 с.
12. Шмидт А.В. Управление развитием промышленного предприятия по экономическим критериям устойчивости : автореф. дис. ... док. экон. наук. Екатеринбург, 2013.
13. Порохов А.М. Большой энциклопедический словарь. М.: «Большая Российская энциклопедия», 2002.-1456 с.
14. Лясковская Е.А. Инновационное развитие субъектов национальной экономики: монография. Челябинск: ЮУрГУ, 2008. 314 с.
15. Горлов Р.С., Мылник В.В., Мылник А.В. Изменение профессиональных функций человека под влиянием интегрированного автоматизированного промышленного производства / Организатор производства. 2016. № 1.С.23-31.
16. Алексеев А.А., Хлебников К.В. Структура факторов производства высокотехнологичных предприятий, обеспечивающих устойчивость инновационного развития / Вопросы экономики и права. 2016. №9. С.39-44.
17. Лутовинов П.П., Козлов Д.И. Иной взгляд на оценку устойчивости предприятий металлургического комплекса / Национальные интересы: приоритеты и безопасность. Финансы и кредит. 2014 № 33 (270). С.39 – 46.
18. Козленко Н. Н., Ларионов В.Г. Разработка стратегии предприятия на основе анализа рыночной среды / Инновации в менеджменте. 2015. № 3. С. 30-38.

Поступила в редакцию – 17 января 2018 г.
Принята в печать – 2 марта 2018 г.

References

1. The official site of the Main Directorate for Labor and Employment of the population of the Chelyabinsk region. Access mode: [http // szn74.ru/](http://szn74.ru/)
2. Lisin V.S. (2005). Strategic guidelines for the development of ferrous metallurgy in modern conditions. Izdatel'stvo «Ekonomika».
3. Atkinson G. Measuring corporate sustainability. Journal of Environmental Planning and Management. N43 (2). 2000. pp. 235-252.
4. Chichilinisky G. What is Sustainable Development? Land Economics. Defining Sustainability. N. 4. pp. 467-491.
5. Daly Herman E. Ecological Economics and Sustainable Development: Selected Essays of Herman Daly (Advances in Ecological Economics). Cornwall : MPG Books ltd. 2008. 270 p.
6. Figge F. The Sustainability Balanced Scorecard linking sustainability management to business strategy. Business Strategy and The Environment. ABI Inform Global. 2002. pp. 269-273.
7. Daly Herman E. Sustainable Development: From Concept and Theory to Operational Principles Population and Development Review. 1999. pp. 25-43.
8. Chuprov S.V. (2012). Management of sustainability of production systems: theory, methodology, practice. Izdatel'stvo BGUJP, 354 p.
9. Tsvetkov V.A., Stepnov I.M., Koval'chuk Yu.A.(2016). Implementation of the new industrialization strategy in the economy. *Vestnik finansovogo universiteta* = Bulletin of the Financial university, 6, 19-30.
10. Turovets O.G., Rodionova V.N. (2016). On certain problems of ensuring the effective organization of high-tech production. *Organizator Proizvodstva* = Organizer of Production, 1, 47-53.
11. Semenov V.M.(2008) Economy of the enterprise: the textbook for higher education institution. SPb.: Piter. 413 p.
12. Schmidt A.V. (2013). Management of development of industrial enterprise by economic criteria of stability. Dissertatsiya dok.jekon. nauk [Doct. Diss].
13. Porokhov A.M. (2002) Big encyclopedic dictionary. M.:1456 p.
14. Lyaskovskaya E.A. (2008) Innovative development of subjects of national economy. Chelyabinsk: YuUrGU. 314 p.
15. Gorlov R.S., Myl'nik V.V., Myl'nik A.V. (2016). Changing the human professional functions under the impact of integrated automated industrial production. *Organizator Proizvodstva* = Organizer of Production, 1, 23-31.

16. Alekseev A.A., Khlebnikov K.V. (2016). The structure of the factors of production of high-tech enterprises, providing the stability of innovative development. *Voprosy ekonomiki i prava* = Economic and Law Issues, 9, 39-44.

17. Lutovinov P.P., Kozlov D.I. (2014). A different perspective on the evolution of the sustainability of the metallurgical complex enterprises. *Natsional'nye interesy: priority i bezopasnost'* =National interests: priorities and security, 33(270), 39-46.

18. Kozlenko N. N., Larionov V.G. (2015). The development strategy of the enterprise based on the analysis of the market environment. *Innovatsii v menedzhmente* = Innovations in management, 3,30-38.

Received – 17 January 2018.

Accepted for publication – 2 March 2018.

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА

DOI: 10.25065/1810-4894-2018-26-1-67-72

УДК 331.1

ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА КАК КАТАЛИЗАТОР РОСТА ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ АКТИВНОСТИ

Ю.П. Анискин

*Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники»
Россия, 124498, Москва, Зеленоград, пл. Шокина, 1*

Введение. Предлагаются концептуальные положения по формированию механизма планирования производительности производства как катализатора производственной активности. Уровень производительности производства отражает результирующее воздействие совокупности процессов по снижению удельного ресурсопотребления при изготовлении единицы продукции в планируемый период времени. Индекс изменения производительности является ключевым фактором управления производственной активностью.

Методы исследования. Предлагаемая концепция формирования механизма планирования индекса производительности производства основана на учете изменения удельного ресурсопотребления при изготовлении единицы продукции в процессе развития технологических процессов. В качестве основных показателей ресурсопотребления принимаются: материалоемкость, трудоемкость, энергоемкость, прочая сопутствующая затратноемкость. Механизм планирования индекса производительности учитывает значимость вклада каждого элемента ресурсов в затратноемкость продукции.

Результаты исследования. Разработаны основные концептуальные положения по формированию механизма управления производительностью производства, как элемента индекса производственной активности.

Заключение. Предлагаемый методический подход позволяет повысить объективность расчета производительности с позиции ресурсопотребления при изготовлении единицы продукции, что является важным фактором управления производственной активностью

Ключевые слова: концепция производственной активности, материалоемкость, трудоемкость, энергоемкость, индекс производительности производства

Для цитирования:

Анискин Ю.П. Производительность производства как катализатор роста производственной активности // Организатор производства. 2018. Т.26. №1. С. 67-72. DOI: 10.25065/1810-4894-2018-26-1-67-72

THE PERFORMANCE OF THE PRODUCTION AS A CATALYST FOR THE GROWTH OF INDUSTRIAL ACTIVITY

Y.P. Aniskin

National Research University of Electronic Technology
1, Shokina St., Moscow, Zelenograd, 124498, Russia

Сведения об авторах:

Юрий Петрович Анискин (д-р экон. наук, профессор, anisk@mail.ru), заведующий кафедрой экономики и менеджмента.

On authors:

Yuriyi P. Aniskin (Dr. Sci. (Economy), Professor, anisk@mail.ru), Head of the Chair of Economics and Management.

Introduction. The conceptual provisions on the formation of the mechanism of production capacity planning as a catalyst for production activity are proposed. The level of production productivity reflects the resulting impact of a combination of processes to reduce the specific resource consumption in the manufacture of a unit of production in the planned period of time. The performance change index is a key factor in managing production activity.

Model. The offered concept of formation of the mechanism of planning of index of productivity of production is based on the account of change of specific resource consumption at production of unit of production in the course of development of technological processes. As the main indicators of resource consumption are accepted: material intensity, labor intensity, energy intensity, other associated cost intensity.

Results. The performance index planning engine takes into account the importance of each resource element's contribution to cost-effectiveness.

Conclusion. The proposed methodological approach allows to increase the objectivity of performance calculation from the position of resource consumption in the manufacture of a unit of production, which is an important factor in the control of production activity

Key words: concept of production activity, consumption of materials, labor, energembone, the index of manufacturing productivity

For citation:

Aniskin Y.P. (2018). The performance of the production as a catalyst for the growth of industrial activity. *Organizator proizvodstva* = Organizer of Production, 26 (1), 67-72. DOI: 10.25065/1810-4894-2018-26-1-67-72 (in Russian)

Введение

Функционирование промышленных компаний в условиях развития «цифровой» экономики и роста инновационной активности отражается на уровне производственной активности, а как следствие, и на производительности производства.

Как известно, темпы роста, отражающие активность деятельности, зависят от уровня организации бизнес-процессов, экономических (ресурсных) условий, прогрессивности используемых технологических платформ, квалификации персонала, социально-психологического климата коллектива и состояния факторов внешней среды [1]. Все виды деятельности в процессе выполнения предприятием своих функций взаимосвязаны и отражаются на уровне деловой активности компании. *Деловая активность* в этом случае представляет комплексную категорию жизнедеятельности бизнеса, являющуюся результирующим показателем компании от воздействия локальных (частных) составляющих – производственной, инновационной, финансовой, маркетинговой, инвестиционной, трудовой, социально-экономической и других видов активности деятельности [1].

Из данной формулировки видно, что каждый вид деятельности выполняется с определенной

скоростью, т.е. производительностью. В связи с этим возникают различные виды производительности, которые затрудняют сравнительную оценку субъектов бизнеса по этому показателю. В практике бизнес-структур встречаются понятия: производительность труда, производства, услуг, продаж, умственного труда и т.п. В связи с этим существует обилие разнообразных методов оценки производительности, подробно описанных в монографии [2], каждый из которых имеет преимущества и недостатки. В любом варианте производительность связывают с динамикой изменения затрат определенных видов ресурсов в единицу времени в процессе какой-либо деятельности. В общем виде производительность деятельности отражает уровень производственной (операционной) активности, которая характеризуется темпами изменения показателей использования производственной мощности. К таким характеристикам относятся темпы роста или снижения ряда показателей, в частности:

темпы роста: объемов выпуска, коэффициентов экстенсивного и интенсивного использования оборудования, фондоотдачи, коэффициента оборачиваемости оборотных средств, производительности производства, добавленной стоимости продукции.

темпы снижения: материалоемкости, трудоемкости, энергоемкости, технологических потерь, что приводит к снижению удельной себестоимости продукции (услуг), затратно-емкости производства.

По каждому частному показателю определяется локальный индекс изменения, который затем используется для оценки индекса производственной активности ($I_{п.а.}$), как одной из составляющих деловой активности, т.е.:

$$I_{п.а.} = f(I_{и.ф.}, I_{ф.}, I_{п.п.}, I_{д.с.}),$$

где $I_{и.ф.}$ – индекс интенсивности использования основных фондов;

$I_{ф.}$ – индекс фондоотдачи;

$I_{п.п.}$ – индекс производительности производства;

$I_{д.с.}$ – индекс добавленной стоимости продукции.

Наиболее проблемным является определение индекса производительности, т.к. существует множество различных подходов.

Актуальность оценки производительности растет в условиях формирования «цифровой» экономики и роста инновационной активности, которые способствуют появлению неравновесного состояния и снижению финансовой устойчивости компаний в переходный период развития.

Определение динамики изменения индекса производительности производства в различных фазах цикла развития (рост, насыщение, спад, кризис) позволит обеспечить упреждающее управленческое воздействие, что положительно отразится на росте финансовой устойчивости в переходный период развития компании.

Методы исследования

Активизация перехода компаний на «цифровую» экономику осуществляется в соответствии с программой «Цифровая экономика РФ», утвержденной распоряжением Правительства от 28 июля 2017г. №1632-р.

Данная программа принимается в условиях достигнутого уровня информатизации общества, когда на 100 чел. в 2016г. приходилось ~160 мобильных телефонов, 72% из них использовали доступ к сети «Интернет». Средняя скорость сети «Интернет» составляет 12,2 Мбит/с, доля жителей, использующих широкополосный доступ к «Интернет» – 18,77%. Полученные результаты информатизации позволили РФ занять 41 место по готовности к цифровой эко-

ОРГАНИЗАТОР ПРОИЗВОДСТВА. 2018. Т. 26. №1

номике, а с точки зрения экономических и инновационных результатов – 38 место, что отмечается в докладе Всемирного банка в 2016г. Оценка проводилась на основе международного индекса I-DESI, компонентами которого являются: связь, человеческий капитал, использование Интернет, цифровые технологии в бизнесе, цифровые услуги населению [3].

Достижение целей, установленных программой в области образования, научно-промышленной деятельности и различных видов услуг, позволят сократить отставание от развитых стран и обеспечить экономический рост страны в новых условиях.

Переход к цифровой экономике и инновационному развитию страны требует создания специальных механизмов управления деловой активностью компаний, адаптированных к принципиальным изменениям исследовательских и производственных процессов на основе цифровых технологий и глубокой информатизации. Такая же задача стоит по созданию механизма планирования производительностью, как основного элемента производственной активности.

Результаты исследования

Основные концептуальные положения по формированию механизма управления производительностью производства, как элемента индекса производственной активности, сводятся к следующему.

1. *Производительность производства* рассматривается как индикатор удельного потребления основных видов ресурсов в определенный период времени при изготовлении единицы продукции или на одного работающего в процессе каждого вида активной деятельности.

Сравнительный анализ индексов производительности производства за различные периоды времени характеризует темпы (или скорость) роста или снижения, что позволит оценить позитивную или негативную направленность динамики изменения производственной активности бизнеса.

2. В качестве наиболее значимых показателей видов удельного потребления ресурсов при выпуске продукции для оценки индекса производительности производства принимаются: материалоемкость, трудоемкость, энергоемкость, затратно-емкость прочих затрат товарной (годной, готовой) продукции.

Таким образом, индекс производительности производства ($I_{п.п.}$) принимается как результирующая функция индексов материалоемкости (I_M), трудоемкости (I_T), энергоемкости ($I_Э$), затратно-емкости прочих сопутствующих расходов ($I_{с.з.}$), т.е.:

$$I_{п.п.} = f(I_M, I_T, I_Э, I_{с.з.}).$$

Это означает, что изменения локальных индексов в отчетный период по отношению к плановому отражаются на величине изменения общего индекса производительности, что позволяет целенаправленно выявить проблемные зоны и сформировать управленческие воздействия.

3. Каждый локальный индекс оценивается как отношение планируемой величины удельной затратно-емкости к достигнутой, действующей в отчетный период, т.е.:

$$I_{п.п.} = \left(\frac{dM_{пл}}{dM_{отч}} \right) \cdot \left(\frac{d\tau_{пл}}{d\tau_{отч}} \right) \cdot \left(\frac{dЭ_{пл}}{dЭ_{отч}} \right) \cdot \left(\frac{d\xi_{с.з.}}{d\xi_{с.з.}} \right)$$

4. При планировании роста производительности необходимо учитывать различный вклад в снижение ресурсопотребления локальных составляющих.

Значимость каждого вида ресурсопотребления отражается в удельном весе величины в технологической себестоимости за определенный период производства продукции [5].

Например, удельные прямые (технологические) затраты при изготовлении изделий определенного типа составляют – 12 р./шт., в том числе: удельные затраты на материалы (материалоемкость) – 4,8 р./шт., оплата трудовых затрат (трудоемкость или зарплатоемкость) – 2,4 р./шт., затраты на энергию (энергоемкость) – 1,8 р./шт., прочие сопутствующие затраты (сопутствующая затратно-емкость) – 3 р./шт. На период планирования процентное соотношение удельных составляющих к общей величине затрат составляло: материалоемкость – 40%, оплаченная трудоемкость (зарплатоемкость) – 20%, энергоемкость – 15%, прочая сопутствующая затратно-емкость – 25%.

Значимость вклада в ресурсоемкость определяется отношением локальной составляющей к наибольшей величине затратно-емкости, в приведенном примере к материалоемкости, т.е.:

$$\frac{dM}{dM} = \frac{0,4}{0,4} = 1; \quad \frac{dM}{d\tau} = \frac{0,4}{0,2} = 2; \quad \frac{dM}{dЭ} = \frac{0,4}{0,15} = 2,67; \quad \frac{dM}{d\xi_{с.з.}} = \frac{0,4}{0,25} = 1,6.$$

Таким образом, соотношения к материалоемкости составляют – 1:2:2,67:1,6.

Это означает, что при планировании снижения затратно-емкости необходимо учитывать данные соотношения, т.к., например, если снизить удельную материалоемкость dM на 10%, то аналогичного эффекта можно добиться, если снизить трудоемкость на 20%, энергоемкость на 26,7%, сопутствующую затратно-емкость на 16%.

В зависимости от технологических возможностей производства устанавливаются направления снижения затратно-емкости. В частности, если планируется снижение только одной составляющей на 10%, а остальные элементы будут постоянными, то при снижении только материалоемкости общая затратно-емкость (dS) уменьшится на 4%, от снижения трудоемкости на 10% общая затратно-емкость снизится на 2%, от снижения энергоемкости на 1,5%, от уменьшения прочих затрат на 2,5%, т.е. установленное соотношение соблюдается.

При определении плановой величины снижения затратно-емкости эксперты определяют возможности уменьшения величины каждого составляющего элемента, а затем определяется общий индекс. Например, если все составляющие планируется уменьшить одинаково на 10%, то в этом случае абсолютная величина локальной затратно-емкости составит 0,9 от достигнутого состояния, т.е. $dM = 4,8 \times 0,9 = 4,32$ р./шт., $d\tau = 2,4 \cdot 0,9 = 2,16$ р./шт., $dЭ = 1,8 \cdot 0,9 = 1,62$ р./шт., $d\xi = 3 \times 0,9 = 2,7$ р./шт.

Общая затратно-емкость составит 10,8 р./шт., что обеспечит коэффициент снижения общей затратно-емкости (dS), равной 0,9.

В этом случае индекс производительности будет равен $I_{пр} = \frac{1}{dS} = \frac{1}{0,9} = 1,11$.

Если в предыдущий период общий коэффициент затратно-емкости составил 0,95 (т.е. общее снижение – 5%), то в этом случае индекс производительности в предыдущий период составил $I_{пр} = \frac{1}{0,95} = 1,087$. Это означает, что в плановый период закладывается большее снижение, чем в отчетный, т.к. $1,11 > 1,087$.

Полученные индексы сигнализируют о динамике изменения производительности и используются при оценке производственной активности компании.

Если бы в предыдущий период удалось снизить общую затратно-емкость на 12% (коэффициент 0,88), то индекс производительности в этот период составил бы $I_{пр} = \frac{1}{0,88} = 1,136$.

В этом случае в плановый период индекс производительности снижается, т.к. $1,11 < 1,136$.

Так как производственная активность обладает цикличностью изменения в зависимости от состояния внешней среды, то и производительность подвержена волновой цикличности.

Пример показывает, что учет цикличности развития обеспечит объективность отражения состояния экономики и способствует целенаправленности управленческих воздействий на составляющие элементы индекса производительности.

5. В предлагаемой концепции индекс производительности отражает результирующее воздействие менеджмента на все составляющие элементы затратоемкости в процессе планирования производственной активности, как значимой части деловой активности компании.

Заключение

Предлагаемый методический подход позволит повысить объективность расчета производительности производства с позиции удельного ресурсопотребления и обеспечить целенаправленное воздействие на изменение производственной активности в зависимости от используемой технологической платформы и других факторов производства.

Библиографический список

1. Анискин Ю.П. и др. Корпоративное управление деловой активностью в неравновес-

ных условиях: монография под ред. Ю.П. Анискина. М.: Омега-Л, 2015. 299 с.

2. Анискин Ю.П., Бульканов П.А., Еникеева С.А. и др. Управление корпоративными изменениями по критерию устойчивости: монография под ред. Ю.П. Анискина. 2-е издание – М.: Омега-Л, 2010. 404 с.

3. Программа «Цифровая экономика Российской Федерации», утвержденная распоряжением Правительства РФ от 28 июля 2017г. №1632-р.

4. Ершова М.В., Жариков В.В. Новые тенденции в производстве инновационной экономики / Организатор производства. 25, №3, 2017.

5. Анискин Ю.П., Устинова О.В., Шалепин А.А. Формирование модели планирования и контроллинга бизнеса на основе взаимосвязи экономических показателей / Экономические и социально-гуманитарные исследования. №2, 2017.

6. Анискин Ю.П. Инновационное развитие на основе организационных системных интеграторов / «Russian journal of management». Vol. 3, №3, 2015, С.48-53.

7. Анискин Ю.П. Управление деловой активностью компаний в неравновесных условиях / Advances in management & marketing. Vol. 1, №1, 2013, С. 27-29.

8. Анискин Ю.П. Деловая активность и экономические пропорции в управлении компанией / Electronic Information Systems. №2(5), 2015, С. 93-102.

Поступила в редакцию – 9 февраля 2018 г.

Принята в печать – 2 марта 2018 г.

References

1. Aniskin Y. P. and Corporate governance business activity in non-equilibrium conditions: the monograph under the editorship of Y.P. officer Aniskina. M.: omega-L, 2015, 299 p.

2. Aniskin Y. P., Bulanov P.A., S.A. Enikeeva, etc. Managing corporate changes by the criterion of sustainability: the monograph under the editorship of Yu. p. officer Aniskina. 2nd edition-M.: omega-l, 2010, 404 p.

3. The program "Digital economy of the Russian Federation", approved by the order of the government of the Russian Federation of July 28, 2017. No. 1632-p.

4. Yershov M. V., Zharikov V.V. (2017). New trends in the production of innovative economy. *Organizator proizvodstva* = Organizer of production, 25(3).

5. Aniskin Y.P., Ustinova O. V., Shelepin A. A. (2017). Formation of model planning and controlling of business based on the relationship of economic indicators. *Ekonomicheskie i social'no-gumanitarnye issledovaniya*. 2018. T. 26. №1

vanija = Economic, social and humanitarian research, 2.

6. Aniskin Y. P. (2015). Innovative development based on the organizational system integrators. The journal "Russian journal of management", 3(3), 48-53.

7. Aniskin Y. P. (2013). Management of companies ' business activity in nonequilibrium conditions. Journal "Advances in management & marketing", 1(1), 27-29.

8. Aniskin Y.P. (2015). Business activity and economic proportions in the management of the company. Journal "Electronic Information Systems", №2(5), 93-102.

Received – 9 February 2018.

Accepted for publication – 2 March 2018.

DOI: 10.25065/1810-4894-2018-26-1-73-83

УДК 336.6

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДЕЛИ «ЗАТРАТЫ-ВЫПУСК» ДЛЯ ПЛАНИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ ГРУППЫ ВЗАИМОДЕЙСТВУЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Б.А. Романов

Московский авиационный институт (Национальный исследовательский университет)

Россия, 125993, Москва, А-80, ГСП-3, Волоколамское шоссе, 4

Введение. В статье на основе концепции «затраты-выпуск» В. Леонтьева разработана интегрированная модель взаимодействия группы предприятий, совместно производящих промышленную продукцию, в которую синтезирована модель отдельного предприятия (любого) из этой группы. Интегрированная модель позволяет наряду с анализом структуры и взаимодействия предприятий группы, выполнять анализ внутренней структуры и взаимодействия цехов и подразделений отдельного предприятия, а также взаимосвязь этих цехов и подразделений с остальными предприятиями группы взаимодействующих предприятий.

Теория. Разработанная автором статьи интегрированная модель представляет собой обобщение модели «затраты-выпуск» В. Леонтьева в двух отношениях. Во-первых понятие отрасли в модели «затраты-выпуск» В. Леонтьева в интегрированной модели трансформируется в группу взаимодействующих предприятий. Во-вторых каждое из взаимодействующих предприятий трансформируется в совокупность «условных» предприятий, каждое из которых представляет собой отдельный цех, производственную линию, подразделение, рабочую площадку и т.п. Совокупность взаимодействующих «условных» предприятий представляет собой реальное предприятие. Таким образом, разработанная интегрированная модель представляет собой дезинтеграцию модели «затраты-выпуск» В. Леонтьева с уровня отрасли (сектора) государства до уровня предприятия и далее до следующего ниже уровня – уровня цеха, производственной линии и т.п.

Модели. Разработанную интегрированную модель можно использовать для планирования производства в группе взаимодействующих предприятий, расчета их производственных программ. Для этой цели сформулированы две модели, позволяющие решать «прямую» и «обратную» задачи производственной программы. В прямой задаче на основе заданных объемов производства конечной продукции цехов предприятий, рассчитываются требуемые производственные мощности цехов предприятий. В обратной задаче на основе заданных мощностей цехов предприятий рассчитываются максимальные объемы производства конечной продукции цехов предприятий.

Исходные данные и полученные результаты. В качестве исходных данных моделей использована производственная структура, состоящая из трех предприятий. Первое предприятие – это сборочное предприятие, состоящее из одного сборочного цеха. Второе предприятие включает два цеха, а третье – три цеха. Таким образом в группу взаимодействующих «условных» предприятий входит 6 предприятий, первое из которых представляет собой предприятие (цех, производственную линию, сборочную площадку и т.п.) конечной сборки самолета, а остальные предприятия обеспечивают предприятие конечной сборки материалами, деталями, комплектующими изделиями и пр. Все исходные данные условные, но соответствуют качественной картине параметров реальных предприятий. В качестве исходных данных также представлены коэффициенты прямых затрат

Сведения об авторах:

Борис Александрович Романов (канд. техн. наук, boris094@mail.ru), доцент кафедры экономики.

On authors:

Boris A. Romanov (Cand. Sci. (Technical), boris094@mail.ru), Assistant Professor of the Chair of Economics.

продукции «условных» предприятий между собой. В результате расчетов решены «прямая» и «обратная» задачи формирования производственной программы предприятий и цехов.

Заключение. Автором статьи разработана теоретически и практически апробирована интегрированная модель взаимодействия группы предприятий и их цехов, которая позволяет рассчитывать производственные программы этих предприятий и цехов. Результаты исследований могут быть использованы в качестве теоретической и практической основы управления группой взаимодействующих предприятий, включая разработку производственных планов, определения возможностей по производству продукции, разработку краткосрочных и долгосрочных планов развития предприятий

Ключевые слова: промышленное производство, модель «затраты-выпуск», взаимосвязь предприятий, цехов, подразделений, структура промышленного производства

Для цитирования:

Романов Б.А. Использование модели «затраты-выпуск» для планирования производственной программы группы взаимодействующих предприятий // Организатор производства. 2018. Т.26. №1. С. 73-83. DOI: 10.25065/1810-4894-2018-26-1-73-83

THE USE OF «INPUT-OUTPUT» MODEL FOR PRODUCTION PLANNING OF INTERACTING ENTERPRISES

B.A. Romanov

Moscow Aviation Institute (National Research University)
4, Volokolamskoe Road, Moscow, A-80, GSP-3, 125993, Russia

Introduction. In the article integrated model of interacting enterprises on V. Leontieff “input-output” conception is developed. Each of interacting enterprises includes inside structure of shops, production lines and so on. This integrated model allows to analyze the structure of interaction of enterprises between each other and both between the departments of the inside structure of enterprises and also analyze interaction of enterprises departments with other enterprises and their departments.

Theory. Developed by the author of article integrated model is a generalization of V. Leontieff “input-output” model in two respects. Firstly conception of branch in V. Leontieff “input-output” model is transformed in the group of interacting enterprises. Secondly each of interacting enterprises is transformed into the aggregate of “conditional” enterprises, each of them is separate shop, production line, department, working place and so on. The aggregate of interacting “conditional” enterprises presents the real enterprise. In this way developed integrated model presents deintegrated V. Leontieff “input-output” model from the level of branch (sector) to the level of enterprise and further to the next lower level – the level of shop, production line and so on.

Models. Developed integrated model can be used for production planning at a group of interacting enterprises and calculating production programmes. For this goal two models are formulated allowing to solve “direct” and “inverse” tasks. In “direct” task on the base specified volumes of final products needs to calculate production capacities of enterprises shops. In “inverse” task on the base of specified shops capacities needs to calculate maximum volume of final products.

Initial data and results. As initial data are used production structure consisting of three enterprises. The first enterprise is assembly one consisting of one assembly line. The second enterprise includes two shops, the third enterprise includes three shops. So the group of interacting “conditional” enterprises consist of 6 ones. The first of them is final airplane assembly enterprise (shop, production line, assembly place and so on). The rest of enterprises are supply assembly enterprise with materials, details, parts and so on. All data are relative one but conform to qualitative picture of real enterprises parameters. As initial data are used coefficients of direct cost of “conditional” enterprises. As a result of calculation “direct” and “inverse” tasks of shops and enterprises production program are solved.

Conclusions. Article’s author designed theoretically and practically tested integrated model of interacting

enterprises and their shops. This model allows to calculate production programmes of enterprises on the whole and of its departments. Results of these studies can be used as a theoretical and practical base of interacting group enterprises managing, including building production plans, estimation possibilities of production, working out short-term and long-term development plans.

Key words: industrial production, “input-output” model, enterprise interaction, structure of industrial production

For citation:

Romanov B.A. (2018). The use of “input-output” model for production planning of interacting enterprises. *Organizator proizvodstva* = Organizer of Production, 26(1), 73-83. DOI: 10.25065/1810-4894-2018-26-1-73-83 (in Russian)

Введение

Модель «затраты-выпуск» В. Леонтьева [1] представляет собой развитие системы уравнений баланса затрат и распределения продукции экономики государства, разделенной на ряд отраслей [2].

Одним из первых балансов экономики государства был разработанный в СССР баланс народного хозяйства за 1923/1924 г. Как указано в [3], В. Леонтьев соединил баланс межотраслевых пропорций народного хозяйства с математической моделью, характеризующей взаимосвязи между затратами на производство и выпуском продукции различных отраслей.

Модель «затраты-выпуск» может использоваться не только для описания экономики государства в целом, но и в качестве модели производственного плана на отдельном предприятии, что и было выполнено уже в 1961 г. [4] на примере составления производственного плана (техпромфинплана) завода по производству синтетического каучука.

Из современных исследований, посвященных использованию модели межотраслевого баланса применительно к отдельному предприятию можно указать работу [5]. Однако по содержанию эта работа мало чем отличается от работы [4], опубликованной еще в 1961 г. В других современных исследованиях по использованию модели «затраты-выпуск» анализируются различные аспекты оценки функционирования отдельных предприятий и промышленных комплексов.

Так работе [6] для формирования показателя общественной стоимости промышленного производства вводится понятие матрицы влияния (воздействия) предприятия i на функционирование предприятия j . Эта матрица

определяется как произведение матрицы коэффициентов прямых затрат на величину H_i , которая в свою очередь определяется как индекс монополизации рынка производителями товара i . В качестве индекса монополизации рынка используется индекс Херфиндаля-Хиршмана, определяемый как сумма квадратов долей рынка, занимаемых производителями товара i . Вводимая матрица очевидно имеет весьма малое отношение к модели межотраслевого баланса (модели «затраты-выпуск» в западной терминологии), в полном понимании этой модели, если не считать таким отношением использование матрицы коэффициентов прямых затрат для формирования достаточно субъективного показателя общественной стоимости промышленного производства.

В работе [7] в простейшую двухпродуктовую модель «затраты-выпуск» включены параметры, характеризующие субъективную ценность производимой продукции. Эта модифицированная модель «затраты-выпуск», по мнению ее автора, является дискуссионной, с чем нельзя не согласиться, поскольку вводимые параметры достаточно сложно определять практически. В статье [8] исследуется задача оптимизации функционирования многоотраслевого промышленного комплекса в условиях неплатежей предприятий на основе динамической модели межотраслевого баланса. Отдельная отрасль интерпретируется как отдельное предприятие, выпускающее один вид продукции. Последнее обстоятельство существенно ограничивает возможности использования этой модели в практическом применении для управления промышленным комплексом.

Модель В. Леонтьева «затраты-выпуск» используется достаточно широко за рубежом при анализе экономики государства, например, при определении взаимного влияния отраслей и секторов [9-13]. Основой этой модели являются таблицы «затраты-выпуск» (межотраслевой баланс). В СССР межотраслевые балансы разрабатывались, начиная с 1959 года, регулярно: за 1966, 1972, 1977, 1982, 1987 годы и с достаточно подробной продуктовой детализацией.

В постсоветское время эти исследования были практически свернуты. Последние таблицы относятся к 2003 году и опубликованы в 2013 г. Они включают: таблицу ресурсов товаров и услуг по 24 их видам, таблицы использования товаров и услуг; симметричную таблицу «затраты-выпуск», а также вспомогательные таблицы (матрицы) транспортных и торговых наценок, налогов и субсидий на продукты [14].

Насколько далека Россия от мирового уровня разработок межотраслевого баланса показывают следующие примеры. Годовые таблицы «затраты-выпуск» для США по 65 видам продуктов за 1998-2009 годы находятся в открытом доступе на сайте Бюро экономического анализа США. Годовые таблицы разрабатываются на основе базовых таблиц, которые составляют в более широкой номенклатуре продуктов, последние базовые таблицы разработаны за 2002 год по 495 продуктам. Разработка таблиц «затраты-выпуск» является обязательным элементом статистической базы для стран-членов Евросоюза [14].

Правительство России 14 февраля 2009 года выпустило распоряжение N 201-р, которое предписывало Росстату «в целях формирования официальной статистической информации о межотраслевых связях и структурных пропорциях экономики Российской Федерации, а также повышения качества статистических и прогнозных расчетов макроэкономических показателей» разработать базовые таблицы «затраты – выпуск» за 2011 год и в 2015 году представить их в Правительство Российской Федерации и осуществлять разработку базовых таблиц «затраты – выпуск» на регулярной основе 1 раз в 5 лет.

Однако это событие не вызвало заметной реакции в научной среде, хотя оно заслуживает внимания и ученых-экономистов, и управленцев,

занимающихся проблемами развития экономики и ее модернизации, и бизнесменов [14]. Еще менее известно использование концепции «затраты-выпуск» В. Леонтьева для моделирования взаимосвязи группы предприятий.

В СССР такие модели не были развиты в силу планового характера советской экономики, требующей директивного выполнения предприятиями указаний Госплана СССР. В постсоветское время эти модели практически не развивались по причине коренных рыночных экономических преобразований в значительной степени разрушивших индустриальную базу.

В настоящее время, когда рыночные отношения в России в основном сформированы, наступает время возобновления использования моделей «затраты-выпуск» В. Леонтьева. Этому свидетельством является приведенное выше распоряжение Правительства России. Работы по использованию модели «затраты-выпуск» В. Леонтьева в последнее время появились. Так в выполненной в 1998-2013 гг. работе [15] используются таблицы «затраты-выпуск» России за 2003 г., опубликованные в 2013 г.

В отношении использования концепции «затраты-выпуск» для моделирования деятельности предприятий в Российской научной литературе есть лишь упоминание о возможности такого использования. Так в [16] приводится описание простейшей динамической однопродуктовой модели В. Леонтьева для одного предприятия, в которой рассматриваются взаимосвязанные показатели, такие как валовой продукт, конечный продукт, трудовые ресурсы, производственные фонды, капитальные вложения, потребление и т.д. Однако модели, отражающие взаимную связь группы предприятий на основе модели В. Леонтьева ни теоретически, ни практически в России не развиты.

В отличие от [14-16] в данной статье разработана интегрированная модель «затраты-выпуск», содержащая синтез модели «затраты-выпуск» отдельного предприятия (любого) из группы взаимодействующих предприятий с моделью «затраты-выпуск» всей группы взаимосвязанных предприятий. Предлагаемая интегрированная модель позволяет анализировать внутреннюю структуру отдельного предприятия и ее взаимосвязь со структурой взаимосвязи группы взаимодействующих предприятий.

Теория

Модель «затраты-выпуск» для описания взаимодействия группы предприятий в много-продуктовом представлении можно записать в виде системы уравнений:

$$x_i = \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j + y_i, \quad i=1, \dots, n, \quad (1)$$

где x_i – валовой выпуск продукции предприятия i ;

a_{ij} – коэффициент прямых внешних затрат на предприятии j продукции, работ или услуг предприятия i ;

y_i – выпуск конечной продукции на предприятии i ;

n – количество предприятий.

Модель «затраты-выпуск» (1) записана в стоимостном выражении, как и ниже сформулированная модель «затраты-выпуск» с разбивкой по цехам отдельного предприятия. Недостаток модели (1), которая является полной аналогией модели «затраты-выпуск» В. Леонтьева для экономики государства, для целей моделирования взаимодействия производственных предприятий, заключается в том, что в этой модели предполагается, что каждая отрасль выпускает только один продукт. Отрасль соответствует в модели (1) одному предприятию. Обобщение модели В. Леонтьева на случай многопродуктового представления можно выполнить, если предприятие, выпускающее несколько видов продукции, разделить на несколько «условных» предприятий, каждое из которых выпускает только один вид продукции. Под «условным» предприятием можно понимать производственную линию, сборочную площадку и т.п. и другие подразделения, выпускающие конечную продукцию. Ниже такое обобщение для группы взаимодействующих предприятий будет выполнено.

Управление группой предприятий включает составление производственных планов по выпуску продукции. Допустим, что в составе группы взаимодействующих предприятий имеются две группы. Первая группа в основном выпускает продукцию для конечного потребления, а вторая группа в основном выпускает промежуточную продукцию, которая поступает на предприятия первой группы, обеспечивая таким образом выпуск конечной продукции этой группы. Такой

состав взаимодействующих предприятий можно наблюдать, например, в авиастроении. В первую группу входят сборочные предприятия, а во вторую группу предприятия, поставляющие на предприятия первой группы материалы, детали, комплектующие изделия и пр.

Для рассматриваемой группы взаимодействующих предприятий производственные планы обычно сначала устанавливаются для предприятий, выпускающих конечную продукцию. Исходя из планов предприятий, выпускающих конечную продукцию, составляются производственные планы предприятий, выпускающих промежуточную продукцию для обеспечения выпуска этой конечной продукции.

Рассмотрим одно из реальных предприятий с индексом i , $i=1, \dots, n$. Допустим, что производство на этом предприятии с индексом i осуществляется как взаимодействие k цехов (площадок, производственных линий и т.д.), $k = m_1, \dots, m_i$, количество которых на предприятии i обозначим m_i . Будем рассматривать эти цеха как «условные» предприятия, из которых составлено реальное предприятие i .

В цеха этого предприятия кроме продукции других цехов этого же предприятия, поступает промежуточная продукция от других предприятий множества с индексами $i=1, \dots, n$. Предприятие i в свою очередь поставляет промежуточную продукцию другим предприятиям множества с индексами $i=1, \dots, n$. Поскольку реальное предприятие i представляется в виде группы «условных» предприятий, то поставка промежуточной продукции предприятия i другим предприятиям множества с индексами $i=1, \dots, n$ осуществляется «условными» предприятиями, которые будем обозначать индексом i_k , $i = 1, \dots, n, k = m_1, \dots, m_i$.

Соответственно промежуточная продукция «условных» предприятий i_k будет поступать в «условные» предприятия j_k реального предприятия j множества $j = 1, \dots, n$.

Введем матрицу прямых затрат продукции «условных» предприятий в виде $a_{i_k j_k}$, $i, j=1, \dots, n, k = m_1, \dots, m_i$. Тогда можно записать систему уравнений производства и распределения продукции «условных» предприятий аналогично системе уравнений (1):

$$x_{i_k} = \sum_{k=m_1}^{m_i} \sum_{j=1}^n a_{i_k j_k} x_{j_k} + y_{i_k}, \quad i, j=1, \dots, n,$$

$$k=m_1, \dots, m_i, \quad (2)$$

где x_{i_k} – валовой выпуск продукции «условного» предприятия i_k ;

y_{i_k} – выпуск конечной продукции «условного» предприятия i_k .

Матрица $a_{i_k j_k}$, $i, j=1, \dots, n$, $k=m_1, \dots, m_i$

квадратная размерностью $\sum_{i=1}^n m_i$ и рассчитывается

на основе анализа данных по производству и распределению (поставкам) промежуточной продукции «условных» предприятий, т.е. цехов, производственных линий, площадок и т.п., входящих в состав реального предприятия.

Система уравнений (2) для описания взаимодействия «условных» предприятий является обобщением системы уравнений (1) для группы взаимодействующих реальных предприятий с учетом детализации производственной деятельности каждого из предприятий (любого) посредством выделения в его составе «условных» предприятий, т.е. цехов, производственных линий, сборочных площадок и т.п. Тем самым оказывается возможным описать выпуск каждым реальным предприятием нескольких видов продуктов, что было практически невозможно сделать в рамках классической модели В. Леонтьева «затраты-выпуск».

Модели

Разработанную интегрированную модель «затраты-выпуск» можно использовать для планирования производства в группе взаимодействующих предприятий, расчета их производственных программ. Рассмотрим прямую задачу производственного планирования, когда по заданным объемам выпуска конечной продукции требуется рассчитать необходимые производственные мощности. Расчет производственной программы группы рассматриваемых взаимодействующих «условных» предприятий начинается с задания вектора производства конечной продукции, который обозначим y_{i_k} , $i=1, \dots, n$, $k=m_1, \dots, m_i$. Далее рассчитываются требуемые объемы валового выпуска «условных» предприя-

тий. Эти объемы, обозначаемые x_{i_k} , определяются решением системы уравнений (2) относительно заданного вектора y_{i_k} :

$$x_{i_k} = \sum_{k=m_1}^{m_i} \sum_{j=1}^n b_{i_k j_k} y_{j_k}, \quad (3)$$

где $b_{i_k j_k}$ – элементы матрицы, обратной к матрице $(\delta_{i_k j_k} - a_{i_k j_k})$, $i, j=1, \dots, n$, $k=m_1, \dots, m_i$;

$\delta_{i_k j_k}$ – символ Кронекера ($\delta_{i_k j_k} = 1$ при $i_k = j_k$, $\delta_{i_k j_k} = 0$ при $i_k \neq j_k$).

Для системы уравнений (2) принято допущение, что матрица $(\delta_{i_k j_k} - a_{i_k j_k})$ продуктивная, т.е. обратная матрица существует и доставляет для системы уравнений (2) такое решение (3), что $y_{i_k} \geq 0$.

Для расчета производственной программы по «условным» предприятиям, т.е. величины x_{i_k} , $i=1, \dots, n$, $k=m_1, \dots, m_i$ по цехам, производственным линиям, сборочным площадкам и т.п. реального предприятия, полагаем, что в системе уравнений (2) вектор y_{i_k} задан и обозначим его

\hat{y}_{i_k} . Подставив в систему уравнений (2) вектор \hat{y}_{i_k} , получим:

$$\hat{x}_{i_k} = \sum_{k=m_1}^{m_i} \sum_{j=1}^n b_{i_k j_k} \hat{y}_{j_k}, \quad i, j=1, \dots, n,$$

$$k=m_1, \dots, m_i, \quad (4)$$

где \hat{x}_{i_k} – требуемые валовые выпуски «условных» предприятий для обеспечения производства конечной продукции в объеме \hat{y}_{i_k} .

Решение прямой задачи можно использовать для решения задачи управления по развитию производственных мощностей предприятия и цехов реальных предприятий. В обратной задаче планирования для исходных данных валовых выпусков продукции предприятий и цехов (заданных мощностей) требуется определить выпуск конечной продукции. Решение обратной

задачи можно получить, решая систему уравнений (2) относительно заданных величин валовых выпусков продукции (заданных мощностей) предприятий и цехов x_{ik} . $i=1, \dots, n$,

$k=m_1, \dots, m_i$. Это оптимизационная задача, поскольку существуют различные варианты выпуска конечной продукции и решение в общем случае можно получить, используя стандартные методы решения задач линейного программирования.

Однако практически всегда известно, в каких пропорциях требуется выпускать конечную продукцию. Естественно, что эти пропорции зависят от различных условий постановки задачи. В данном случае конкретная постановка не важна, а важен сам принцип, что конечная продукция выпускается в заданных пропорциях.

Допустим, что общий объем выпуска конечной продукции всех «условных» предприятий, обозначаемый Y , распределяется по «условным» предприятиям в пропорциях, определяемых вектором φ_{ik} :

$$\varphi_{ik} = \frac{y_{ik}}{Y}, \quad i=1, \dots, n, \quad k=m_1, \dots, m_i \quad (5)$$

Из соотношений (5) получаем выражения для вектора y_{ik} $y_{ik} = \varphi_{ik} Y$, $i=1, \dots, n$, $k=m_1, \dots, m_i$.

Рассмотрим систему уравнений (4). Поскольку в этих уравнениях величина \hat{x}_{ik} задана, а величина y_{jk} свободная, поэтому равенства в этой системе уравнений как правило не существуют. Можно лишь рассматривать неравенства

вида
$$\hat{x}_{ik} \geq \sum_{k=m_1}^{m_i} \sum_{j=1}^n b_{ikjk} y_{jk} \quad \text{или}$$

$$\hat{x}_{ik} \leq \sum_{k=m_1}^{m_i} \sum_{j=1}^n b_{ikjk} y_{jk} .$$

Из этих двух видов неравенств выберем первые, поскольку всегда можно подобрать настолько малые значения y_{jk} , что неравенства будут выполняться. Во

вторых неравенствах наоборот, можно всегда найти такие правые части, что они выполняться не будут. Поэтому вторые неравенства рассмат-

ривать не будем.

Подставив в первые неравенства вместо y_{jk} величину $\varphi_{ik} Y$, получаем систему неравенств:

$$\hat{x}_{ik} \geq \sum_{k=m_1}^{m_i} \sum_{j=1}^n b_{ikjk} y_{jk} = Y \sum_{k=m_1}^{m_i} \sum_{j=1}^n b_{ikjk} \varphi_{ik}$$

Из этих неравенств получаем систему неравенств для неизвестной величины Y :

$$Y \leq \frac{\hat{x}_{ik}}{\sum_{k=m_1}^{m_i} \sum_{j=1}^n b_{ikjk} \varphi_{ik} \varepsilon_i}, \quad i=1, \dots, n, \\ k=m_1, \dots, m_i.$$

Величины в правой части этих равенств представляют собой компоненты вектора, которые обозначим g_{ik} , $i=1, \dots, n$, $k=m_1, \dots, m_i$.

Поскольку величина Y должна быть меньше или равна любой компоненте вектора g_{ik} , то

получаем, что величина Y точно равна: $Y = \min_{ik} g_{ik}$.

Решение обратной задачи, как и прямой, можно использовать для составления программ развития производственных мощностей отдельных предприятий и всего комплекса промышленного производства.

Исходные данные и полученные результаты

Приведем числовые примеры формирования производственных планов группы взаимодействующих предприятий и отдельного предприятия из этой группы. В качестве прообраза группы взаимодействующих предприятий будем рассматривать условный пример группы взаимодействующих «условных» предприятий авиастроения. Всего в группу входят три реальных предприятия. Первое предприятие – это сборочное предприятие, состоящее из одного сборочного цеха. Второе предприятие включает два цеха, а третье – три цеха.

В этом примере $i=1, 2, 3$, $k=m_1, m_2, m_3$, $m_1=1$, $m_2=2$, $m_3=3$. Таким образом в группу взаимодействующих «условных» предприятий входит 6 предприятий, первое из которых представляет собой предприятие (цех, производственную линию, сборочную площадку

и т.п.) конечной сборки самолета, а остальные предприятия обеспечивают предприятие конечной сборки материалами, деталями, комплектующими изделиями и пр. Все исходные данные условные, но соответствуют качественной картине параметров реальных предприятий.

В соответствии с заданными условиями второе и третье реальные предприятия

трансформируются в 2 и 3 «условных» предприятий по числу входящих в их состав цехов (производственных линий, сборочных площадок и т.п.). Первое реальное предприятие, представляющее собой один сборочный цех, превращается в одно «условное» предприятие. В итоге получаем систему «затраты-выпуск» «условных» предприятий из 6 уравнений:

$$\begin{aligned} x_{11} &= a_{111} x_{11} + a_{112} x_{21} + a_{112} x_{22} + a_{131} x_{31} + a_{132} x_{32} + a_{133} x_{33} + y_1 ; \\ x_{21} &= a_{211} x_{11} + a_{212} x_{21} + a_{212} x_{22} + a_{213} x_{31} + a_{213} x_{32} + a_{213} x_{33} + y_2 ; \\ x_{22} &= a_{221} x_{11} + a_{222} x_{21} + a_{222} x_{22} + a_{223} x_{31} + a_{223} x_{32} + a_{223} x_{33} + y_2 ; \\ x_{31} &= a_{311} x_{11} + a_{312} x_{21} + a_{312} x_{22} + a_{313} x_{31} + a_{313} x_{32} + a_{313} x_{33} + y_3 ; \\ x_{32} &= a_{321} x_{11} + a_{321} x_{21} + a_{322} x_{22} + a_{323} x_{31} + a_{323} x_{32} + a_{323} x_{33} + y_3 ; \\ x_{33} &= a_{331} x_{11} + a_{331} x_{21} + a_{332} x_{22} + a_{333} x_{31} + a_{333} x_{32} + a_{333} x_{33} + y_3 . \end{aligned}$$

В табл. 1 представлены коэффициенты прямых затрат «условных» предприятий $a_{i_k j_k}$. $i, j = 1, 2, 3$, $k = m_1, m_2, m_3$, $m_1 = 1$, $m_2 = 2$, $m_3 = 3$. В табл. 2 представлена матрица коэффициентов $b_{i_k j_k}$, обратных к матрице коэффициентов $(\delta_{i_k j_k} - a_{i_k j_k})$.

При решении прямой задачи для группы «условных» предприятий задается вектор \hat{y}_{i_k} выпуска конечной продукции «условными» предприятиями в виде только одного компонента \hat{y}_{i_1} , т.к. предполагается, что остальные «условные» предприятия выпускают только промежуточную продукцию (табл. 3).

Исходя из вектора \hat{y}_{i_k} и матрицы коэффици-

циентов $b_{i_k j_k}$ по формуле (4) вычисляется вектор \hat{x}_{i_k} требуемого валового выпуска продукции «условных» предприятий (табл. 3).

При решении обратной задачи задаются:

- пропорции выпуска конечной продукции реальных и «условных» предприятий, т.е. величины $\varphi_{11} = 1$, $\varphi_{i_k} = 0$, $i = 2, 3$, $k = m_2, m_3$, $m_2 = 2$, $m_3 = 3$. ;
- заданная величина валового выпуска «условных» предприятий \hat{x}_{i_k} (табл. 4).

Вычисляются значения величин g_{i_k} , $i = 1, 2, 3$, $m_1 = 1$, $m_2 = 2$, $m_3 = 3$ минимальное значение которых определяет максимальный общий объем выпуска конечной продукции первого «условного» (т.е. реального) предприятия.

Таблица 1

Матрица коэффициентов $a_{i_k j_k}$, $i, j=1,2,3$, $k=m_1, m_2, m_3$, $m_1=1$, $m_2=2$, $m_3=3$

Table 1

Matrix of coefficients $a_{i_k j_k}$, $i, j=1,2,3$, $k=m_1, m_2, m_3$, $m_1=1$, $m_2=2$, $m_3=3$

№ «Усл.» предпр.	1 ₁	2 ₁	2 ₂	3 ₁	3 ₂	3 ₃
1 ₁	0	0,03	0,02	0,04	0,05	0,03
2 ₁	0,05	0	0,04	0,03	0,02	0,01
2 ₂	0,04	0,03	0	0,02	0,03	0,04
3 ₁	0,03	0,02	0,01	0	0,05	0,08
3 ₂	0,06	0,07	0,06	0,05	0	0,02
3 ₃	0,03	0,02	0,01	0,03	0,05	0

Таблица 2

Обратная матрица коэффициентов $b_{i_k j_k}$, $i, j=1,2,3$, $k=m_1, m_2, m_3$, $m_1=1$, $m_2=2$, $m_3=3$

Table 2

Inverse matrix of coefficients $b_{i_k j_k}$, $i, j=1,2,3$, $k=m_1, m_2, m_3$, $m_1=1$, $m_2=2$, $m_3=3$

№ «Усл.» предпр.	1 ₁	2 ₁	2 ₂	3 ₁	3 ₂	3 ₃
1 ₁	1,009	0,037	0,026	0,046	0,056	0,036
2 ₁	0,055	1,006	0,043	0,035	0,027	0,017
2 ₂	0,046	0,036	1,005	0,026	0,037	0,045
3 ₁	0,038	0,028	0,016	1,008	0,058	0,084
3 ₂	0,07	0,077	0,066	0,058	1,011	0,03
3 ₃	0,036	0,026	0,015	0,035	0,055	1,006

Таблица 3

Векторы \hat{y}_{i_k} , \hat{x}_{i_k} млрд. руб.

Table 3

Vectors \hat{y}_{i_k} , \hat{x}_{i_k} billion rub.

№ «Усл.» предпр.	1 ₁	1 ₁	2 ₁	2 ₂	3 ₁	3 ₂	3 ₃
\hat{y}_{i_k}	5 000	0	0	0	0	0	0
\hat{x}_{i_k}	5045	275	230	268	190	3509	180

Таблица 4

Решение обратной задачи, млрд. руб.

Table 4

Decision of inverse task, billion rub.

№ «Усл.» предпр.	1 ₁	2 ₁	2 ₂	3 ₁	3 ₂	3 ₃
\hat{x}_{i_k}	6000	200	300	300	500	300
g_{i_k}	5946	3636	6521	7894	7142	8333

Результаты решения прямой задачи представлены в табл. 3, а обратной задачи в табл. 4. Минимальное значение g_{i_k} равно 3636 млрд руб.

Эта величина представляет собой общий объем выпуска конечной продукции группы предприя-

тий. Конечную продукцию выпускает первое «условное» оно же и реальное предприятие. При этом лимитирующей мощностью является мощность второго «условного» предприятия.

Заключение

В статье разработана интегрированная ма-

тематическая модель взаимодействия группы предприятий, совместно выпускающих производственную продукцию на основе концепции В. Леонтьева «затраты-выпуск». В этой модели осуществлен синтез модели «затраты-выпуск» группы взаимодействующих реальных предприятий и группы «условных» предприятий, в которую трансформируются реальные предприятия посредством выделения из них «условных» предприятий, представляющих собой отдельные цеха (производственные линии, сборочные площадки и т.п.) реального предприятия. Интегрированная модель позволяет более детально анализировать как работу отдельного предприятия, так и его взаимодействие с остальными предприятиями группы.

Разработаны алгоритмы решения задач управления промышленным производством группы взаимодействующих предприятий, включая задачу определения необходимых производственных мощностей предприятий и цехов и подразделений внутри них (прямая задача) и задачу определения максимально возможного объема конечной продукции на имеющихся мощностях (обратная задача).

Приведены числовые примеры решения задач управления промышленным производством на примере авиастроения. В этих примерах в состав группы взаимодействующих предприятий входит предприятие конечной сборки самолетов и предприятия, поставляющие на сборочные предприятия отсеки самолетов, материалы, детали, узлы и комплектующие изделия.

Библиографический список

1. Леонтьев В.В. Избранные произведения в 3-х томах. М.: ЗАО «Издательство «Экономика», 2006 г.
2. Моделирование народно-хозяйственных процессов / Под ред. Дадаева В.С. - М.: Экономика, 1973.- 479 с.
3. Немчинов В.С. Избранные произведения: в 6 т. М.: «Наука», 1967-1969, т. 5, с. 192-194.
4. Федорович М.М., Черейская Н.Н., Соколова Л.В., Тобелко И.Л. Математический метод составления техпромфинплана завода / В кн. Применение математики в экономических исследованиях. Под редакцией академика В.С. Немчинова, т. 2, М.:Соцэкгиз, 1961, с.248-295.
5. Кузнецова Т.И., Белоусова О.Н. Использование матричных моделей на машиностроительном предприятии в условиях кризиса. // Гуманитарный вестник, 2013, вып. 8. URL:<http://hmbul.bmstu.ru/catalog/econom/hidden/100.html>
6. Волощук С.Д. Оценка эффективности управления объектами оборонно-промышленного комплекса на основе показателя общественной стоимости. М.: Наука, 2009.
7. Курьшев Н.И. Модель «затраты-выпуск»: количественный и ценностный анализ производства // Вестник кибернетики. 2013. № 12.
8. Федоров В.В., Катулев А.Н., Колесник А.Н. Оптимальный режим функционирования промышленного комплекса в условиях финансового кризиса // Мат. моделирование. 2001. № 10.
9. Dietzenbacher E. [et al.] Input-Output Analysis: The next 25 Years [Journal] // Economic System Research / ed. Lenzen M. Los B. – Abington, UK: Taylor & Francis, December 2013/- 4: Vol. 25. – pp 369-389.
10. Hatanaka M. Note on Consolidation within a Leontief System // Econometrica. 1952. Vol. 20, № 2. P301-303.
11. Mitsutaka Matsuvoto and Jun Fujimoto. The development of an enterprise input output model and its application to industrial environmental management // Journal of Applied Input-Output Analysis, Vol. 13&14, 2008.
12. Zeng Guang-mng, Yuan Xing-zhong, Zhang Pan-yue, Guo Huai-cheng, Gordon Guo-He Huang, L. Hemelaar. Environmental input-output model and its analysis with a focus on solid waste management sectors // Journal of Environmental Sciences, Vol 12. No2, pp 178-183, 2000.
13. S.Azra Batool, Salyha Zulfiqar. Analyzing the Input-Output Relationship of small and medium Enterprises in Pakistan: Econometric Approach // International Journal of Business and Economic Development. Vol. 1 Number 1 March 2013.
14. Михеева Н.Н. Таблицы «затраты-выпуск»: новые возможности экономического анализа // «Вопросы экономики», №7, 2011.
15. Позамантир Э.И. Вычислимое общее равновесие экономики и транспорта. Транспорт в динамическом межотраслевом балансе. М.: «ПОЛИ ПРИНТ СЕРВИС», 2014.280 с.
16. Ширяев В.И., Ширяев Е.В. Принятие решений. Динамические задачи управления фирмой. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2016. -192 с.

Поступила в редакцию – 13 февраля 2018 г.

Принята в печать – 2 марта 2018 г.

References

1. Leont'ev V. V. Selected works in 3 volumes. M.: ZAO "publishing house "Ekonomika", 2006.
2. Modeling of national economic processes / edited by Dadayan V. S.-M.: Economics, 1973.- 479 p.
3. Nemchinov, V. S. Selected works: in 6 T. M.: "Nauka", 1967-1969, vol. 5, p. 192-194.
4. F. M. M., Cherasca N.N., Sokolova L. V., Cobelco I. L. a Mathematical method of making tekhprom-finplan plant / In the book. The use of mathematics in economic research. Edited by academician vs Nemchinov, vol. 2, M.: Sotsekgiz, 1961, pp. 248-295.
5. Kuznetsova T. I., Belousova O. N. (2013). Use of matrix models at the machine-building enterprise in the conditions of crisis. *Gumanitarnyj vestnik = Humanities Bulletin*, 8. URL:<http://hmbul.bmstu.ru/catalog/econom/hidden/100.html>
6. Voloschuk S. D. estimation of efficiency of management of objects of military-industrial complex on the basis of the index of public cost. Moscow: Science, 2009.
7. Kuryshev N.I. (2013). Model "input-output": quantitative and value analysis of production. *Vestnik kibernetiki = Bulletin of Cybernetics*, 12.
8. Fedorov In, In., Katulev A. N., Kolesnik A. N. The optimal mode of operation of the industrial complex in the financial crisis // *Mat. modeling*. 2001. No. 10.
9. Dietzenbacher E. [et al.] Input-Output Analysis: the next 25 Years [Journal] // *Economic System Research* / ed. Lenzen M. Los B.-Abington, UK: Taylor & Francis, December 2013/- 4: Vol. 25. - pp 369-389.
10. Hatanaka M. Note on Consolidation within a Leontief System // *Econometrica*. 1952. Vol. 20 , No. 2. P301-303.
11. Mitsutaka Matsuvoto and Jun Fujimoto. The development of an enterprise input output model and its application to industrial environmental management // *Journal of Applied Input-Output Analysis*, Vol. 13 & 14, 2008.
12. Zeng Guang-mng, Yuan Xing-zhong, Zhang Pan-yue, Guo Huai-cheng, Gordon Guo-He Huang, and L. Hemelaar. Environmental input-output model and its analysis with a focus on solid waste management sectors // *Journal of Environmental Sciences*, Vol 12. No2, pp 178-183, 2000.
13. S. Azra Batool, Salyha Zulfiqar. Analyzing the Input-Output Relationship of small and medium Enterprises in Pakistan: economic Approach // *International Journal of Business and Economic Development*. Vol. 1 Number 1 March 2013.
14. Mikheeva N.H. (2011). Tables "input-output": new opportunities for economic analysis. *Voprosy Jekonomiki = Economic Issues*, 7.
15. Pozamantir E. I. Computable General equilibrium of Economics and transport. Transport in a dynamic inter-sectoral balance sheet. M.: "POLY PRINT SERVICE", 2014.- 280 p.
16. Shiryayev V. I., Shiryayev E. V. Decision-making. Dynamic problems of company management. Moscow: Book house "LIBROKOM", 2016. 192 p.

Received – 13 February 2018.

Accepted for publication – 2 March 2018.

УПРАВЛЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫМИ ПРОЦЕССАМИ

DOI: 10.25065/1810-4894-2018-26-1-84-92

УДК 338.4

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ CALS ТЕХНОЛОГИЙ (НА ПРИМЕРЕ ОТЕЧЕСТВЕННОГО АВИАСТРОЕНИЯ)

А.А. Сазонов, В.В. Джамай

Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)
Россия, 125993, Москва, А-80, ГСП-3, Волоколамское шоссе, 4

С.А. Повеквечных

АО «Научно-исследовательский институт лопастных машин»
Россия, 394019, Воронеж, Газовая, 2А, оф. 12

Введение. Данная статья посвящена проблеме внедрения технологий непрерывной информационной поддержки жизненного цикла изделий на предприятиях авиационной промышленности.

Теоретический анализ. Авторами представлены результаты технико-экономического анализа внедрения CALS-технологии в структуру жизненного цикла изделий. Убедительно доказано, что интеграция автоматизированной системы управления производством заключается в прогрессировании уровня эффективности создания и применения наукоемких технологий в производстве.

Данные и методы. По итогам проведенного анализа авторами выделяются организационно-экономические проблемы внедрения CALS-технологий в отечественной авиационной промышленности и предлагается целостная стратегия современной организации процесса производства.

Концепция поддержки процессов жизненного цикла производства изделий в границах интегрированной единой информационной среды. В статье структурированно изложена концепция поддержки процессов жизненного цикла производства изделий в границах интегрированной единой информационной среды. Даны рекомендации по корректировке исследовательской методологии в области оценки экономической эффективности информационных технологий и систем, в т.ч. информационной поддержки процессов жизненного цикла изделий.

Заключение и рекомендации. Результаты исследования могут быть использованы в качестве теоретической основы для внедрения различных информационных технологий и систем по всем стадиям жизненного цикла авиационной техники

Ключевые слова: CALS-технологии, параллельный инжиниринг, авиационная промышленность, жизненный цикл, информационное пространство, экономическая эффективность

Для цитирования:

Сазонов А.А., Джамай В.В., Повеквечных С.А. Анализ эффективности внедрения CALS технологий (на примере отечественного авиастроения) // Организатор производства. 2018. Т.26. №1. С. 84-92. DOI: 10.25065/1810-4894-2018-26-1-84-92

Сведения об авторах:

Андрей Александрович Сазонов (канд. экон. наук, Sazonovamati@yandex.ru), доцент кафедры производственный менеджмент и маркетинг.

Виктор Валентинович Джамай (канд. техн. наук, dzhamay@inbox.ru), доцент кафедры машиноведение и детали машин.

Сергей Алексеевич Повеквечных (канд. экон. наук, svechny@mail.ru), генеральный директор АО «Научно-исследовательский институт лопастных машин».

On authors:

Andrey A. Sazonov (Cand. Sci. (Economic), Sazonovamati@yandex.ru), Associate Professor of Production Management and Marketing.

Victor V. Dzhamay (Cand. Sci. (Technical), dzhamay@inbox.ru), Assistant Professor of Machine Science and Machine parts.

Sergey A. Povekvechnykh (Cand. Sci. (Economic), svechny@mail.ru), CEO of JSC Research Institute of Bladed Cars.

ANALYSIS OF EFFICIENCY OF IMPLEMENTATION OF CALS TECHNOLOGIES ON THE
EXAMPLE OF DOMESTIC AVIATION

A.A. Sazonov, V.V. Dzhamay

Moscow Aviation Institute (National Research University)
4, Volokolamskoe Road, Moscow, A-80, GSP-3, 125993, Russia

S.A. Povekvechnykh

JSC Research Institute of Bladed Cars
2 A, off. 12, Gazovaya St., Voronezh, 394019, Russia

Introduction. This article is devoted to a problem of introduction of technologies of continuous information support of life cycle of products at the enterprises of the aviation industry.

Theoretical analysis. Authors have presented results of the technical and economic analysis of introduction of CALS technology to structure of life cycle of products. It is convincingly proved that integration of an automated control system for production consists in progressing of level of efficiency of creation and application of high technologies in production.

Data and Methods. Following the results of the carried-out analysis authors allocate organizational and economic problems of introduction of CALS technologies in the domestic aviation industry and the complete strategy of the modern organization of process of production is offered.

The concept of support of processes of life cycle of production of products in borders of the integrated uniform information environment. In article it is structured the concept of support of processes of life cycle of production of products in borders of the integrated uniform information environment is stated. Recommendations about correction of research methodology in the field of assessment of economic efficiency of information technologies and systems, including, information support of processes of life cycle of products are made.

Conclusions or Discussion and recommendations. Results of a research can be used as a theoretical basis for introduction of various information technologies and systems on all stages of life cycle of the aircraft equipment

Key words: CALS-technology, parallel engineering, aviation industry, life cycle, information space, economic efficiency

For citation:

Sazonov A.A., Dzhamay V.V., Povekvechnykh S.A. (2018). Analysis of efficiency of implementation of CALS technologies on the ex-ample of domestic aviation. *Organizator proizvodstva* = Organizer of Production, 26(1), 84-92. DOI: 10.25065/1810-4894-2018-26-1-84-92 (in Russian)

Введение (Introduction)

В современных условиях эффективное и успешное развитие предприятий высокотехнологичной, в т.ч., авиационной промышленности обуславливается необходимостью внедрения информационных систем и экономико-математических моделей в процессы организации бизнеса. Авиационная промышленность производит сложную наукоемкую продукцию с длительным жизненным циклом. Направление развития авиастроительных предприятий находится в прямой зависимости с комплексным применением результатов инновационной дея-

тельности. Под воздействием постоянно возрастающей конкуренции на рынках авиационной техники инновации в том числе в области производства выступают системообразующим фактором, который обеспечивает эффективную деятельность предприятий авиационного комплекса.

Теоретический анализ (Theoretical analysis)

Авиационная промышленность очень заинтересована во внедрении технологий непрерывной информационной поддержки жизненного цикла изделий – Continuous

Acquisition and Lifecycle Support, или CALS-технологий. Вначале планировалось произвести стандартизацию форматов представления данных, содержащихся в информационных системах, применяемых на разных стадиях жизненного цикла военной авиатехники. Главной целью этой стандартизации являлось упрощение процедуры размещения заказов на поставку изделий и запчастей для нужд ВВС.

Однако вскоре выяснилось, что недостаточно согласовать стандарты описания изделий и процессов, а необходимо также формализовать процедуры организации проектирования, производства и эксплуатации авиатехники, сблизить подходы государственных ведомств и авиастроительных фирм (за рубежом – нередко частных) и, в конце концов, заставить поставщиков и заказчиков авиатехники говорить и думать на одном языке.

Российские авиастроительные предприятия также уделяют в последние годы значительное внимание CALS-технологиям. Русскоязычным аналогом CALS выступает информационная поддержка процессов жизненного цикла изделий (ИПИ). CALS-технологии являются средством, позволяющим промышленным автоматизированным системам интегрироваться в единую многофункциональную систему. Интеграция автоматизированной системы управления производством (АСУП) заключается в прогрессировании уровня эффективности создания и применения наукоемких технологий в производстве. Повышение эффективности от внедрения технологий выражается в следующих составляющих:

- значительно возрастает качество изделий за счет комплексного учета имеющейся информации при проектировании и принятии различных управленческих решений;
- минимизируются материальные и временные затраты связанные с разработкой и изготовлением продукции;
- существенно снижается уровень затрат приходящихся на эксплуатацию, в связи с использованием функций интегрированной логистической поддержки.

Чтобы достичь эффективного уровня взаимодействия промышленных автоматизированных систем необходима разработка комплексного информационного пространства в границах как отдельных предприятий, так и объединения

предприятий. Комплексное информационное пространство достигается при помощи унификации как формы, так и содержания информации об определенных изделиях на различных этапах их жизненного цикла. Унификация информационного содержания, выступает как единоличная форма интерпретации данных о конкретном изделии на всех этапах его жизненного цикла, и достигается разработкой онтологий (метаописаний) приложений, которые закрепляются в прикладных протоколах CALS-технологии. Структурная унификация наименований и перечня сущностей, атрибутов и отношений в определенных предметных областях будет являться необходимым базисом для начала разработки единого электронного описания изделий в CALS-пространстве. Это приведет к повышению качества инновационных разработок и значительно сократит срок выполнения НИОКР.

Данные и методы (Data and Methods)
Концепция CALS содержит в своей структурной основе инвариантные понятия, которые могут применяться в полном объеме в течение всего жизненного цикла изделия. Инвариантные понятия возможно структурно разделить на следующие группы и подгруппы.

1. Базовые CALS–принципы:
 - комплексная информационная поддержка ЖЦ изделия при помощи применения интегрированной информационной среды, позволяющей в значительной степени сократить затраты в процессе ЖЦ;
 - стандартизация информационного описания за счет информационной интеграции объектов управления;
 - оптимизация применения программ по стандартизации структур данных и организация интерфейсов доступа к ним;
 - ориентация в основном на готовые коммерческие и программно-технические решения, которые обязаны соответствовать требованиям стандартов;
 - организация безбумажной системы представления информации, использование электронно-цифровой подписи;
 - проведение параллельных инженерных разработок внутри ЖЦ, что приведет к улучшению качества конечной продукции;
 - комплексная модернизация существующих бизнес-процессов.

2. Базовые управленческие технологии:
– организация проектного менеджмента;
– управление ресурсами, планированием и качеством;
– интеграция логистической системы поддержки, включающей в себя организацию документального сопровождения закупок / поставок авиационной техники (накладные, фактуры и т.д.), а также комплектующих, запасных частей и других материалов.

3. Базовые технологии управления данными об изделии, процессах, ресурсах и среде:

– применение системы управления данным об изделии (PDM-технологии) и информационными процессами ЖЦ изделия, создающими и использующими эти данные;

– использование международных стандартов и спецификаций представления данных (ISO 10303 и ГОСТ Р 10303).

Концепция поддержки процессов жизненного цикла производства изделий в границах интегрированной единой информационной среды (The concept of support of processes of life cycle of production of products in borders of the integrated uniform information environment)

Системная информационная поддержка и сопровождение ЖЦ изделия реализуется в интегрированной информационной среде (ИИС). Интегрированная информационная среда представляет собой совокупность распределенных баз данных, содержащих в себе различные сведения об изделиях, производственной среде, ресурсах и процессах внутри предприятия. Особое внимание при этом уделяется обеспечению корректности, актуальности, безопасности и доступности данных только для тех субъектов производственно-хозяйственной деятельности, кто участвует непосредственно в осуществлении ЖЦИ. Все сведения (данные) в ИИС хранятся только в виде информационных объектов. Информационная поддержка процессов жизненного цикла изделий реализуется на всех стадиях процесса производства. В авиастроении особое внимание уделяется организации производственного процесса, а также пост-техническому обслуживанию выпускаемой продукции. Производственным процессам в авиастроении присущи значительные затраты, которые складываются из затрат на организацию и поддержание эффективного уровня научно-технического обеспечения процесса производ-

ства, а также затрат от внедрения инновационных технологий.

Программно-аппаратные средства CALS используются на предпроизводственных стадиях жизненного цикла авиатехники, таких, как стадии рабочего проектирования, испытаний и доводки, технологической подготовки производства. Системы автоматизации проектирования (САПР) – успешно применяются в авиационной промышленности (как в зарубежной, так и в отечественной) уже несколько десятилетий. Этап рабочего проектирования изделий является наиболее изученным, с точки зрения экономической эффективности информационных технологий. Здесь в меньшей степени, по сравнению с другими стадиями ЖЦИ, актуально прогнозирование возможного эффекта, поскольку предприятиями уже накоплен значительный опыт использования САПР, позволяющий построить апостериорные оценки экономической эффективности.

В настоящее время необходимо обращать внимание не только на удешевление предпроизводственных стадий ЖЦИ, но и на их ускорение. Внедрение CALS-технологий в авиационной промышленности позволило значительно сократить длительность разработки изделий на 40–60%. Относительное сокращение длительности разработки более существенно, чем относительное сокращение стоимости (10–30%). Безбумажные технологии проектирования изделий, в сочетании с числовым программным управлением (ЧПУ) технологическим оборудованием, позволяют радикально сократить длительность передачи изделия в серийное производство. При этом, ускорение рабочего проектирования и технологической подготовки производств (ТПП) может и не достигаться даже при наличии дорогостоящих программно-аппаратных средств, если из процесса документооборота не исключены такие процедуры, как подписание бумажных чертежей и технологических карт ответственными лицами в ходе их согласования и утверждения. Естественно, и в будущем компьютеры вряд ли полностью исключат ответственных лиц из процесса принятия решений. Однако документооборот должен стать полностью безбумажным, и CALS-технологии позволяют реализовать такую организацию документооборота (в т.ч., благодаря внедрению т.н. электронной подписи).

На этапе испытаний авиатехники внедрение принципов и технологий CALS (ИПИ) позволяет существенно сократить длительность периода испытаний и получить необходимый объем испытательных полетов, по следующим причинам.

1. Появляется возможность эффективно организовать оперативный сбор и анализ информации, получаемой в полете, в реальном масштабе времени.

2. С помощью средств управления летным экспериментом во время полета можно оперативно изменять полетное задание, что повышает качество получаемой информации и долю зачетных полетов.

3. Облегчается реализация обратной связи между испытательными подразделениями и разработчиками изделий. Как следствие, более оперативно и с меньшими издержками вносятся коррективы в конструкцию изделий по результатам испытаний (т.е. ускоряется и удешевляется процесс доводки).

В целом, благодаря применению CALS-технологий на предпроизводственных стадиях ЖЦИ, по оценкам экспертов авиастроительных компаний, достигается сокращение времени вывода новых изделий на рынок от 25% до 75%. Производитель, представивший свою продукцию на рынках раньше конкурентов, приобретает ряд преимуществ:

- значительный накопленный выпуск позволяет снизить (в т.ч. за счет эффекта обучения) себестоимость производства и дефектность продукции;

- наличие значительного парка изделий в эксплуатации позволяет снизить стоимость их технического обслуживания и ремонта (ТОиР); кроме того, в послепродажном обслуживании, как и в серийном производстве, могут действовать эффекты обучения;

- опыт успешной эксплуатации изделий, раньше представленных на рынке, позволяет получить положительную репутацию их производителю, которой новые участники рынка пока не обладают.

Концепция CALS (ИПИ) предполагает также организацию параллельного инжиниринга (ПИ). Принцип параллельного инжиниринга означает выполнение процессов разработки и проектирования одновременно с моделированием процессов изготовления и эксплуатации.

Сюда же относится одновременное проектирование различных компонентов сложного изделия. При ПИ многие проблемы, которые могут возникнуть на более поздних стадиях ЖЦ, определяются и успешно решаются еще на стадии проектирования. Такой подход дает возможность улучшить качество изделия, в значительной мере сократить затраты и время его вывода на рынок. Организация параллельного инжиниринга на предприятии предполагает ликвидацию традиционных барьеров между функциями отдельных специалистов и организаций путем создания (а при необходимости – последующего преобразования) МПГ, в том числе территориально распределенных, а также итеративность процесса приближения к необходимому результату.

Многопрофильные рабочие группы (МПГ) включают специалистов разного профиля и создаются для решения конкретных задач. Например, представители эксплуатанта, генерального разработчика и поставщика комплектующих изделий, т.е. специалисты из разных организаций могут быть собраны в одну МПГ для решения проблемы, возникшей в ходе эксплуатации.

Параллельный инжиниринг предполагает замену традиционного последовательного подхода комплексом перекрывающихся во времени операций, направленных на систематическое улучшение разрабатываемого решения вплоть до достижения необходимого результата. Исходное понимание задачи ведет к первой версии документированных требований, на основе которых разрабатывается первоначальное проектное решение. Оно порождает новые вопросы и позволяет уточнить постановку задачи. Поскольку жесткое требование завершить текущую фазу работы перед началом следующей отсутствует, последовательное проектирование заменяется «работой по спирали». Эффективная реализация такого подхода невозможна вне применения интегрированной информационной среды (ИИС). Возможность применения принципов ПИ возникает благодаря тому, что в ИИС все результаты работы представлены в электронном виде, актуальны, доступны всем участникам и легко могут быть скорректированы.

Российские авиастроительные предприятия рассчитывают получить значительный эконо-

мический и производственный эффект от применения CALS-технологий. Разработка программно-аппаратных средств, и внедрение информационных систем на предприятиях требуют существенных единовременных и периодических затрат, связанных с эксплуатацией информационных систем. Поэтому CALS-технологии остро нуждаются в корректных методах прогнозирования экономической эффективности. Под экономической эффективностью подразумевается рассчитанное тем или иным образом соотношение затрат и результатов от внедрения CALS-технологий. В основе этих расчетов лежат оценки объемов затрат приходящихся на разработку, внедрение и эксплуатацию информационных систем на предприятии, а также составление прогнозов возможного изменения будущих денежных потоков. Прогнозы будущей экономии за счет информатизации чаще всего строятся на опыте зарубежных предприятий, работающих в аналогичных отраслях.

В области оценки экономической эффективности информационных технологий и систем, в т.ч., информационной поддержки процессов жизненного цикла изделий, необходимо произвести корректировку исследовательской методологии. Создание на предприятиях информационных систем не способно приносить положительный экономический эффект, они способны только предоставить руководству и коллективу предприятий дополнительную информацию, а также дать инструментарий, необходимый для ее анализа и принятия управленческих решений. Информационные системы и экономико-математические модели должны содержать в себе следующие элементы:

- информационные системы должны предоставлять доступ всем пользователям;
- информационные системы обязаны быть обеспечены кондиционной информацией т.е. соответствующей определенным нормам и условиям;
- процессы разработки и принятия управленческих решений должны органично сочетаться и дополняться экономико-математическим моделированием.

Для того, чтобы обоснованно планировать разработку программно-аппаратных средств и экономико-математических моделей, необходи-

мо разделить влияние на показатели эффективности проекта перечисленных выше групп элементов. Необходимо организовать и провести комплексный анализ экономической эффективности информационных систем и технологий по следующей последовательности действий.

1. Организовать процедуру проведения качественного анализа новых возможностей, предоставляемых информационными системами и технологиями, а также выявить направления их применения с целью роста производительности и эффективности работы предприятий.

2. Организовать процедуру проведения количественной оценки следующих основных показателей:

– Δпотенц – потенциальный выигрыш, теоретически получаемый в условиях рассматриваемого предприятия при полном использовании всех предоставляемых возможностей, достигается путем внедрения «идеальных» информационных систем и моделей;

– Δдост – реально достижимый выигрыш, рассчитывает с учетом ненулевых затрат времени затраченного на подготовку и системную обработку информации, допустимости возможной неполноты и неточности полученной информации, возможных погрешностей, связанных с работой информационных систем данного технико-экономического уровня; значительной мерой приближенности использования экономико-математических моделей.

При анализе эффективности необходимо учитывать, что справедливо следующее неравенство: $\Delta\text{дост} < \Delta\text{потенц}$. Соотношение реально достижимого и потенциального выигрышей $\Delta\text{дост}/\Delta\text{потенц}$ показывает уровень безупречности программно-аппаратных средств и встроенных в их структурный состав экономико-математических моделей. Представленное соотношение дает возможность определить и проанализировать не только необходимость в использовании информационных систем текущего уровня, но и задать вектор первоочередного модифицирования программно-аппаратных средств и экономико-математических моделей. Техничко-экономический эффект от внедрения CALS (ИПИ) технологий в структуру отечественных авиационных предприятий может быть

рассмотрен в анализе усредненных показателей основных производственных процессов.

1. Процесс проектирования.

- сокращение времени необходимого на процесс проектирования на 50%;
- сокращение времени затрачиваемого на разработку технологии производства на 30%;
- сокращение затрат, приходящихся на изучение выполнимости проекта авиатехники от 15% до 40%.

2. Процесс организации поставок комплектующих элементов и изделий.

- оптимизация времени поиска и извлечения данных на 98%;
- сокращение количества ошибок при передаче данных на 40%;
- уменьшение времени планирования на 70%;
- снижение стоимости получения информации от 15% до 60%.

3. Процесс исследования.

- сокращение производственных затрат (прямых затрат на материалы, рабочую силу и заводские накладные расходы) на 38%;
- увеличение показателей качества выпускаемой продукции (обобщающих, индивидуальных и косвенных) на 80%.

4. Процесс эксплуатационной поддержки изделия.

- оптимизация времени необходимого на изучение технической документации на 30%;
- сокращение времени планирования информационной поддержки на 70%;
- снижение стоимости затрат технической документации (конструкторской и технологической, включая производственную ремонтную документацию авиатехники) от 10% до 50%.

Заключение и рекомендации (Conclusions or Discussion and recommendations)

На стадиях маркетинговых исследований, стратегического планирования и внешнего проектирования авиатехники необходимо организовать имитационное моделирование ЖЦИ и провести согласование необходимых параметров проекта со всеми участниками ЖЦИ. Это позволит в значительной степени повысить точность и достоверность прогнозирования спроса, затрат, технической реализуемости проекта и, как следствие, – значительно сократить риск провала проекта по причине принятия ошибочных решений на стадии внешнего проектирования

авиатехники. Кроме того, только существенное повышение точности прогнозирования будущих объемов спроса и затрат позволит обоснованно оптимизировать проектные параметры новых изделий и направления перспективных НИОКР.

Целесообразно организовать взаимодействие с заказчиками в рамках интерактивной системы управления взаимоотношениями с клиентами (CRM-система), в основе которой должен находиться интернет-сайт авиастроительного или ремонтного предприятия. На сайте необходимо разместить актуальную информацию о производимых изделиях, услугах и ценах. Пользователям должны быть предоставлены возможности виртуального прогнозирования эффективности и оптимизации процессов применения предлагаемой продукции в парке данной эксплуатирующей организации, а также возможности оформления заказов на изделия и услуги в реальном масштабе времени.

На предпроизводственных стадиях ЖЦ авиатехники внедрение CALS-технологий позволяет существенно сократить длительность рабочего проектирования, испытаний, доводки и технологической подготовки производства (ТПП), что приводит к выигрышу в конкурентной борьбе. Это особенно важно, если принять во внимание эффекты блокировки на рынках авиатехники. Также, более ранний выход новых изделий на рынок позволяет существенно улучшить показатели инвестиционной привлекательности авиационных проектов.

Библиографический список

1. Арсеньева Н.В., Пелихов Д.М., Сазонова М.В. Анализ методов экономического обоснования разработки корпоративных информационных систем в промышленности // Вестник Университета (Государственный университет управления). 2016. № 2. С. 41-43.
2. Внучков Ю.А., Шевченко М.И. Стратегия развития логистической системы корпорации // Научные труды (Вестник МАТИ). 2012. №19(91). С. 259-264.
3. Джамай Е.В., Карташов М.К. Автоматизация системного проектирования и производства авиационных двигателей // Насосы. Турбины. Системы. 2015. №4(17). С. 72-77.
4. Джамай Е.В., Сазонов А.А., Ладоскин М.П. Исследование теоретических аспектов

комплексной автоматизации научно-производственной деятельности на предприятиях наукоемких отраслей // *Насосы. Турбины. Системы*. 2015. № 3(16). С. 32-40.

5. Джамай Е.В., Сазонов А.А., Петров Д.Г. Адаптация метода функционально-стоимостного анализа для автоматизации управления предприятием (на примере авиационной промышленности) // *Вестник Университета (Государственный университет управления)*. 2016. № 2. С. 210-212.

6. Дмитриевский Б.С. Автоматизированные информационные системы управления инновационным наукоемким предприятием. М.: Изд-во «Машиностроение – 1», 2006. 156с.

7. Киселев А.Г. Корпоративная и комплексная система управления промышленного предприятия. Новосибирск, 2010. 408с.

8. Клочков В.В. CALS-технологии в авиационной промышленности: организационно-экономические аспекты. Монография. М.: ГОУ ВПО МГУЛ. 2008. С. 124.

9. Клочков В. В. Организационно-экономические аспекты внедрения CALS-технологий в авиационном двигателестроении // *Технология машиностроения*. 2006. № 5. С. 81-86.

10. Найшулер Б.И. Информационные технологии управления наукоемким производством. Казань: КГТУ им. А.Н. Туполева, 2007, 143 с.

11. Судов Е.В., Левин А.И. Концепция развития CALS-технологий в промышленности России. М.: НИЦ CALS-технологий «Прикладная логистика». 2002. 28с.

12. Anaya L., Dulaimi M., Abdallah S. An Investigation Into The Role Of Enterprise Information System In Enabling Business Innovation // *Business Process Management Journal*. Vol. 21, no 4, 2015, pp. 771-790. DOI: 10.1108/BPMJ-11-2014-0108.

13. Gagarina G.Yu., Goloshchapova L.V., Fateeva O.V., Putilina I.N., Dzhamay E.V. Financial resources of the enterprise: Formation and distribution // *International Journal of Applied Business and Economic Research*, 2017, 15(23), pp. 453-461.

14. Kureichik V.M., Kureichik V.V., Taratukhin V.V., Kravchenko Yu.A., Khlebnikova A.I. Continuous Acquisition and Life-Cycle Support (CALS) Simulation Models on the Basis of the ERP and CAD Technologies Integration // *Emerging Trends In Information Systems: Recent Innovations, Results And Experiences*, 2016, pp. 11-19. DOI: 10.1007/978-3-319-23929-3-2.

15. Panov A.Yu., Kuznetsov S.V., Ivanov S.V. Forming a Common Information Space for Mechanical Engineering Cluster Product Life Cycle based on CALS Technologies Principles // *International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing (ICIEAM)*, 2017.

Поступила в редакцию – 13 февраля 2018 г.
Принята в печать – 2 марта 2018 г.

References

1. Arsenyev N. V. Pelihov D.M., Sazonova, M.V. (2016). Analysis of methods of an economic substantiation of development of enterprise information systems in industry. *Vestnik Universiteta (Gosudarstvennyj universitet upravlenija)* = Bulletin of University (State University of Management), 2, 41-43.

2. Vnuchkova Y.A., Shevchenko M.I. (2012). Strategy of development of logistic systems Corp. *Nauchnye trudy (Vestnik MATI)* = Proceedings of (Bulletin MATI), 19 (91), 259-264.

3. Dzhamay E.V., Kartashov M. K. (2015). Automation of system design and production of aviation engines. *Nasosy. Turbiny. Sistemy*. = Pumps. Turbines. Systems, 4(17), 72-77.

4. Dzhamay E.V., Sazonov A.A., Ladoshkin M.P. (2015). Research of theoretical aspects of complex automation of research and production activity at the enterprises of the knowledge-intensive branches. *Nasosy. Turbiny. Sistemy*. = Pumps. Turbines. Systems, 3(16), 32-40.

5. Dzhamay E.V., Sazonov A.A., Petrov D. G. (2016). Adaptation of a method of the functional and cost analysis for business management automation (on the example of the aviation industry). *Vestnik Universiteta (Gosudarstvennyj universitet upravlenija)* = (Bulletin of University (State University of Management), 2, 210-212.

6. Dmitrievskij B.S. (2006). Automated information management systems of an innovative scien-

ceintensive enterprise. M.: Publishing house «Mashinostroenie – 1». 156p.

7. Kiselev A.G. Corporate and complex management system of an industrial enterprise. Novosibirsk, 2010. 408 p.

8. Klochkov V.V. CALS technology in the aviation industry: organizational and economic aspects. Monograph. M.: Public Educational Institution of Higher Professional Training MGUL. 2008. 124p.

9. Klochkov V.V. (2006). Organizational and economic aspects of implementation of CALS technologies in aircraft engine building. *Tehnologija mashinostroenija* = Engineering technology, 5, 81-86.

10. Nayshuler B. I. Information technologies of management of the knowledge-intensive production. Kazan: KGTU of A.N. Tupolev, 2007, 143 pages.

11. Sudov E.V., Levin A.I. The concept of development of CALS technologies in the industry of Russia. M.: Research Center CALS tekhnology Prikladnaya logistika. 2002. 28s.

12. Anaya L., Dulaimi M., Abdallah S. An Investigation Into The Role Of Enterprise Information System In Enabling Business Innovation // *Business Process Management Journal*. Vol. 21, no 4, 2015, pp. 771-790. DOI: 10.1108/BPMJ-11-2014-0108.

13. Gagarina G.Yu., Goloshchapova L.V., Fateeva O.V., Putilina I.N., Dzhamay E.V. Financial resources of the enterprise: Formation and distribution // *International Journal of Applied Business and Economic Research*, 2017, 15(23), pp. 453-461.

14. Kureichik V.M., Kureichik V.V., Taratukhin V.V., Kravchenko Yu.A., Khlebnikova A.I. Continuous Acquisition and Life-Cycle Support (CALS) Simulation Models on the Basis of the ERP and CAD Technologies Integration // *Emerging Trends In Information Systems: Recent Innovations, Results And Experiences*, 2016, pp. 11-19. DOI: 10.1007/978-3-319-23929-3-2.

15. Panov A.Yu., Kuznetsov S.V., Ivanov S.V. Forming a Common Information Space for Mechanical Engineering Cluster Product Life Cycle based on CALS Technologies Principles // *International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing (ICIEAM)*, 2017.

Received – 13 February 2018.

Accepted for publication – 2 March 2018.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ

DOI: 10.25065/1810-4894-2018-26-1-93-102

УДК 658.513.3

МОДЕЛИРОВАНИЕ КАЛЕНДАРНЫХ РАСПИСАНИЙ И ОБОСНОВАНИЕ НОРМАТИВОВ ДВИЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВА

В.И. Мамонов, В.А. Полуэктов

Новосибирский государственный технический университет
Россия, 630073, Новосибирск, пр-т К. Маркса, 20

Введение. Управление многономенклатурными потоками в реальном режиме времени требует решения задачи согласования производственных циклов изготовления изделий, синхронизации движения плано-учётных единиц и обеспечения их выпуска точно в срок, а, следовательно, требует решения задач оптимизации календарных расписаний. Решение таких задач для производственных систем с дискретным характером производства необходимо, так как позволяет дать статистическую оценку межоперационному времени.

Данные и методы. Предложена процедура определения величины межоперационного времени при обработке партий деталей на предметно-замкнутом участке и его использование при составлении графика запуска-выпуска партий. Такое значение межоперационного времени в длительности производственного цикла обеспечивает производственной системе более надёжное соблюдение сроков выпуска продукции, большую устойчивость к внешним воздействиям и отсутствие необходимости частого пересчёта календарных расписаний. В качестве метода определения межоперационного времени использован метод статистических испытаний с встроенными правилами предпочтения и разрешения конфликтных ситуаций.

Полученные результаты. Дана оценка количества генераций календарных расписаний, достаточных для получения вывода о близости полученных календарных графиков к оптимальному. Установлено, что величина суммарного межоперационного перерыва практически линейно зависит от ритма запуска партий на участке. Среднее значение коэффициента непрерывности обработки партий деталей несущественно зависит от величины ритма.

Заключение. Задачи составления календарных расписаний являются основным элементом в MES-системах. Использование статистических методов обеспечивает качество календарных расписаний. Временные нормативы движения производства, которые получены при использовании статистических методов, позволяют использовать нормативы при определении времени запуска и выпуска партий на предметно-замкнутых участках и обеспечивать надёжность их реализации во времени

Ключевые слова: календарное расписание, график запуска-выпуска, партия, имитационное моделирование, нормативы движения производства, среднее межоперационное время, коэффициент непрерывности обработки

Для цитирования:

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

Сведения об авторах:

Валерий Иванович Мамонов (канд. экон. наук, доцент, v.mamonov@corp.nstu.ru), доцент кафедры менеджмента.

Владимир Александрович Полуэктов (канд. экон. наук, доцент, poluektov@corp.nstu.ru), доцент кафедры менеджмента.

On authors:

Valeriy I. Mamonov (Cand. Sci. (Economic), Assistant Professor, v.mamonov@corp.nstu.ru), Assistant Professor of the Chair of Management.

Vladimir A. Poluektov (Cand. Sci. (Economic), Assistant Professor, poluektov@corp.nstu.ru), Assistant Professor of the Chair of Management.

MODELING CALENDAR SCHEDULING AND JUSTIFICATION OF THE NORMS
OF PRODUCTION FLOW

V.I. Mamonov, V.A. Poluektov

Novosibirsk State Technical University
20, K.Marks St., Novosibirsk, 630073, Russia

Introduction. Managing multinomenclature flows in real time requires solving the problem of coordinating the production cycles of product manufacturing, synchronizing the movement of accounting units and ensuring their release on time, and, therefore, requires the optimization of calendar schedules. The solution of such problems for production systems with a discrete nature of production is necessary, since it allows us to give a statistical estimate of the interoperational break.

Data and methods. A procedure is proposed for determining the amount of interoperational break during the processing of batches of parts on a object-locked districts and its use in drawing up a schedule for launching and issuing lots. Such a value of the interoperational break in the duration of the production cycle provides the production system with more reliable compliance with the terms of production, greater resistance to external influences and the absence of the need for frequent recalculation of calendar schedules. As a method for determining the interoperational break, the method of statistical tests with built-in rules of preference and resolution of conflict situations was used.

Results. The estimation of the number of generations of calendar schedules sufficient to obtain a conclusion about the closeness of the obtained calendar schedules to the optimal one is given. It is established that the magnitude of the total interoperational break is almost linearly dependent on the rhythm of launching lots on the site. The average value of the continuity factor for processing batches of parts does not significantly depend on the size of the rhythm.

The conclusion. The tasks of scheduling are the main element in MES-systems. The use of statistical methods ensures the quality of calendar schedules. Temporary standards for the movement of production, which are obtained using statistical methods, allow the use of standards in determining the time of launch and release of lots on the s object-locked districts and ensure the reliability of their implementation in time

Key words: calendar schedule, launch schedule-release, party, simulation, norms of production flow, mean inter-operation time, the coefficient of continuous processing

For citation:

Mamonov V.I., Poluektov V.A. (2018). Modeling calendar scheduling and justification of the norms of production flow. *Organizator proizvodstva* = Organizer of Production, 26(1), 93-102. DOI: 10.25065/1810-4894-2018-26-1-93-102 (in Russian)

Введение

Современные производственные системы с дискретным процессом производства, характерные для машино- и приборостроения, преимущественно ориентированы на производство широкой номенклатуры изделий, не требующихся в массовом количестве. Такая организация производства продукции выдвигает перед производственным менеджментом предприятий проблему управления многономенклатурными потоками в реальном режиме времени. Данная проблема является многоаспектной и для функционирующих предприятий требует

решения сложных, постоянно повторяющихся в производственной деятельности задач. Например, к перечню задач, которые постоянно требуется решать в оперативном режиме можно отнести: согласование производственных циклов изготовления изделий, обеспечение синхронизации движения планово-учётных единиц по производственным подсистемам, обеспечение требуемой надёжности выпуска (партий, узлов и комплектов) к установленному сроку, резервирование производственных систем и применение регуляторов оперативного управления, а также, оптимизация производственных расписаний.

Причём заметим, что под оптимизацией производственного расписания не может пониматься одноразовый акт; такие задачи должны решаться по необходимости, когда изменяются приоритеты в сроках выпуска продукции, при накоплении последствий от влияния случайных факторов производства и при других причинах корректировки календарных расписаний изготовления продукции.

Теория

Спрос на решение комплекса задач производственного планирования со стороны производства постоянно растёт, на что указывает состояние рынка программных продуктов. Среди известных на российском рынке MES-систем/систем оперативно-календарного планирования можно перечислить: ФОБОС, СПРУТ-ОКП, Zenit SPPS, PolyPlan, IT-Enterprise APS/MES, YSB.Enterprise.MES, APS/MES Preactor и другие. Все системы содержат модули составления календарных расписаний, основу которых составляют, как правило, эвристические процедуры, обобщающие богатый производственный опыт [1, 2, 3, 4, 5]. Использование таких процедур (решающих правил) является конструктивным, так как позволяет формировать расписания в оперативном режиме в случае любого нарушения хода производства. Применение оптимизационных методов составления расписаний для реальной практики является затруднительным по известным причинам. К тому же составленный оптимальный план обязательно при реализации в ближайшем будущем должен быть подвергнут пересчёту из-за рассогласования действий участников производственного процесса в технологической цепи [6, 7, 8].

В статье рассматривается локальная задача: в качестве объекта изучения (производственной системы) взят предметно-замкнутый участок, на

котором исследуется проблема получения календарных расписаний, близких к оптимальному, с целью получения средних значений длительностей производственных циклов, межоперационных времён установления взаимосвязей между организационно-экономическими характеристиками работы участка. Нахождение средних значений длительностей производственных циклов обработки партий деталей, а также времени межоперационного пролёживания партий на участке позволяет в силу статистической устойчивости результатов точнее корректировать изменение сроков запуска-выпуска партий, определённых графиком запуска-выпуска с соответствующими ритмами, исследовать эффективность как объёмного (запасы), так и временного резервирования (опережения запуска партий) производственной системы. Включение в длительность производственного цикла средних значений межоперационного времени пролёживания целесообразно, так как только в этом случае план-график запуска-выпуска партий на предметно-замкнутом участке может быть практически руководством по отслеживанию хода производства. На рис. 1 в качестве примера приведён график запуска-выпуска двух смежных партий по деталям двух наименований. Приведённый на рисунке график запуска-выпуска партий характеризует работу предметно-замкнутого участка с единым для всех наименований партий деталей ритмом – R_0 . Через $D_{j,p}^{(з)}$, $D_{j,p}^{(в)}$ обозначены даты запуска и выпуска партий деталей j -го наименования; индекс p – порядковый номер партии. Разность между датами равна плановой длительности производственного цикла изготовления партии деталей на предметно-замкнутом участке.

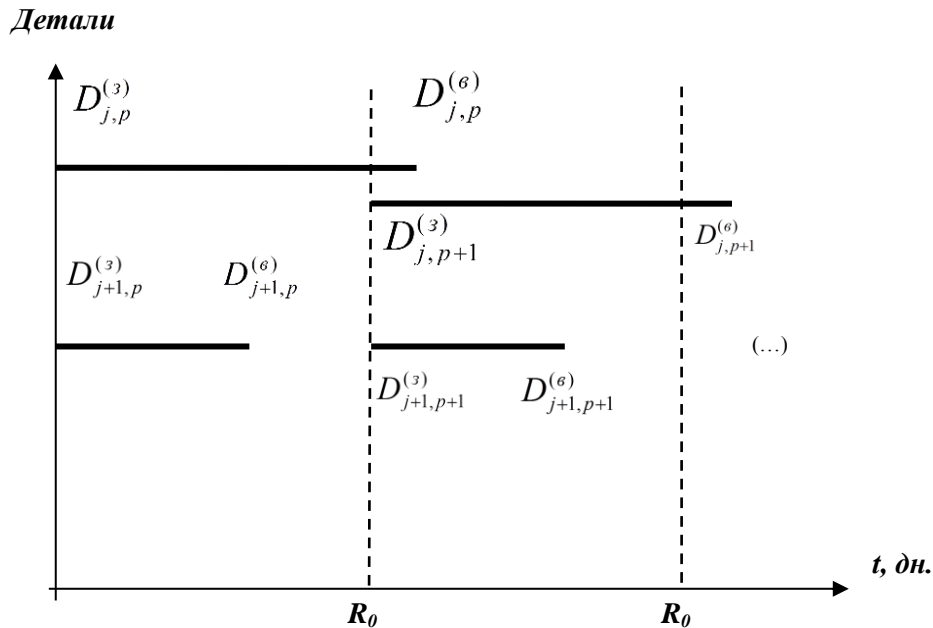


Рис. 1. График запуска-выпуска партий деталей
 Fig. 1. Start-release schedule for batches of parts

Данные и методы

Методом решения задачи составления календарных расписаний является имитационное моделирование, основу которого составляет процедура Монте-Карло с встроенными правилами предпочтения и разрешения конфликтных ситуаций. Описание метода дано в работе [9].

Решение поставленных задач реализовано с помощью специализированного программного продукта с многофункциональным пользовательским интерфейсом.

Выходными данными программы являются: выводимая на экран графическая (варианты календарных расписаний) и текстовая (отчеты о проведенных расчётах) информация.

Модель

Изучение задачи составления календарного расписания, отражающего потоки партий в реальном производстве, требует исследования задачи оценки близости полученных значений критерия эффективности расписания к оптимальному [10, 11, 12, 13]. Такая информация оказывается весьма важной при анализе ряда задач, таких как выявление взаимосвязей между нормативами движения производства, зависимостей между потерями фондов времени работы групп оборудования и эффективностью приме-

нения внутренних регуляторов в условиях работы по единому или разным ритмам [14, 15, 16].

Такую оценку можно получить, имея представление о структуре критерия оптимальности задачи. Речь идет о статистическом моделировании процесса обработки партий деталей, реализация которого осуществляется введением в алгоритм процедуры случайного выбора альтернативных партий и подлежащих загрузке освободившихся станков (разрешение конфликтных ситуаций).

Не рассматривая процедуры алгоритма составления календарных расписаний движения партий и загрузки станков, опишем содержание этапов, выполнение которых позволит дать оценку количества генераций расписаний на участке, достаточных для утверждения о получении расписаний (планов), которые соответствуют значениям, близким к минимальному значению продолжительности обработки партий. Метод статистических испытаний состоит из четырех этапов.

Этап 1. Проводим серию из n_1 независимых опытов – первую серию опытов. Пусть при этом случайная величина T (продолжительность обработки партий деталей на участке) приняла следующие значения:

$$T_1, T_2, \dots, T_{n_1}.$$

Величина:

$$T = \min_{1 \leq r \leq n_1} \left(\max_{1 \leq j \leq N} T_{jr} \right),$$

где T_{jr} – максимальное время обработки партии деталей j -го наименования в генерации расписания с номером r ; есть минимальное время обработки всех партий деталей за n_1 сгенерированных расписаний.

Используя эту последовательность чисел, определим статистические моменты случайной величины T : m_1 – первый начальный статистический момент; m_2 – второй центральный статистический момент.

Из имеющихся планов решения задачи после проведения этой серии опытов наилучшим будет тот, которому соответствует наименьший член последовательности или, иными словами, тот, которому соответствует значение целевой функции, равное:

$$T_0 = \min T_j, j = 1(1)n_1$$

Обозначим полученный план символом Π_0 . Из неравенства Чебышева следует: вероятность того, что произвольная случайная величина x с математическим ожиданием m_x и дисперсией D_x выйдет за пределы участка $(m_x - 3\sqrt{D_x}; m_x + 3\sqrt{D_x})$ не больше $1/9$. В действительности эта вероятность будет значительно меньше $1/9$ [17]. Поэтому в практических расчетах эту величину обычно считают «участком» практически возможных значений случайной величины. Учитывая это, поступаем следующим образом. Если $T_0 \leq m_1 - 3\sqrt{m_2}$, то в качестве оптимального плана принимаем план Π_0 . В противном случае разность $T_0 - (m_1 - 3\sqrt{m_2})$ обозначаем символом ΔT_0 и переходим к следующему этапу решения задачи.

Этап 2. На этом этапе исследуем характер распределения случайной величины T с использованием результатов проведенной первой серии опытов.

Для этого разделим весь диапазон n_1 значений на k_1 интервалов и подсчитаем m_i – число значений T из общего числа n_1 , попавших в i -й интервал $i = 1, 2, \dots, k_1$. Найдем частоту, соответствующую i -му интервалу:

$$P_i^* = \frac{m_i}{n_1}, i = 1, 2, \dots, k_1.$$

Так как случайная величина T является суммой многих случайных величин, то вполне оправданным является предположение о том, что ее распределение скорее всего следует нормальному закону. Следовательно, данное статистическое распределение следует выравнять нормальной кривой:

$$\varphi(T) = \frac{1}{\sqrt{2\pi m_2}} e^{-\frac{(T-m_1)^2}{2m_2}}.$$

В формуле вместо математического ожидания и дисперсии случайной величины T использованы их статистические аналоги. Закон распределения случайной величины T , заданный плотностью $\varphi(T)$, является теоретическим и с его помощью определяются теоретические вероятности попадания случайной величины в каждый из интервалов: P_1, P_2, \dots, P_{k_1} . Для проверки того, что случайная величина T имеет закон распределения, заданный плотностью $\varphi(T)$, используем критерий χ^2 , зависящий от параметра r , который в нашем случае равен $r = k_1 - 3$. Значение критерия определялось по формуле:

$$\chi_0^2 = n_1 \sum_{i=1}^{k_1} \left[\frac{(P_i^* - P_i)^2}{P_i} \right].$$

По таблицам для распределения χ^2 для значения χ_0^2 и параметра r находилась вероятность того, что случайная величина, распределенная по закону χ^2 , превзойдет значение χ_0^2 . При практических расчетах значение вероятности не было меньше $0,85$ и поэтому предположение о том, что случайная величина T распределена по нормальному закону, принималось как верное.

Этап 3. На данном этапе определяется наиболее целесообразное число опытов n , которые нужно провести для того, чтобы найти приближенно оптимальное решение задачи расписания.

Заметим, что при большом числе опытов по выбору случайных планов решаемой задачи расписания можно с вероятностью, достаточно близкой к вероятности достоверного события, выбрать план, мало отличающийся от оптимального решения. Однако в процессе нахождения планов с наименьшими значениями критерия

приходится фиксировать полученные результаты в документах, с помощью которых реализуется расписание и осуществляется диспетчирование производственного процесса, что сопряжено с определенными затратами. Поэтому необходимо сопоставлять эффект, получаемый от сокращения продолжительности процесса обработки партий деталей с затратами по диспетчированию и подготовкой необходимой рабочей документации. Заметим, что под эффектом в данном случае можно понимать величину снижения штрафных санкций за опоздание партии к установленному сроку.

Если в качестве решения задачи использовать план Π_0 , то длительность процесса обработки составляет T_0 . Предположим теперь, что существует такой план задачи, которому соответствует значение целевой функции, равное $(T_0 - \Delta T_0)$, и появление которого хотя бы один раз в серии из n опытов можно было бы гарантировать с вероятностью P_0 . Очевидно, что в качестве P_0 целесообразно принимать значение не менее 0,90. В случае использования плана, которому соответствует значение целевой функции, равное $(T_0 - \Delta T_0)$, экономический эффект составляет $\mathcal{E} \cdot \Delta T_0$, где \mathcal{E} – величина эффекта, приходящаяся на единицу сокращения продолжительности обработки партий деталей. Однако при этом затраты, связанные с проведением опытов и сопутствующих этому дополнительных работ, очевидно составляют величину, равную $(n - n_1)Z$, где Z – затраты при проведении дополнительного опыта. Таким образом, от произведенных затрат $(n - n_1)Z$ с доверительной вероятностью P_0 следует ожидать получение экономического эффекта, равного $\mathcal{E} \Delta T_0$. Эффективность дополнительных затрат составит $\mathcal{E} \cdot \Delta T_0 / [(n - n_1) \cdot Z]$. Необходимо, чтобы эффективность дополнительных затрат была не ниже установленной нормы эффективности. Установление численного значения нормы эффективности простой задачей не является, однако заметим, что если она равна единице, то дополнительные затраты должны быть не больше величины ожидаемого экономического эффекта.

Определим другие условия, которым должна удовлетворять величина n . Вероятность того, что

случайная величина T примет при одном опыте значение меньше, чем число $(T - \Delta T_0)$, то есть

$P(T < T_0 - \Delta T_0)$, определяется следующим образом:

$$P(T < T_0 - \Delta T_0) = \Phi\left(\frac{T_0 - \Delta T_0 - m_1}{m_2}\right) + 0,5,$$

где $\Phi(x)$ – функция Лапласа.

Пусть вероятность $P_1 = P(T < T_0)$. Применяя теоремы сложения и умножения вероятностей, получаем [18]: $P_0 = 1 - (1 - P_1)^n$ откуда следует равенство:

$$n = E\left(\frac{\ln(1 - P_0)}{\ln(1 - P_1)}\right)$$

для определения искомого числа опытов.

Если n соответствует установленной норме эффективности, то переходим к четвертому этапу решения задачи. В противном случае в качестве нового значения величины ΔT_0 выберем значение меньше предыдущего. После этого повторяем процесс определения целесообразного значения величины n , удовлетворяющего всем рассмотренным условиям. Процедуру повторяем до тех пор, пока не определим значение n для величины $\Delta T_0 > 0$, либо убеждаемся в том, что такое число n не существует. В первом случае переходим к четвертому этапу, во втором – в качестве оптимального плана принимаем план Π_0 и заканчиваем процесс решения задачи.

Этап 4. Проводим вторую серию из $(n - n_1)$ экспериментов. Наилучший план решения задачи, полученный после проведения опытов, обозначим символом Π_1 . Если значение целевой функции, соответствующее плану Π_1 , меньше значения, соответствующего плану Π_0 , то в качестве решения задачи принимаем план Π_1 ; в противном случае принимаем план Π_0 .

Применяемый метод статистических испытаний отличается от итерационных сходящихся методов тем, что строится последовательность случайных планов, наилучший из которых сходится по вероятности к решению задачи. В этом случае нельзя сказать, что, начиная с некоторого члена, каждый последующий член последовательности всегда расположен ближе к решению задачи, чем предыдущий, как это имеет место при итерационных сходящихся методах реше-

ния. Однако можно утверждать, что с увеличением последовательности возрастает уверенность в том, что лучший план новой увеличенной последовательности может являться оптимальным планом решения задачи составления расписания.

Полученные результаты

Процедура генерации расписаний с накоплением статистических данных позволяет располагать информацией для проведения расчёта количественных значений показателей, характеризующих качество календарных планов. К числу таких показателей относится коэффициент непрерывности обработки партии деталей, который характеризует долю перерывов между последовательными технологическими операциями обработки партии деталей в длительности производственного цикла. Например, по генерациям расписаний можно рассчитывать среднее время пролёживания перед каждой операцией по партиям деталей всех наименований, получать их средние значения по совокупности всех генераций, а также иметь данные о значениях межоперационного времени для планов, близких к оптимальному.

Экспериментальные расчёты проводились на предметно-замкнутых участках, параметры которых соответствуют реально действующим на машиностроительных предприятиях. При построении графика запуска-выпуска партий и формировании календарных расписаний был принят принцип работы предметно-замкнутого участка на основе единого ритма.

В ходе реализации метода, при неизменной производственной программе участка, были получены различные варианты календарных расписаний обработки партий деталей (более 300 вариантов). По всем вариантам расписаний для каждой обрабатываемой на участке детали были получены фактические значения длительности производственного цикла.

Так, например, на гистограмме (рис.2) для одной из партий деталей, обрабатываемых на участке, представлены полученные значения длительности производственного цикла и соответствующее им количество вариантов в общем числе генераций. При этом длительность технологического цикла обработки партии деталей данного наименования составляет 24 дня.

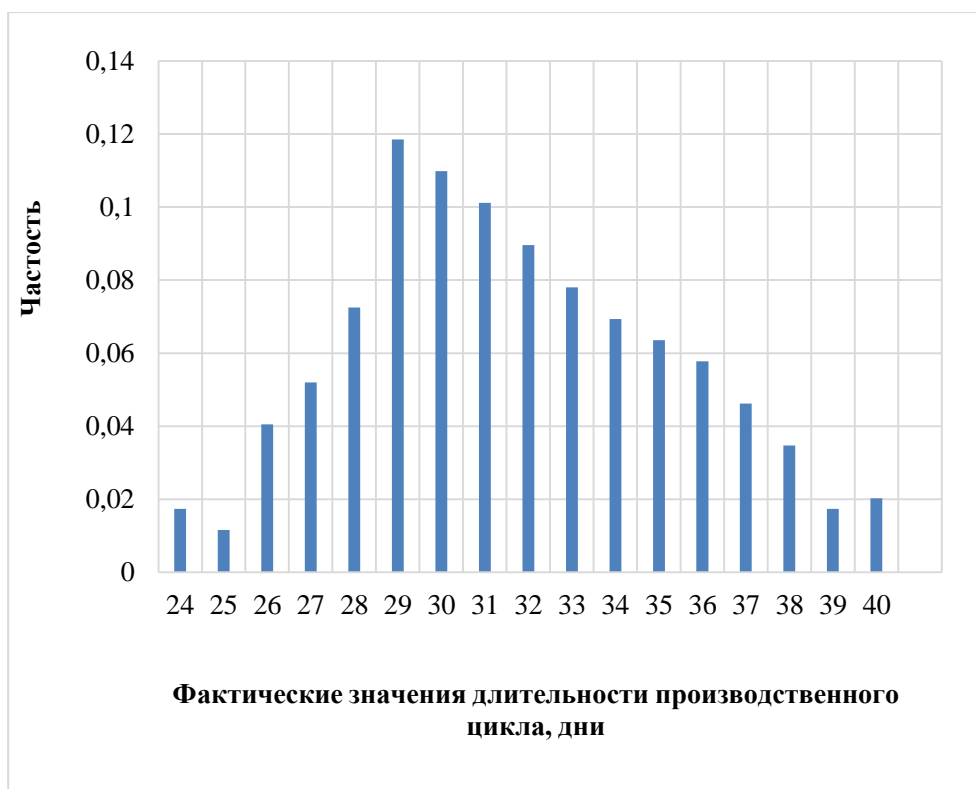


Рис. 2. Гистограмма распределения длительностей производственного цикла
 Fig. 2. A histogram of the distribution of the duration of the production cycle

Такая длительность цикла наблюдалась всего шесть раз в общем числе календарных расписаний эксперимента. В ходе анализа полученных результатов при сравнении средней величины длительности производственного цикла, рассчитанной по всем вариантам календарных расписаний, и длительности технологического цикла обработки партии деталей каждого наименования было установлено, что величина суммарного межоперационного перерыва практически линейно зависит от установленного ритма запуска партий на участке. Это свидетельствует о допущении использования такой зависимости при практических расчётах и построении графика запуска-выпуска партий в производственной системе. Поскольку ритмы функционально связаны с размером партий, то такой вывод справедлив и по отношению к размерам партий.

Однако такой вывод можно сделать, если в алгоритм составления расписаний не вносятся принципиально различные процедуры разрешения конфликтных ситуаций. В случае их изменения или использования системы приоритетов («меченые партии») суммарное межоперационное время может существенно изменяться и составлять порядка 15 – 43% от длительности технологического цикла обработки других партий деталей на участке.

Среднее значение коэффициента непрерывности обработки партии деталей по участку в целом не превысило уровня 0,77, что обусловлено изменением значений данного показателя в пределах 0,71 – 0,87 по отдельным партиям деталей. Изменение размера партий в меньшую сторону (или уменьшение единого ритма) к существенным изменениям коэффициента непрерывности не приводило.

Реализация алгоритма поиска оптимального (в соответствии с заданным критерием) варианта календарного расписания, позволяет не просто сократить среднее время межоперационного перерыва по ряду деталей, но и получить более «плотную» загрузку рабочих мест, что подтверждается изменением среднего значения коэффициента непрерывности обработки партии деталей по участку в целом. Так, например, значение данного показателя по оптимальному плану в нашем случае составило 0,82. Однако следует иметь в виду, что рекомендации исполь-

зовать оптимальные расписания с высоким коэффициентом непрерывности сопряжены с решением задачи эффективного временного резервирования производственных систем.

Заключение

Задачи составления календарных расписаний в производственных системах с дискретным характером производства остаются актуальным предметом исследований, так как позволяют производству располагать необходимым механизмом организации равномерной и ритмичной организации производства. Комплекс задач календарного планирования является ядром в MES- системах. Качество календарных планов заметно влияет на многие важные характеристики систем: экономику производственных систем, устойчивость их работы, соблюдение требований заказчика относительно сроков готовности продукции и другие. В статье затронуты далеко не все вопросы, которые могли бы быть поставлены и обсуждены на основе полученной по итогам экспериментов информации, которой для этого вполне достаточно. Вместе с тем, полученные результаты по значениям межоперационного времени позволяют использовать их при составлении графика запуска партий деталей на предметно-замкнутых участках и тем самым обеспечивать устойчивость их реализации в реальном режиме времени.

Библиографический список

1. Мауэргауз Ю. Е. «Продвинутое» планирование и расписания (AP&S) в производстве и цепочках поставок. М.: Экономика, 2012. 574 с.
2. Mauergauz Y. Cost-Efficiency Method for Production Scheduling. Proceedings of the World Congress on Engineering 2013 Vol I, WCE 2013, July 3 - 5, 2013, London, U.K. [Электронный ресурс]. URL: http://www.iaeng.org/publication/WCE2013/WCE2013_pp587-593.pdf (дата обращения 16.12.2017)
3. Ильин А.И., Коваленко Н.С., Сидорович Н.И. Модели оптимизации оперативно-календарного планирования машиностроительных предприятий // Проблемы управления (Минск). 2016. №3(60). С.45-50.
4. Саратов А.А. Конкурентный метод синтеза производственных расписаний // Известия ТулГУ. Технические науки. 2014. №.3 С.104-110.

5. Мухин И.Н. Автоматизация процесса производственного планирования при мелкосерийном и позаказном производстве // Автоматизация в промышленности. 2012. №10. С.26-29.
6. Лазарев А.А. Гафаров Е.Р. Теория расписаний. Задачи и алгоритмы. М.: МГУ им. М. В. Ломоносова. 2011. 222 с.
7. Адамия К.Г. Разработка методов и средств оперативной коррекции производственных расписаний механообрабатывающего цеха в условиях мелкосерийного производства. Автореф. дисс. ... канд. техн. наук. М.:1996. 21 с.
8. Бекмурзаев А.В. Повышение эффективности управления производственным процессом на основе оптимальной загрузки оборудования и минимизации возможных отклонений от производственного расписания. Автореф. дис. ... канд. экон. наук. М.: 2001. 18 с.
9. Мамонов В.И., Полуэктов В.А. Методы и модели оперативно-производственного менеджмента. Новосибирск. НГУЭУ.2011. 168 с.
10. Львов Ю.А., Сатановский Р.Л. Интенсификация машиностроительного производства: организация и планирование. Л.: Машиностроение, 1984.182 с.
11. Танаев В.С., Шкурба В.В. Введение в теорию расписаний. М.: Наука. 1975. 256 с.
12. Первозванский А.А. Математические модели в управлении производством. М.: Наука 1975. 616 с.
13. Петров В.А. Групповое производство и автоматизированное оперативное управление. Л.: Машиностроение, 1975. 312с.
14. Ватник П.А. Статистические методы оперативного управления производством. М.: Статистика, 1978. 240 с.
15. Мамонов В.И., Полуэктов В.А. Эффективность применения внутренних регуляторов оперативного управления предметно-замкнутыми участками в условиях единого ритма // Вестник машиностроения. 2007. №12. С.80 – 84.
16. Мамонов В.И., Полуэктов В.А. Обеспечение устойчивого функционирования подразделений на основе регуляторов оперативного управления // Вестник НГУЭУ. 2010. №2. С.55-64.
17. Смирнов Н.В., И.В. Дунин-Барковский. Курс теории вероятностей и математической статистики для технических приложений. М.: Наука. 1965. 512 с.
18. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Прикладные задачи теории вероятности. М.: Радио и связь, 1983. 416 с.

Поступила в редакцию – 6 февраля 2018 г.
Принята в печать – 2 марта 2018 г.

References

1. Mauergauz Yu. E. (2012). “Advanced” planning and scheduling (AP&S) in production and supply chains. Moscow: Ekonomika, 574 p.
2. Mauergauz Y. (2013). Cost-Efficiency Method for Production Scheduling. Proceedings of the World Congress on Engineering 2013 Vol I, WCE 2013, July 3 - 5, 2013, London, U.K. Available at: http://www.iaeng.org/publication/WCE2013/WCE2013_pp587-593.pdf (accessed 16.12.2017).
3. Il'in A.I., Kovalenko N.S., Sidorovich N.I. (2016). Models of current calendar planning optimization of engineering enterprises. *Problemy upravlenija (Minsk) = Problems of Management (Minsk)*, 3(60), 45-50.
4. Saratov A.A. (2014). Competitive method of synthesis of the machine scheduling. *Izvestija TulGU. Tehnicheskie nauki*, 3, 104-110.
5. Muhin I.N. (2012). Automation of the process of production planning in small-scale and custom production. *Avtomatizacija v promyshlennosti = Automation in the industry*, 10, 26-29.
6. Lazarev A.A. Gafarov E. R. (2011). Theory of schedules. Tasks and algorithms. Moscow: MSU, 222 p.
7. Adamija K.G.(1993). Development of methods and tools for quick correction of production schedules of a machining workshop in small-scale production. The abstract of the Candidate’s Dissertation in Technical Science. Moscow, 21 p.
8. Bekmurzaev A.V. (2001). Increase the efficiency of managing the production process on the basis of optimal equipment utilization and minimization of possible deviations from the production schedule. The

abstract of the Candidate's Dissertation in Economic Science. Moscow, 18 p.

9. Mamonov V.I., Polujektov V.A. (2011). Methods and models of operational and production management. Novosibirsk: NSUEM, 168 s.

10. L'vov Ju.A., Satanovskij R.L. (1984). Intensification of machine-building production: organization and planning. Leningrad: Mashinostroenie, 182 p.

11. Tanaev V.S., Shkurba V.V. (1975). Introduction to the theory of schedules. Moscow: Nauka, 256 p.

12. Pervozvanskij A.A. (1975). Mathematical models in production management. Moscow: Nauka, 616 p.

13. Petrov V.A. (1975). Group production and automated operational management. Leningrad: Mashinostroenie, 312 p.

14. Vatnik P.A. (1978). Statistical methods of operational management of production. Moscow: Statistika, 240 p.

15. Mamonov V.I., Polujektov V.A. (2007). An application efficiency of on-line control internal regulators by the object-locked districts in the united rhythm conditions. Vestnik mashinostroenija, 12, 80 - 84.

16. Mamonov V.I., Polujektov V.A. (2010). The provision of stable functioning of subdivisions on the basis of regulators of operational control. Vestnik NSUEM, 2, 55-64.

17. Smirnov N.V., I.V. Dunin-Barkovskij. (1965). Course of probability theory and mathematical statistics for technical applications. Moscow: Nauka, 512 p.

18. Ventcel' E.S., Ovcharov L.A. (1983). Applied problems of probability theory. Moscow: Radio i svjaz', 416 p.

Received – 6 February 2018.

Accepted for publication – 2 March 2018.

ОРГАНИЗАТОР ПРОИЗВОДСТВА

Теоретический и научно-практический журнал

В авторской редакции

Подписано в печать 02. 03. 2018. Формат 60×84/8.
Бумага офсетная. Усл. печ. л. 12,8. Уч. - изд. л. 11,6.
Тираж 1000 экз. Заказ № 36.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»
394026 Воронеж, Московский просп., 14

Отдел оперативной полиграфии ВГТУ
394006 Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84