

# ОРГАНИЗАТОР ПРОИЗВОДСТВА

2018. Т.26. № 2

## 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 «Ulirich'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. № 2

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

### РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

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

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

### ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОГО СОВЕТА:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

При перепечатке статей ссылка на журнал обязательна.

### Учредители:

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»

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);

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

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

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

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

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

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

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

#### THE EDITORIAL COUNCIL:

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

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

#### MEMBERS OF THE EDITORIAL COUNCIL:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

#### Founders:

The Federal State Budgetary Educational Institution - Voronezh State Technical University

The Federal 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 №2

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

**Электронная версия** журнала  
размещена на платформе Рос-  
сийской универсальной науч-  
ной электронной библиотеки  
[www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru),  
[www.cyberleninka.ru](http://www.cyberleninka.ru)

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

© Организатор производства,  
2018

**СОДЕРЖАНИЕ**

**ТЕОРИЯ И МЕТОДЫ  
ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА 7**

*Сатановский Р.Л., Элент Д.* Моделирование эффективной  
организации производства с учетом компромисса и консенсуса 7

**ПРАКТИКА  
ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА 17**

*Аркин П.А., Муханова Н.В., Овчар Б.А.* Решение задачи опе-  
ративно-производственного планирования машиностроитель-  
ного предприятия с помощью «жадного» и генетического алго-  
ритмов 17

**УПРАВЛЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЕМ 30**

*Казьмина И.В.* Организация планирования на производствен-  
ных предприятиях оборонно-промышленного комплекса 30

**УПРАВЛЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫМИ  
ПРОЦЕССАМИ 41**

*Кенп Н.В.* Подрывные и поддерживающие инновации: сущ-  
ность, особенности, тенденции развития 41

**ПОДГОТОВКА КАДРОВ  
ДЛЯ СФЕРЫ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА 53**

*Волкодавова Е.В., Жабин А.П., Яковлев Г.И., Евдокимов А.Н.*  
Проблемы формирования кросс-культурных компетенций пер-  
сонала предприятия при осуществлении международного со-  
трудничества 53

**РЕГИОНАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ  
ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА 62**

*Акульчева М.В., Жимантас Д.К.* Методика формирования се-  
тевого взаимодействия предприятий в территориальном кла-  
стере 62

**МОДЕЛИРОВАНИЕ  
ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ 74**

*Халикова А.А., Тимофеев Е.А., Шинкевич А.И.* Моделирование  
управления производственными системами предприятий нефте-  
газохимического комплекса 74

*Соловейчик К.А., Левенцов В.А., Фарбер Э.М.* Модель выбора  
оборудования при техническом перевооружении предприятия 84

**ORGANIZER OF PRODUCTION**  
Theoretical and scientific-practical journal

2018

T. 26 № 2

**Founded by:**

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

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

The Moscow Institute of Aero-  
nautics and Technology – the  
Russian State Technological Uni-  
versity, named after K.E. Tsiol-  
kovsky

The International Academy of  
Science and Practice of Produc-  
tion Organization

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

**Published by:**

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

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

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

The submitted manuscripts will  
not be returned

**The address of the editorial  
office:**

394066, Voronezh, Moskovsky  
Avenue, 179, 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

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

Organizator Proizvodstva, 2018

**CONTENTS**

<b>THEORY AND METHODS OF PRODUCTION ORGANIZATION</b>	<b>7</b>
<i>Stanovski R.L., Elent D.</i> Simulation of effective production organi- zation with consideration of compromise and consensus	<b>7</b>
<b>THE PRACTICE OF PRODUCTION ORGANIZATION</b>	<b>17</b>
<i>Arkin P.A., Mukhanova N.V., Ovchar B.A.</i> Solving the problem of operational-production planning of a machine-building manufactur- ing company with the help of greedy and genetic algorithms	<b>17</b>
<b>ENTERPRISE MANAGEMENT</b>	<b>30</b>
<i>Kazmina I.V.</i> Organization of planning at the industrial enterprises of the military-industrial complex	<b>30</b>
<b>INNOVATION PROCESS CONTROL</b>	<b>41</b>
<i>Kepp N.V.</i> Disruptive and sustaining innovations: essentials, details, development trend	<b>41</b>
<b>TRAINING IN THE FIELD OF PRODUCTION ORGANIZATION</b>	<b>53</b>
<i>Volkodavova E.V., Zhabin A.P., Yakovlev G.I., Evdokimov A.N.</i> Issues of cross-cultural competencies of enterprise personnel while conducting international cooperation	<b>53</b>
<b>REGIONAL ASPECTS OF PRODUCTION ORGANIZATION</b>	<b>62</b>
<i>Akulcheva M.V., Zhimantas D.K.</i> Methodology for forming the net- work interaction of enterprises in a territorial cluster	<b>62</b>
<b>MODELLING THE PRODUCTION SYSTEMS</b>	<b>74</b>
<i>Khalikova A.A., Timofeev E.A., Shinkevich A.I.</i> Modeling of man- agement of production systems of enterprises of oil and gas-chemical complex	<b>74</b>
<i>Soloveychik K.A., Leventsov V.A., Farber E.M.</i> Equipment selection model at technical re-equipment of the enterprise	<b>84</b>

# ТЕОРИЯ И МЕТОДЫ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА

DOI: 10.25065/1810-4894-2018-26-2-7-16

УДК 338.585

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА С УЧЕТОМ КОМПРОМИССА И КОНСЕНСУСА

**Р.Л. Сатановский**

*Nuspark Inc.  
400 Steepprock Dr., Toronto, Ontario, M3J 2X1, Canada*

**Д. Элент**

*Nuspark Inc.  
400 Steepprock Dr., Toronto, Ontario, M3J 2X1, Canada*

**Введение.** Несовместимость интересов сторон ведет к возникновению конфликтной ситуации на уровнях компромисса и консенсуса. Обоснование оценочных показателей по разработанной модели подтверждает, что между этими понятиями имеется принципиальное различие, связанное с группированием результатов относительно поля допуска. Переход от оценки существующего уровня конфликта к показателям управления, которые определяют траекторию продвижения от компромисса к частичному консенсусу и далее к полному, открывает новые возможности эффективного развития систем. Рассмотрены обобщенная модель решения проблемы и её практическая реализация при эффективной организации производства участков и цехов серийного приборостроения.

**Данные и методы.** Выбор эффективных вариантов их работы связан с экономико-математическим моделированием развития их организации. По её результатам рассчитывают локально для каждого из участков минимальные совокупные затраты, оптимальную величину ключевого показателя организации производства ( $K_{зо}$ ), изменение серийности, адаптивные возможности подразделений по самостоятельному преодолению трудностей выполнения нового плана, систему нормативов эффективной организации и управления работой подразделений.

**Полученные результаты.** При недостатке собственных ресурсов возникает необходимость обоснования системного результата взаимодействия ресурсов участков цеха в условиях эмерджентного управления. Изменение предметной специализации подразделений, расстановки оборудования, планировки участков и др., обуславливают возникновение противоречий. Для их снижения предложена модель расчета показателей оценки уровня конфликта и использования последних в качестве управляющих для достижения вариантов более эффективной организации.

**Заключение.** Соединение эконометрики с графической моделью открывает дополнительные возможности для эффективного развития организации производственных и других систем

**Ключевые слова:** модель, организация, производство, эффективность, участок, оценка, компромисс, консенсус, эмерджентность, допуск

**Благодарность:** д-ру физ. - мат. наук, профессору Вас. Димитрову за обсуждение материала

### Для цитирования:

Сатановский Р.Л., Элент Д. Моделирование эффективной организации производства с учетом компромисса и консенсуса // Организатор производства. 2018. Т.26. №2. С. 7-16. DOI: 10.25065/1810-4894-2018-26-2-7-16

---

### Сведения об авторах:

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

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

### On authors:

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

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

**SIMULATION OF EFFECTIVE PRODUCTION ORGANIZATION WITH CONSIDERATION OF COMPROMISE AND CONSENSUS**

**R.L. Stanovski , D. Elent**

Nuspark Inc.

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

**Introduction.** The incompatibility of the interests of the parties leads to the emergence of a conflict situation at the level of compromise and consensus. The justification of the estimated indicators according to the model developed by the authors confirms that there is a fundamental difference between these concepts related to grouping the results with respect to the tolerance level. The transition from an assessment of the existing level of conflict to governance indicators that determine the path from compromise to partial consensus and further to full consensus opens up new opportunities for the effective development of systems. A generalized model for the solution of the problem and its practical implementation are considered in the effective organization of production of sections and shops of serial instrumentation.

**Data and methods.** The choice of effective options for their work is related to the economic and mathematical modeling of the development of their organization. Based on its results, the minimum costs, the optimal value of the key indicator of the production organization (K30), the change in seriality, the adaptive capabilities of the units for independently overcoming the difficulties in implementing the new plan, the system of standards for effective organization and management of the work of the units are calculated locally for each of the units.

**Results.** If there is a lack of own resources, it becomes necessary to justify the system result of the interaction of the resources of the shop areas in the conditions of emergent management. Changing the subject specialization of units, the arrangement of equipment, the planning of plots, etc., cause the emergence of contradictions. To reduce them, a model is proposed for calculating indicators for assessing the level of conflict and using the latter as managing indicators to achieve options for a more effective organization.

**Conclusion.** The combination of econometrics with a graphic model opens up additional opportunities for the effective development of the organization of production and other systems

**Key words:** model, organization, production, efficiency, area, evaluation, compromise, consensus, emergence, admission

**Acknowledgment:** Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor V. Dimitrov for discussing the material

**For citation:**

Stanovski R.L., Elent D. (2018). Simulation of effective production organization with consideration of compromise and consensus. *Organizator proizvodstva* = Organizer of Production, 26(2), 7-16.

**DOI:** 10.25065/1810-4894-2018-26-2-7-16 (in Russian)

**Введение**

Современные условия динамичного развития производства характеризуются возникновением конфликтов и использованием показателей компромисса и консенсуса для их оценки и устранения. Наиболее общепризнанным является определение компромисса в этике и праве как разрешение некоторой конфликтной ситуации путем взаимных уступок ради достижения какой – либо цели. При отсутствии принципиальных возражений и наличия возможностей преодоления серьезных разногласий, консенсус

определяется результатами достижения общего согласия сторон.

На качественном (описательном) уровне рассмотрения, достаточно сложно провести четкую грань между двумя понятиями конфликта. Оценки компромисса и консенсуса, с одной стороны, отражают фактические результаты, а, с другой, открывают возможности решения обратной задачи – использования таких оценок для моделирования более эффективного развития систем. В рассматриваемом контексте перевод показателей конфликта из отражающих в управляющие на основе расчетных (экономико-



математических) моделей, становится принципиально важным.

Концепция оценки конфликтов и использования их показателей для достижения более эффективного варианта развития систем ассоциируется с разработкой комплекса расчетных моделей, необходимых пояснений по их применению и обоснованной последовательности шагов по использованию.

В статье рассмотрена базовая модель оценки конфликта, снижения его уровня и реализации концепции для эффективной организации серийного машино- и приборостроения.

### Модель локальной оптимизации

Успешное применение показателей компромисса и консенсуса в качестве оценочных и управляющих обусловлено:

1. Обоснованием исходных позиций сторон конфликта и локальной оптимизацией их целей для сопоставимости планируемых результатов.

2. Расчетом допуска на отклонение показателей, за пределами которого возникает конфликт.

3. Использованием эффекта эмерджентности для кооперации усилий сторон при моделировании вариантов согласия.

В процессе развития систем конфликтная ситуация между ними возникает тогда, когда изменения внешних и внутренних условий ведут к дисбалансу ресурсов и появлению трудностей выполнения поставленных задач. Для их выявления и устранения необходимо:

- оценить объемы, место и время возникновения трудностей,

- обосновать направления их снижения и векторы подстройки ресурсов.

Трудности уменьшаются за счет эффективной адаптации и проведения для её достижения требуемых изменений. На первом этапе они обеспечиваются использованием моделей адаптивности. Они реализуются с учетом разнообразия условий, к которым могут приспособиться системы, используя собственные возможности (ресурсы).

Речь идет о стимулировании целей и мобилизации внутренних резервов системы при обосновании наиболее эффективных (лучше оптимальных) величин показателей развития с одной стороны и оценки уровня конфликта с другой. Их идентичность, функционально связанная с факторами-аргументами модели, является необходимым условием уменьшения трудностей каждой из систем и разрешения конфликта за счет взаимодействия их ресурсов и достижения эффекта эмерджентности [1].

Для решения задачи обозначим через **I** и **J** показатели каждой из сторон конфликта, которые являются ключевыми (определяющими, важнейшими). К ним, например, относят: в производственных системах (подробнее в разделе реализации) - частоту переналадок рабочих мест подразделений [1,2]; при обучении on-line - процент полезной информации; в политехнологии – число привлекаемых голосов избирателей; в экономике – рост минимальной часовой заработной платы и др.

Показатели **I** и **J** - количественно измеряемые параметры цели развития, предварительная оптимизация которых, как показано ниже, становится одним из необходимых условий оценки конфликта и его успешного разрешения. **I** и **J** - ключевые показатели, органически присущие системам, тесно связанные с их организацией и управлением, развитием и экономикой. При однонаправленном их изменении (например, увеличении), что схематически показано на вертикальных плоскостях (рис. 1), имеет место рост одних затрат, обобщенных кривой (**З<sub>p</sub>**) и снижение других (**З<sub>n</sub>**). Наличие разнонаправленных затрат позволяет вести поиск **Юпт** и **Юпт** по критерию минимума совокупных **З<sub>i мин</sub>** и **З<sub>j мин</sub>** [1, 3].

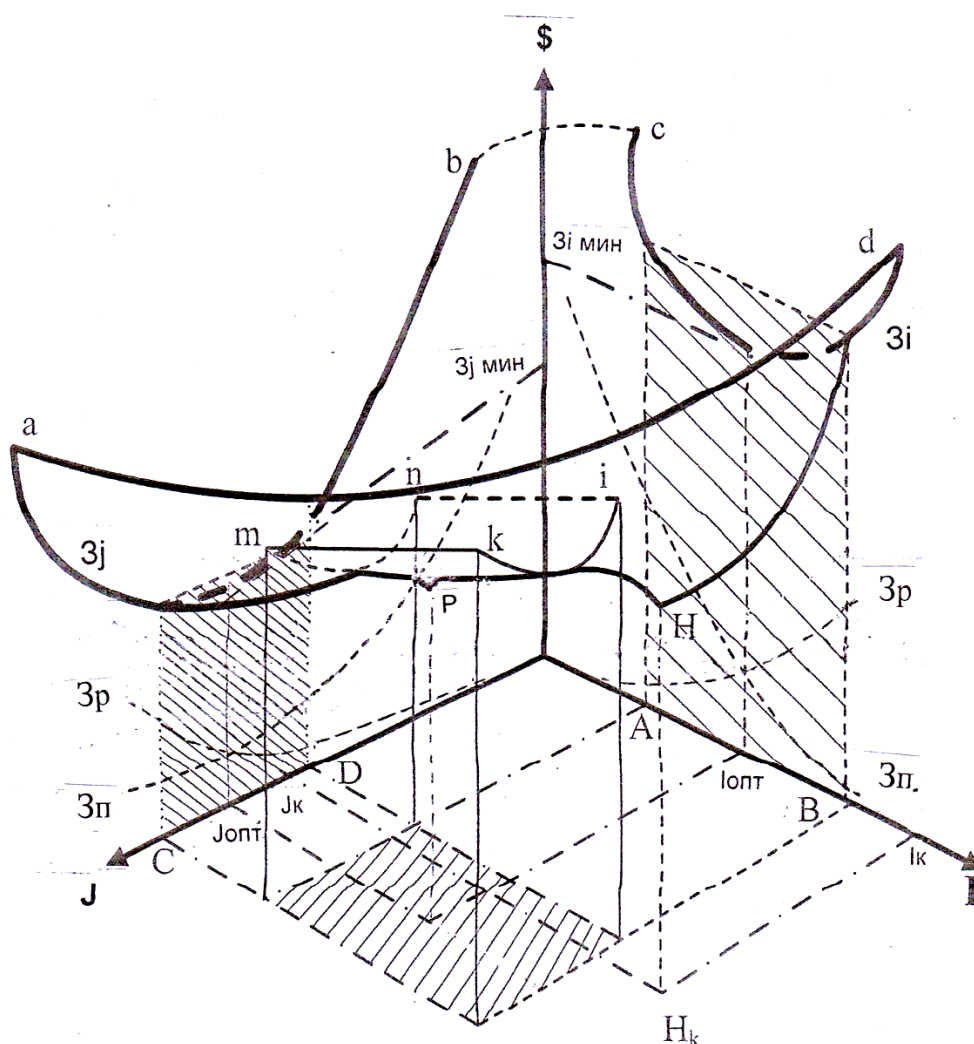


Рис. 1. Схема расчета эффекта эмерджентности  
 Fig. 1. Scheme of calculating the emergence effect

Относительно оптимальных значений показателей располагается двусторонний допуск (А – В, С – D), в пределах которого колебание показателя считают допустимым. Допуск в технике характеризуется величиной поля и его положением относительно номинального размера, который служит началом отсчета отклонений. Выход за пределы допуска ведет к появлению брака, устранение которого, если это возможно, требует дополнительных затрат. В рассматриваемой модели для I и J, в качестве номинала используются величины I<sub>опт</sub> и J<sub>опт</sub>, относительно которых определяются границы двухсторонних локальных допусков [1].

Достоверность экономических показателей связана с оценками [3]:

1. Точности – нахождением показателя в границах допустимых отклонений;
2. Надежности – распределением показателя в конфигурации допуска и за его пределами;
3. Чувствительности – колебаний показателя в поле допуска и за его пределами под влиянием отдельных факторов-аргументов модели;
4. Устойчивости – расположения показателя в том же пространстве под воздействием группы факторов-аргументов.

Очевидно, что знание поля допуска становится необходимым условием успешного решения поставленной задачи.

Как отмечалось, изменение внешних и внутренних условий может привести к возникновению трудностей в решении новых задач развития систем и появлению конфликтов

– ситуаций, в которых каждая из сторон стремится к позиции, частично или полностью несовместимой по отношению к интересам другой стороны. Оценки такой несовместимости и поиск её снижения становится первым шагом к устранению конфликта.

Например, для **I** переход от одного варианта **Iф** - фактически существующего (ранее запланированного) к **Юпт** - наиболее эффективному в изменившихся условиях, направлено на снижение затрат  $\Delta i = (Zi ф - Zi мин)$ . Вместе с тем требуются средства **Зпер** на время переходного периода **Тпер**, которое включает время интенсивного и экстенсивного расходования средств, учитываемых при сравнении результатов [1].

При нахождении показателей **Iф** в пределах допуска на **Юпт**, трудности отсутствуют и конфликта нет. При отклонении за пределы допуска, возникают две возможности развития и снижения конфликта:

- на первом шаге добиться цели (**Юпт**) за счет привлечения собственных ресурсов (адаптивности),

- на втором шаге провести кооперацию ресурсами с другой стороной конфликта.

Следовательно, для **I** (аналогично и для **J**), алгоритм включает (рис.2):

1. Обоснование локального оптимального значения **Юпт**.

2. Установление границ локального допуска **A – B**.

3. Определение значения **Iф**.

- 4.1. При нахождении **Iф** в поле допуска конфликт отсутствует.

- 4.2. При расположении **Iф** вне поля допуска:

5. Расчет **Zi мин, Zi ф, Zi пер, Ti пер**.

- 6.1 При возможности достижения **Юпт** за счет использования собственных ресурсов и методов адаптивности локальной системы, конфликт исчерпан [3].

- 6.2. При невозможности реализации (пп.6.1) – моделирование эффективных вариантов с кооперацией ресурсов **I, J** и других сторон.

#### Моделирование эффективных решений

Центральным вопросом моделирования становится оценка эффекта эмерджентности. Эмерджентность является одним из ключевых понятий теории и практики организации и

управления производственными, социально-экономическими, общественными и другими сложными системами. Эмерджентность свидетельствует о наличии у системы целостности (эмерджентных свойств), т.е. таких, которые не присущи составляющим её частям. При работе системы как органичного целого, она сама и её части (подсистемы) адаптируются. Они претерпевают качественные изменения, так что некоторая часть целостной системы становится не тождественна аналогичной, взятой изолированно. Всякий эффект их взаимосвязи при достижении общих интересов, не аддитивный по отношению к локальным эффектам, можно рассматривать как проявление эмерджентности. При этом свойства целого, как правило, не выводятся из свойств его составляющих.

В центре рис.1 представлена схема расчета эффекта эмерджентности при кооперации **I** и **J**, связанная с удовлетворением интересов каждого и достижением системного результата. При решении проблемы имеют место два варианта.

**Первый** связан с тем, что как доказано в [1] на поверхности совокупных затрат **abcd** в границах допуска **mnik** находится **P** - область близкого расположения кривых типа **Zi** и **Zj**. Область **P** характеризует взаимодействие сторон и результаты поиска. Эффект эмерджентности по затратам  $\Delta z$  определяется разностью между параметрами локальной оптимизации (**Zi мин + Zj мин**) и суммой их минимальных величин в **P**. Проекцией из **P** на горизонтальную плоскость и далее на оси **I** и **J**, определяют новые значения каждого (**Ik** и **Jk**) в пределах локальных допусков. Это системные оценки, возникшие в результате доказательного подтверждения эффективности взаимодействия сторон по разрешению конфликта.

Получить такое решение по достижению оптимальных целей **Юпт** и **Юпт**, сторонам удается только в процессе кооперации их ресурсами (финансовыми, материальными, организационными и др.). Рассмотренные решения, когда оптимальные цели планируются в границах локальных допусков с эффектом эмерджентности равным  $\Delta z$ , следует расценивать как компромисс (пп. 6.2.1) – результат успешный для каждой из сторон конфликта.

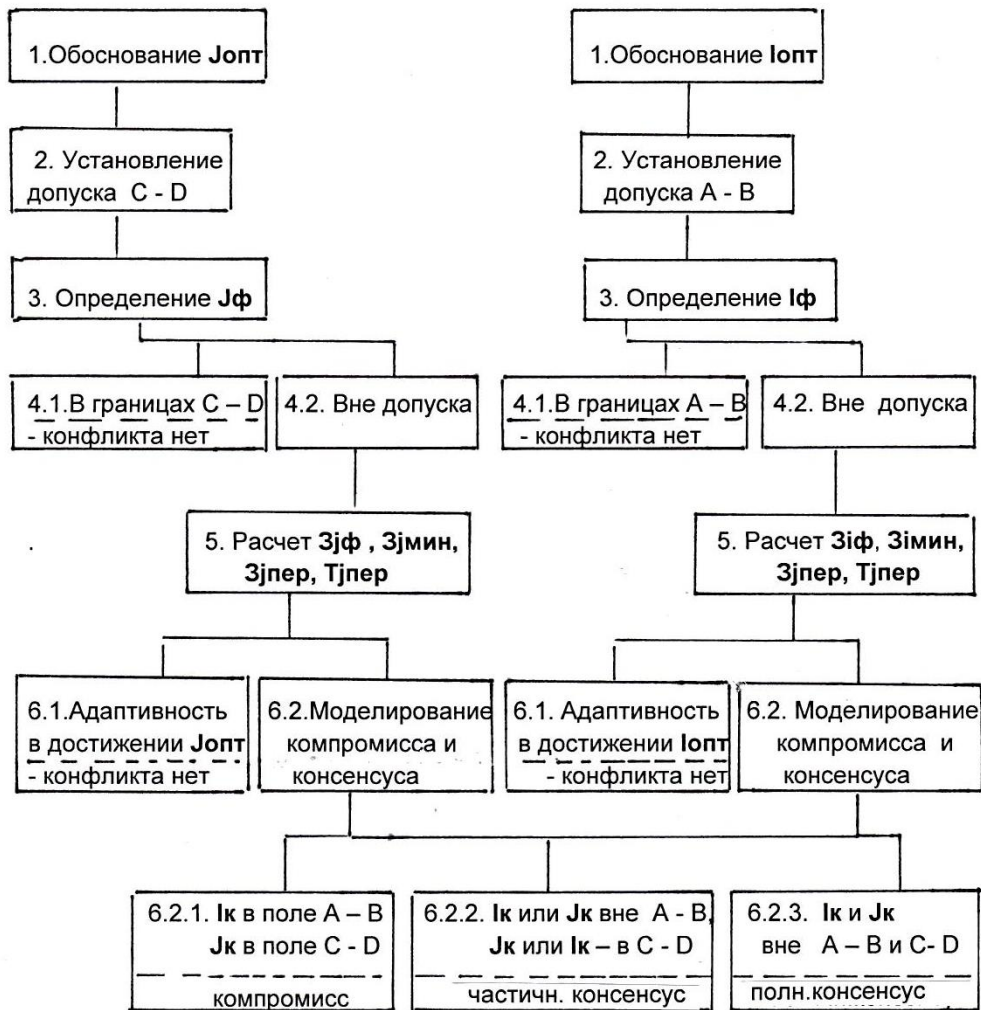


Рис. 2. Алгоритм принятия решения по компромиссу и консенсусу  
 Fig. 2. Decision algorithm for compromise and consensus

**Второй вариант.** Область **H** - близкого расположения кривых **Zi** и **Zj**, формирующую поверхность совокупных затрат **abcd**, находится за пределами допуска **mnik**. При этом эффект эмерджентности по затратам  $\Delta z$  определяется разностью уже между (**Ziмин** + **Zjмин**) и суммой их минимальных величин в **H**. Проекцией из **H** на горизонтальную плоскость и далее на оси **I** и **J** определяют новые системные значения **Iк** и **Jк**.

Поле допуска устанавливается по согласию сторон на начальном этапе переговоров о взаимных уступках для достижения поставленных целей или рассчитывается при локальной оптимизации показателей. При втором варианте устранение конфликта реализуется в двух направлениях.

Первое направление. В рассматриваемом контексте, согласованной целью каждой стороны

становится моделирование эффекта эмерджентности  $\Delta z$ , а также обоснование показателей **Iк** и **Jк**, одно из которых располагается вне границ локального допуска. В итоге эмерджентного поиска разрешения конфликта, реализуемого путем согласования и взаимных уступок, имеет место смещение **Iопт** за пределы допуска **A - B** (или **Jопт** за границы **C - D**). Такой вариант эффективного решения в целом, связанный с переходом от **Iопт** к **Iк**, учетом затрат и времени перехода хотя бы для одной стороны конфликта и сохранения **Jк** в допуске **Jопт** для другой, следует рассматривать как частичный компромисс (пп.6.2.2). Графически этап решения показан на рис.1. При этом сторона (**J**) рассматривает результат как успех, а сторона (**I**) как победу.

Второе направление. Эмерджентное решение по устранению конфликта определяется позициями сторон и расположением **Ik** и **Jk** за границами каждого из локальных допусков **A-B** и **C-D**. Результат, который характеризуется переходом от **Юпт** к **Ik** и от **Юпт** к **Jk**, связан с обоснованием новых значений **Zi мин** и **Zj мин**, дополнительных **Zпер** и временем **Tпер** [1, 3]. Это направление следует классифицировать как достижение полного консенсуса и победа каждой из сторон.

Таким образом, заключительная часть алгоритма принятия решений (рис.2) фиксирует, что :

6.2.1. При нахождении показателей **Ik** в поле **A-B** и **Jk** в поле **C-D** имеет место компромисс.

6.2.2. При расположении показателя хотя бы одной стороны конфликта в границах допуска, а другой за его пределами – имеет место частичный консенсус.

6.2.3. При нахождении показателей конфликтующих сторон (**Ik** и **Jk**), за пределами границ допусков – имеет место полный консенсус.

Если реализация п. 6.1 ориентирована на стимулирование достижения цели (планируемых результатов) за счет локальной адаптивности сторон, то шаги п. 6.2 связаны с оценками уровня конфликта системы и моделированием вариантов их более эффективного развития.

Из рассмотренного контекста следует вывод о принципиальном различии между компромиссом и консенсусом, достигаемым с учетом эмерджентности.

**Компромисс** - это эффективное разрешение конфликтной ситуации сторон, при которой планируемые показатели их целей находятся в пределах установленных локальных допусков.

**Частичный консенсус** – преодоление конфликта и достижение согласия при нахождении показателей цели хотя бы одной стороны за границами локального допуска.

**Полный консенсус** – прорыв в преодолении серьезных противоречий и достижение общего согласия сторон, цели которых находятся за границами допусков.

Как отмечалось, обоснование размеров допуска для **I** и **J** становится необходимой предпосылкой разрешения конфликта. Уровень его результативности по планируемым целям ( $\Delta c$ ) и затратам ( $\Delta z$ ) определяется:

$$\Delta c = / I_k - Юпт / : Юпт \quad (1)$$

$$\Delta z = / Z_k - Z_{мин} / : Z_{мин} \quad (2)$$

Ожидаемая полезность данных по  $\Delta c$  и  $\Delta z$  связана с возможностью их использования в оценке результатов и принятии решений. Анализ итогов разрешения конфликтов с учетом формул (1) и (2), позволяет перейти от качественного описания вида ”лучше - хуже “или “больше - меньше“, к его количественно определенному качеству, что значительно важнее. В использовании  $\Delta c$  и  $\Delta z$  для оценки результатов заключается их ожидаемая полезность – то, что нужно для принятия решений по разрешению конфликтов.

Показатели компромисса и консенсуса позволяют с общих позиций сравнивать затраты и результаты развития разных систем, оценивать конфликт, обосновывать дополнительный эффект перехода от компромисса к частичному и далее к полному консенсусу, управлять его изменением на базе итерационного моделирования и др.

Разрешение конфликтных ситуаций включает последовательность шагов, которая приводит к определенному прорыву в решении проблемы. Эконометрика, дополненная графикой, позволяет связать воедино локальный поиск с системными результатами по обоснованию компромисса и консенсуса. Оценка их уровня на каждом шаге, в конечном счете, отражает расходы по устранению конфликта в целях достижения более эффективного варианта развития.

#### Реализация

Концепция обоснования вариантов успешного компромисса и консенсуса в производстве машин и приборов была реализована в представленной выше последовательности. Расчеты выполнены на основе разработанного и внедренного в практику предприятий комплекса экономико-математических моделей развития организации серийного производства [1, 4].

Различают две граничные формы специализации участков производства: функциональную и предметную. Первая – технологическая – по видам работ. Вторая - по видам продукции. Рост сложности продукции, расширение номенклатуры, снижение её серийности, сокращение экономических циклов жизни изделий, замена оборудования и др. показали, что в изменившихся условиях технологическая форма специализации подразделений ведет к росту потерь. Они обусловлены непропорциональным развитием межучастковой кооперации, увеличе-

нием числа переналадок, длительности производственного цикла, стоимости складских запасов, сложности управления и др. В условиях нарастающей динамики развития отрасли [5], для повышения серийности работы подразделений, снижения затрат, широкого внедрения групповых процессов, типовой технологии, модернизации производства, увеличения его гибкости и др., необходим качественный прорыв на основе обоснованного уровня предметной специализации участков и цехов.

В рассматриваемом контексте разрешение конфликта между участками связано с доказательным изменением уровня их предметной замкнутости, поиском лучшего (оптимального) варианта их целевой организации в рамках цехов, преодолением предубеждения персонала в необходимости перехода к новому и др. Обоснование нуждается в количественном подтверждении эффективности организационной перестройки при корректировке программы выпуска, её структуры и др.

Специализация подразделений при переходе от технологической к предметной обуславливает изменение параметров продукции и ключевого показателя организации производства - коэффициента закрепления операций **Кзо**, который показывает число переналадок, приходящееся в среднем на одно рабочее место участка за месяц. Так, при  $K_{zo}=22$  и 22-х рабочих смен в месяце, переналадки ежедневно.

Серийность оценивается [2, 4]:

$1 < K_{zo} \leq 10$  для крупносерийного производства

$10 < K_{zo} \leq 20$  для среднесерийного производства

$20 < K_{zo} \leq 40$  для мелкосерийного производства

Показатель частоты смены работ (**Кзо**) – ключевой, функционально связанный с размерами партий обработки, переналадками рабочих мест, их простоями, обслуживанием, стоимостью незавершенного производства, загрузкой оборудования, площадей и др. Важнейшим шагом является переход от использования **Кзо**, как показателя только отражающего состояние действующего производства, к управляющему (**Кзо опт**) в моделях планирования более эффективного развития организации. Такие модели, направленные на повышение серийности произ-

водства в диапазоне  $1 \leq K_{zo} \leq 40$ , разработаны и используются с 80-х по настоящее время [4, 6].

В процессе обоснования вариантов развития конфликт между участками внутри цеха возникает тогда, когда изменение объема, номенклатуры и другие факторы обуславливают дисбаланс ресурсов и появление трудностей выполнения программы [7]. Для их преодоления проводится комплекс расчетов по модели обоснования эффективных вариантов (рис. 1). Они содержат:

- определение уровня конфликта по алгоритму (рис.2 ),

- итеративное моделирование для перехода от компромисса к частичному и полному консенсусу.

- обоснование календарно-плановых и других видов организационных нормативов для достижения, поддержания и корректировки показателей производства [1, 4].

Модель включает 16 параметров-аргументов. Локальные результаты определяются расчетом **Кзо опт** каждого участка. Системные – с учетом эмерджентности. Для внедрения в рамках цехов наиболее эффективных (оптимальных) вариантов конструктивно-технологического подобию продукции и организации работы необходим анализ результатов по:

- адаптивности участков для достижения локального оптимума ключевого показателя **Кзо**;

- взаимодействию участков в рамках цеха с учетом изменения предметной замкнутости, **Кзо**, межучастковых связей, загрузки оборудования, площадей, объема незавершенного производства, ресурсов цеха и др.;

- эффективности продвижения от компромисса к консенсусу (от успеха к победе).

Результаты расчетов по многим участкам механообработки серийного приборостроения (рис.3) подтверждают, что рост результативности по планируемым целям  $\Delta c$  ведет к сокращению производственных затрат  $\Delta z$ . Корреляция между  $\Delta c$  и  $\Delta z$  показывает наличие трех зон: левой нижней, средней и правой верхней. Имеет место медленное нарастание эффекта в левой (компромисс), стабильно быстрое в средней (частичный консенсус ) и замедление в правой (полный консенсус). Порядка 15% рассматриваемых конфликтов разрешалось на уровне компромисса, 65 % - частичного консенсуса и 20% на уровне полного.

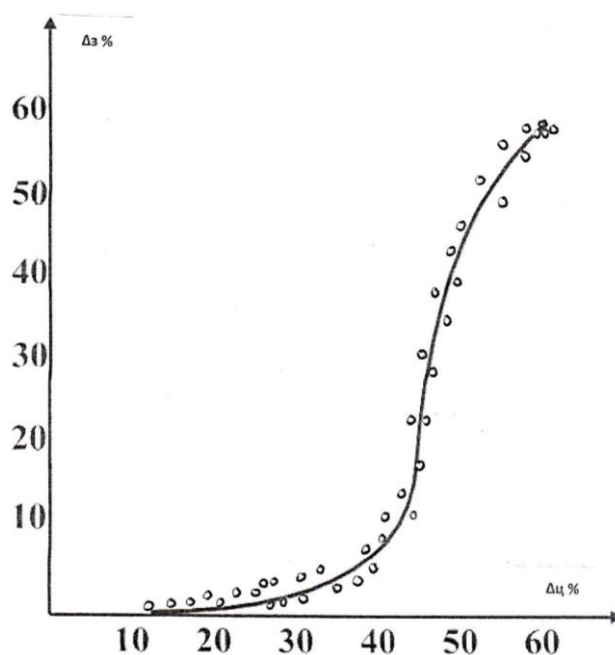


Рис. 3. Корреляция между  $\Delta c$  и  $\Delta z$   
 Fig. 3. The correlation between  $\Delta c$  and  $\Delta z$

Использование оценочных показателей конфликта как управляющих, движение от компромисса к частичному консенсусу и полному, обусловлено определенными усилиями сторон, затратами **Зпер** и временем **Тпер.**, что создает условия более эффективного развития организации производства.

#### Заключение

1. Результаты успешного снижения конфликтов и графическая интерпретация задачи способствуют продвижению от дескриптивных моделей к расчетным в системах, развитие которых тесно связано с динамикой ключевых показателей.

2. Между понятиями компромисса и консенсуса имеется принципиальное различие, которое обусловлено, прежде всего, областью концентрации результатов разрешения конфликтов.

3. Для объективной сопоставимости результатов, цели конфликтующих сторон необходимо сбалансировать путем расчетов локальных оптимумов и границ допусков.

4. Оценка взаимодействия сторон конфликта, при которой результаты моделирования с учетом эффекта эмерджентности находится в границах заранее определенных допусков, следует классифицировать как компромисс.

5. Полученные с учетом эмерджентности результаты, которые располагаются за пределами

допусков, следует относить к консенсусу (частичному или полному).

6. Представленная модель открывает возможности рассмотрения более чем двух сторон конфликта и применения методов квалиметрии для перехода к интегральным оценкам.

7. Использование рассматриваемой методики для оценки и управления развитием организации производства, может представлять интерес для Канады, России, США и других стран.

#### Библиографический список

1. Сатановский Р. Л. Методы снижения производственных потерь. М. Экономика. 1988. 302 с.

2. Туровец О. Г., Родионов В.Б. и др. Организация производства и управление предприятием. Инфра-М, 2013, 505 с.

3. Сатановский Р.Л. К вопросу моделирования эффективной организации производства продуктов // Вестник Дома Ученых Хайфы. 2016. Т.36. С. 63 – 68.

4. Методические указания. ЕСТПП. Выбор оптимальной величины коэффициента закрепления операций (**Кзо опт**) для предприятий машино- и приборостроения. РД 50-174-80. М. ГОССТАНДАРТ. 1980. 23 с.

5. Кобзев В.В., Измайлов М.К. Состояние машиностроительного комплекса, проблемы и особенности воспроизводства основных фондов // Организатор производства. 2017. № 1. С.69 - 83

6. Ovsyannikov V. Definition of optimum factor of fastening of operations. The bulletin of KuzSTU, 2012, № 2, p. 75 -76

7. Khrissanoff S. Economic – dynamics. Friessen Press. 2013.624 p.

Поступила в редакцию – 10 мая 2018 г.

Принята в печать – 15 июня 2018 г.

### References

1. Satanovski R. L. (1988). Methods of reducing production losses. Moscow. Economics, 302 p.

2. Turovets O.G., Rodionov V.B. (2013). Organization of production and enterprise management. Infra-Moscow, 505 p.

3. Satanovski R.L. (2016). On the issue of modeling the effective organization of production of products. *Vestnik Doma Uchenyh Haify* = Bulletin of House of Scientists Haifa, 36, 63 - 68.

4. Methodical instructions. ESTCP. Choice of the optimal value of the fastening coefficient for ( Kzo opt ) operations for machine-building and instrument-making enterprises. RD 50-174-80. Moscow. GOSSTANDART. 1980. 23 p.

5. Kobzev V.V., Izmailov M.K. (2017). The state of the machine-building complex, problems and peculiarities of the reproduction of fixed assets. *Organizator proizvodstva* = Organizer of production, 1, 69 – 83.

6. Ovsyannikov V. Definition of optimum factor of fastening of operations. The bulletin of KuzSTU, 2012, № 2, p. 75 -76

7. Khrissanoff S. Economic – dynamics. Friessen Press. 2013.624 p.

Received – 10 May 2018.

Accepted for publication – 15 June 2018.



# ПРАКТИКА ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА

DOI: 10.25065/1810-4894-2018-26-2-17-29

УДК 658.5.011

## РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ОПЕРАТИВНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПЛАНИРОВАНИЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ С ПОМОЩЬЮ «ЖАДНОГО» И ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМОВ

**П.А. Аркин, Н.В. Муханова**

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

**Б.А. Овчар**

*Открытое акционерное общество «ЛЕНПОЛИГРАФМАШ»  
Россия, 197376, Санкт-Петербург, наб. реки Карповки, 5*

**Введение.** Данная статья посвящена решению задачи оперативно-производственного планирования на машиностроительном предприятии Санкт-Петербурга, на основе построения математической модели с учетом применения «жадного» и генетического алгоритмов. Решение задачи оперативно-календарного планирования актуально, поскольку существующая ситуация «ручного» планирования обладает большим количеством недостатков и ограничивает прослеживаемость производственных процессов.

**Данные и методы.** Построена математическая модель, описывающая реальные производственные процессы машиностроительного предприятия. Модель имеет ряд допущений для уменьшения вычислительной сложности рассматриваемой задачи. В качестве целевой функции в модели выбрана минимизация длительности выполнения производственной программы. Для решения задачи предложены два алгоритма: «жадный» и генетический.

**Полученные результаты.** Апробация предложенной модели и алгоритмов производилась на разных производственных программах машиностроительного предприятия, различающихся сложностью изготавливаемых изделий. Было проведено сравнение с алгоритмами, используемыми на предприятии в настоящее время. На задачах небольшой размерности алгоритмы дают схожий результат, на задачах большой размерности решения получаются лучше на 20-25%.

**Заключение.** Разработанные методы могут быть использованы для внедрения в системы оперативно-производственного планирования и управления на предприятии, позволят эффективнее организовать оперативно-производственное планирование и сделают процесс принятия решений более гибким и оперативным, повысят качество принимаемых решений

**Ключевые слова:** оперативно-производственное планирование производства, математическое моделирование, «жадный» алгоритм, генетический алгоритм, управление машиностроительным предприятием

### Для цитирования:

Аркин П.А., Муханова Н.В., Овчар Б.А. Решение задачи оперативно-производственного планирования машиностроительного предприятия с помощью «жадного» и генетического алгоритмов // Организатор производства. 2018. Т. 26. №2. С. 17-29. DOI: 10.25065/1810-4894-2018-26-2-17-29

---

### Сведения об авторах:

**Павел Александрович Аркин** (д-р экон. наук, [arkin1969@mail.ru](mailto:arkin1969@mail.ru)), профессор кафедры Процессы управления наукоемкими производствами.

**Наталья Викторовна Муханова** (канд. экон. наук, [nmukhanova@spbstu.ru](mailto:nmukhanova@spbstu.ru)), доцент Высшей школы промышленного менеджмента и экономики.

**Богдан Андреевич Овчар** ([ovcharb@gmail.com](mailto:ovcharb@gmail.com)), инженер по планированию производства ОАО «ЛЕНПОЛИГРАФМАШ».

### On authors:

**Pavel A. Arkin** (Dr. Sci. (Economy), [arkin1969@mail.ru](mailto:arkin1969@mail.ru)), Professor at the Department Management Processes of High-Tech Industries.

**Natalya V. Mukhanova** (Cand. Sci. (Economy), [nmukhanova@spbstu.ru](mailto:nmukhanova@spbstu.ru)), Assistant Professor of Graduate School of Industrial Management and Economics.

**Bogdan A. Ovchar** ([ovcharb@gmail.com](mailto:ovcharb@gmail.com)), Production Planning Engineer PLC «LENPOLIGRAPHMACH».

**SOLVING THE PROBLEM OF OPERATIONAL-PRODUCTION PLANNING  
OF A MACHINE-BUILDING MANUFACTURING COMPANY WITH THE HELP  
OF GREEDY AND GENETIC ALGORITHMS**

**P.A. Arkin, N.V. Mukhanova**

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

**B.A. Ovchar**

Public limited company «LENPOLIGRAPHMASH»  
5, nab. reki Karpovki, St. Petersburg, 197376, Russia

**Introduction.** The article is dedicated to present a solution of production planning and scheduling at machine-building manufacturing company in St. Petersburg, based on construction of a mathematical model, considering the application of greedy and genetic algorithms. This problem is critically important because nowadays situation with «manual» planning has a lot of problems in it and also it reduces traceability of production processes.

**Data and Methods.** The mathematical model describing real production processes of machine-building manufacturing company has been constructed. The model has several assumptions to reduce the computational complexity of the problem under consideration. As the objective in the model is the minimization of the duration of the production program execution (makespan) is chosen. To solve the problem, two algorithms are proposed: greedy and genetic.

**Results.** Approbation of the proposed mathematical model and algorithms was carried out on different production programs of the machine-building manufacturing company, which differ in complexity of the products manufactured. A comparison was made with the algorithms used in the production planning now. On small sized problems algorithms give a similar result, on problems of large dimension solutions are obtained better by 20-25%.

**Conclusion.** The developed methods can be used for implementation into operational planning and management systems at the company, it will allow to organize operational and production planning more efficiently and will make the decision-making process more flexible and efficient, improve the quality of decisions made

**Key words:** operational production planning and scheduling, mathematical modeling, greedy algorithm, genetic algorithm, management of machine-building manufacturing company

**For citation:**

Arkin P.A., Mukhanova N.V., Ovchar B.A. (2018). Solving the problem of operational-production planning of a machine-building manufacturing company with the help of greedy and genetic algorithms. *Organizator proizvodstva* = Organizer of Production, 26(2), 17-29. DOI: 10.25065/1810-4894-2018-26-2-17-29 (in Russian)

**Введение (Introduction)**

В настоящее время все отрасли промышленности встречают новую эру развития, предполагающую множество фундаментальных изменений. Конечные пользователи все чаще хотят видеть индивидуальные продукты, и в то же время жизненные циклы продуктов становятся все короче. Кроме того, негативное воздействие промышленности на окружающую среду становится все более серьезным и остро встает вопрос о снижении потребления природ-

ных ресурсов. Следовательно, необходимо создавать более гибкие, адаптивные, надежные, быстрые и эффективные системы управления производством [1]. Предприятия машиностроения также попадают под влияние общего тренда развития и должны научиться справляться с увеличением сложности изделий, сокращением времени разработки, вывода новых изделий на рынок и их производства, а также уменьшением затрат [2].

В качестве ответа на эти и другие проблемы выступает четвертая промышленная революция, одной из начальных ступеней которой можно считать внедрение интернета вещей и услуг в производственной среде – «Индустрию 4.0». «Индустрия 4.0» означает глубокую трансформацию для всей промышленности и «умные» фабрики будут одной из ключевых направлений развития. «Умные» фабрики представляют собой системы комплексных технологических решений, обеспечивающих изготовление продукции от заготовки до готового изделия по цене серийного производства, а также гибкое производство и массовую кастомизацию [3]. Главной особенностью является то, что они должны управлять постоянно возрастающей сложностью работы промышленных предприятий и в то же время быть более гибкими, надежными и экологичными. Для выполнения данных требований предполагается организация управлением физическими объектами в информационных системах, таких как MES и ERP [4].

Системы MES предназначены для диспетчеризации и оперативно-производственного планирования. Однако функционал оперативно-производственного планирования на множестве предприятий в системе MES используется слабо и большая часть работы, связанной с процессом планирования, выполняется вручную и основывается на опыте и знаниях сотрудников предприятия. Тем не менее, цифровизация процессов планирования важна не только для внедрения систем MES, но и для полноценного перехода к «Индустрии 4.0».

Вследствие этого в данной работе анализируется процесс оперативно-производственного планирования на одном из ведущих машиностроительных предприятий города Санкт-Петербург – ОАО «ЛЕНПОЛИГРАФМАШ».

Планирование операций является одним из наиболее важных вопросов оперативно-производственного планирования и управления производственными процессами [5]. Поиск наилучшего графика может быть как простым, так и очень сложным, в зависимости от типа производства, ограничений и показателей производительности [6]. Проблема планирования операций существует в различных областях, таких как: оперативно-производственное планирование, производственная и транспортная логистика, управление цепочками поставок,

управление проектами, гибкие системы производства [7]. Общая черта многих из этих проблем – отсутствие эффективных алгоритмов нахождения оптимального решения за полиномиально ограниченное время, в соответствии с размером задачи.

Таким образом, целью работы является разработка модели и алгоритмов, которые позволят эффективнее организовать оперативно-производственное планирование на предприятии и сделают процесс принятия управленческих решений более гибким и оперативным. Для достижения поставленной цели в работе предполагается описать производственную систему машиностроительного производства с помощью математической модели, разработать алгоритмы оперативно-производственного планирования, провести их апробацию на производстве и сравнить с текущими алгоритмами, используемыми на производстве.

### Теория (Theory)

В задаче оперативно-производственного планирования или многостадийной задаче теории расписаний может быть условно выделено пять классов подзадач: «один рабочий центр (РЦ)» (*single machine*), «параллельные РЦ» (*parallel machine*), «открытая линия» (*open shop*), «поточковая линия» (*flow shop*), «рабочий цех» (*job shop*). [6] Задача «рабочий цех» является наиболее широко распространённой на практике, особенно в отраслях дискретного производства и заключается в нахождении оптимальной последовательности выполнения определенного набора работ на заданном наборе рабочих центров. Каждая работа состоит из некоторого количества операций, которые должны выполняться в заданном порядке. Каждая операция соответственно связана с определенной работой, рабочим центром и имеет все необходимое для ее выполнения. У данного класса задач есть расширение – *flexible job shop (FJS)*. Его особенность заключается в гибкости производственной системы, где операция может выполняться на разных РЦ или один РЦ может выполнять разные операции [8]. В первом случае это достигается наличием идентичных машин, а во втором – использованием высокотехнологичных универсальных РЦ. Данный класс задач наиболее схож с задачами реального промышленного предприятия, и рассматриваемая в работе произ-

водственная система наилучшим образом подходит под описание.

Данный класс задач относится к NP-полным, он является одним из самых трудных задач теории расписаний с точки зрения вычислительной сложности. Поэтому он представляет большой интерес для исследователей, и существует большое количество разнообразных подходов к решению проблемы. В последних обзорных исследованиях [9,10,11] представлен анализ большинства существующих подходов.

Методы решения задач оперативно-производственного планирования образуют два класса: точные и эвристические методы. Эти классы могут быть классифицированы далее, как стохастические и детерминированные. Точные методы гарантируют нахождение оптимального решения, если оно существует, и, как правило, представляют некоторые показатели, если точное решение невозможно найти. Эвристические методы не гарантируют нахождение точного решения, но обычно обеспечивают определенную степень оптимальности в своих решениях. Стохастические методы включают вероятностные операции, поэтому они могут никогда не работать одинаково дважды по одной задаче, но в то же время два разных запуска могут привести к одинаковому решению. Детерминированные методы работают одинаково каждый раз при решении задачи планирования.

Среди наиболее распространенных методов решения задач оперативно-производственного планирования (ОПП) можно выделить следующие: математические модели, приводящие к оптимальному решению, эвристические методы, мета-эвристические методы, гибридные методы, моделирование, экспертные системы, правила приоритетов, поиск по окрестности, методы локального поиска, искусственные нейронные сети. Существует множество гибридных методов, которые сочетают характеристики разных классов и являются наиболее частым выбором исследователей задач ОПП класса FJS [10].

В рамках данной работы для решения задачи оперативно-производственного планирования были выбраны два метода: «жадные» алгоритмы и генетические. Далее представлен краткий обзор исследований, связанный именно с этими методами.

«Жадные» алгоритмы существуют достаточно давно, но по-прежнему вызывают интерес у исследователей [11,12,13].

Среди значимых работ по изучению генетических алгоритмов можно отметить [14]. Дэвис был первым, кто использовал генетические алгоритмы для решения задачи планирования производства и формировал предпочтительную последовательность операций для каждого РЦ. В [15] улучшили генетику, кодируя все операции каждого РЦ как предпочтительную последовательность символов. Авторы [16] провели сравнение генетического алгоритма с алгоритмом имитации отжига и продемонстрировали, что первый эффективнее. Как отмечено в [10] генетические алгоритмы применяются чаще всего среди исследований, не использующих гибридные методы.

«Жадные» и генетические алгоритмы использовали для решения задач оперативно-производственного планирования на различных оперирующих системах и их популярность обусловлена качеством получаемых результатов. Соответственно, использование в исследовании «жадных» и генетических алгоритмов является одним из наилучших решений для оперативно-производственного планирования, как с точки зрения их эффективности результатов на реальных задачах, так и с точки зрения возможности реализации.

### **Модель (Model)**

Математическая модель оперативно-производственного планирования производства сильно зависит от особенностей рассматриваемой производственной системы и постановки задачи [17].

Задача может быть сформулирована следующим образом: заказ на производство состоит из конечного числа работ – деталей и сборочных единиц (ДСЕ), которые необходимо изготовить на имеющихся рабочих центрах (РЦ). РЦ объединяются по различным признакам в группы заменяемости. Изготовление каждой ДСЕ состоит из строгой последовательности технологических операций, каждая из которых может быть произведена на одном из РЦ соответствующей группы. Часть ДСЕ доступна к изготовлению в момент времени 0 – те ДСЕ, что не являются сборками и не требуют других ДСЕ для изготовления. РЦ могут обрабатывать только один тип ДСЕ одновременно. Изготовление ДСЕ на РЦ не прерывается после начала обработки. В

рассматриваемой модели время транспортировки ДСЕ между операциями не учитывается. Время подготовительно-заключительное постоянно и не зависит от выбранного РЦ из группы. РЦ не выходят из строя, т.е. доступны в течение всего рабочего времени. Условия предшествования изготовления ДСЕ задаются в виде ориентированного графа. Целевой функцией является минимизация общей продолжительности изготовления всех ДСЕ в производственной программе определенного размера –  $C_{max}$ . Для более четкого понимания математической модели введем соответствующие параметры и переменные:

Индексы:

$i, h$  – индексы для ДСЕ ( $i = 1, 2, \dots, D$ ;  $h = 1, 2, \dots, D$ );

$j, g$  – индексы для операций ( $j = 1, 2, \dots, J_j$ ;  $g = 1, 2, \dots, J_g$ );

$m$  – индекс для РЦ ( $m = 1, 2, \dots, M$ );

$k$  – индекс последовательности операций, назначенных на  $m$  РЦ ( $k = 1, 2, \dots, k_m$ ).

Параметры:

$D = \{D_1, D_2, \dots, D_i\}$  – множество ДСЕ;

$M = \{M_1, M_2, \dots, M_m\}$  – множество РЦ;

$J_i$  – количество операций по  $i$ -ой ДСЕ;

$O_{ij}$  –  $j$ -ая операция над  $i$ -ой ДСЕ;

$p_{ij}$  – продолжительность выполнения  $j$ -ой операции над  $i$ -м ДСЕ, сек.;

$a_{ijm}$  – булева переменная, которая принимает значение равное 1, если  $O_{ij}$  может быть выполнена на  $m$  РЦ, 0 в противном случае;

$L$  – большое число.

Переменные:

$S_{ij}$  – момент времени начала выполнения  $O_{ij}$ , сек.;

$C_{ij}$  – момент времени окончания выполнения  $O_{ij}$ , сек.;

$C_i$  – момент времени окончания изготовления  $i$ -го ДСЕ;

$C_{max}$  – общая продолжительность изготовления всех ДСЕ, сек.;

$k_m$  – количество назначенных на  $m$ -й РЦ операций;

$SM_{mk}$  – начало рабочего времени для  $m$ -го РЦ по  $k$  очереди, сек.;

$X_{ijmk}$  – булева переменная, принимающая значение равное 1, если  $O_{ij}$  назначена на  $m$ -е РЦ на  $k$ -ое место в очереди, 0 в противном случае;

$Y_{ijm}$  – булева переменная, принимающая значение равное 1, если  $m$ -й РЦ выбран для исполнения  $O_{ij}$ , 0 в противном случае;

$Z_{hi}$  – булева переменная, принимающая значение равное 1, если  $i$ -ая ДСЕ входит в состав  $h$ , 0 в противном случае.

Математическая модель:

Целевая функция (1) минимизирует общее время изготовления всех ДСЕ.

$$C_{max} \rightarrow \min \quad (1)$$

Ограничение (2) определяет время завершения изготовления всех ДСЕ.

$$C_{max} \geq C_i, \quad \forall i \quad (2)$$

Ограничение (3) определяет время завершения изготовления каждого ДСЕ.

$$C_i \geq \max \{C_{ij}\}, \quad \forall i, j \quad (3)$$

Ограничение (4) определяет, что прерывания операций недопустимы и рассчитывает время завершения операций над ДСЕ.

$$C_{ij} = S_{ij} + p_{ij}, \quad \forall i, j \quad (4)$$

Ограничение (5) задает строгое следование технологическому процессу изготовления ДСЕ.

$$S_{ij} + p_{ij} \leq S_{ij+1}, \quad \forall i, \forall j = 1, 2, \dots, J_{j-1} \quad (5)$$

Дизъюнктивное ограничение (6), т.е. должно соблюдаться только одно ограничение. Оно означает, что операция  $O_{hg}$  не должна быть выполнена до операции  $O_{ij}$  при условии, что они выполняются на одном РЦ. Другими словами, в выполнении операций на  $j$ -м рабочем центре должна соблюдаться последовательность изготовления ДСЕ.

$$\left[ (C_{hg} - C_{ij} - p_{hg}) * x_{ijmk} * x_{hgmk} \geq 0 \right] \vee \left[ (C_{ij} - C_{hg} - p_{ij}) * x_{ijmk} * x_{hgmk} \geq 0 \right], \quad \forall (i, h), (j, g), m, k \quad (6)$$

Ограничение (7) гарантирует, что изготовление сборочных ДСЕ не начнется до изготовления входящих в них ДСЕ.

$$\min \{S_{hg}\} \geq \max \{C_{ij}\} * Z_{hi}, \quad \forall (i, h), (j, g) \quad (7)$$

Ограничение (8) заставляет каждый РЦ обрабатывать не более одного типа ДСЕ одновременно.

$$SM_{mk} + p_{ij} * X_{ijmk} \leq SM_{mk+1} \quad \forall i, j, m, k = 1, 2, \dots, k_{m-1} \quad (8)$$

Ограничения (9 и 10) определяют, что выполнение операции  $O_{ij}$  может начинаться только после того, как выбранный РЦ освободился и предыдущая операция  $O_{ij-1}$  завершена.

$$SM_{mk} \leq S_{ij} + (1 - X_{ijmk}) * L \quad \forall i, j, m, k \quad (9)$$

$$SM_{mk} + (1 - X_{ijmk}) * L \geq S_{ij} \quad \forall i, j, m, k \quad (10)$$

Ограничение (11) назначает операции на РЦ для всех ДСЕ.

$$\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^{J_i} X_{ijmk} = 1, \quad \forall m, k \quad (11)$$

Ограничение (12) определяет, что только на один РЦ из группы взаимозаменяемости назначается выполнение операции.

$$\sum_{m=1}^M Y_{ijm} = 1, \quad \forall i, j \quad (12)$$

Ограничение (13) определяет подходящий РЦ для каждой операции.

$$Y_{ijm} \leq a_{ijm} \quad \forall i, j, m \quad (13)$$

Ограничение (14) гарантирует, что выполнение операции над ДСЕ будет происходить только один раз и в одном приоритете на РЦ.

$$\sum_{k=1}^{k_m} X_{ijmk} = Y_{ijm} \quad \forall i, j, m \quad (14)$$

Ограничения (15, 16, 17) задают условия неотрицательности переменных.

$$S_{ij} \geq 0, \quad \forall i, j \quad (15)$$

$$C_{ij} \geq 0, \quad \forall i, j \quad (16)$$

$$SM_{mk} \geq 0, \quad \forall m, k \quad (17)$$

Ограничения (18,19,20) задают значения булевых переменных.

$$X_{ijmk} \in \{0,1\}, \quad \forall i, j, m, k \quad (18)$$

$$Y_{ijm} \in \{0,1\}, \quad \forall i, j, m \quad (19)$$

$$Z_{hi} \in \{0,1\}, \quad \forall i, h \quad (20)$$

В результате каждая операция каждой ДСЕ становится запланированной на конкретном РЦ, и у каждого РЦ есть последовательность назначенных операций.

### Методы (Methods)

#### «Жадный» алгоритм (Greedy Algorithm)

Для решения поставленной задачи, как уже было упомянуто ранее, были выбраны «жадный» и генетический алгоритмы. Данный выбор основывается на том, что реальные производственные задачи оперативно-производственного планирования в большинстве случаев являются NP-трудными и использование точных методов для решения таких задач не является лучшим вариантом, ввиду их вычислительной сложности и времени, необходимого для нахождения оптимального решения. Поэтому для решения реальных практических задач планирования

производства лучшим вариантом является использование эвристических алгоритмов и нахождение квазиоптимальных решений.

Первый из предлагаемых в работе методов решения задачи оперативно-производственного планирования можно отнести к «жадным» алгоритмам. «Жадные» алгоритмы относятся к классу эвристических алгоритмов. Они основываются на принципе наилучшего выбора на каждом шаге с расчетом на то, что итоговое решение будет оптимальным. Иными словами, алгоритмы основываются на предположении, что локально-оптимальные решения приведут к оптимальному решению глобальной задачи. Данная эвристическая стратегия не всегда дает оптимальное решение, но, как правило, даёт хорошее приближение.

«Жадные» алгоритмы отличаются низкой вычислительной сложностью и подходят для довольно широкого класса задач, что было одним из факторов выбора метода решения задачи планирования в данной работе.

Использование «жадного» алгоритма предполагает разбиение сложной задачи на более простые – декомпозицию. Все подходы к решению могут быть классифицированы по признаку декомпозиции на три категории: на основе работ или изделий, на основе ресурсов или РЦ и на основе событий. В работе выбран подход, основанный на событиях. Подходы, основанные на событиях, разбивают проблему до уровня операций. Эти подходы определяют, какая работа должна выполняться на РЦ на каждом уровне операции. Вместо планирования всех операций, включенных в процесс изготовления изделия сразу, как в подходах, основанных на работе, операции планируются отдельно. Конечно, последовательности между операциями в процессе изготовления ДСЕ должны быть при этом сохранены. В [18] этот тип планирования называется вертикальной загрузкой.

В подходах, основанных на событиях, считается, что время изменяется от события к событию. Рассматриваемые события – это мероприятия, которые изменяют состояние системы и требуют принятия некоторых мер. В каждом случае учитывается текущее состояние системы и предпринимаются действия, такие как запуск новой операции на РЦ. Разбивая проблему до уровня события появляется больше возможностей для применения правил, которые

определяют приоритетность обхода РЦ и выбора одновременно доступных операций. В работе было выбрано правило, согласно которому приоритетной является операция с наиболее длинным временем изготовления последующих операций в дереве изделия – длинно-цикловая операция. Далее приведен «жадный» алгоритм, который выполняется в каждый момент совершения события.

Предложенный алгоритм состоит из 3-х шагов.

Шаг 1: Обход всех рабочих центров, которые могут выполнить какую-то операцию в текущий момент времени.

Шаг 2: Выбирается любой из РЦ, у которых очередь уведомлений не пуста, то есть существуют операции, которые можно выполнить, из списка доступных этому РЦ операций в текущий момент времени. В соответствии с «жадным» критерием и правилом приоритета выбирается операция. Если количество доступных операций меньше минимума из передаточной партии и требуемого количества, то РЦ не будет их планировать. В случае удовлетворения предыдущих условий и соответствия ограничениям математической модели операция занимает место в расписании и момент завершения операции фиксируется как событие системы. Если РЦ не может взять ни одну из доступных операций, он исключается из рассмотрения до момента наступления следующего события.

Шаг 3: Выбирается следующий РЦ и повторяется шаг 2. Если ни один РЦ не может взять операцию, то происходит завершение работы алгоритма и переход к следующему событию. В момент завершения события последующие по технологическому процессу операции добавляются в множество операций к выполнению и привязываются к последующим событиям, и все РЦ, которые могут их выполнять получают уведомления о появлении новых доступных операций.

В каждый момент времени, за исключением времени  $t = 0$ , алгоритм перебирает очень небольшое количество РЦ и доступных им операций. Данный подход существенно увеличивает быстродействие алгоритма по сравнению с подходами, основанными на работах или ресурсах. При планировании производственной программы, в которой задействовано 447 РЦ, среднее число РЦ в переборе составляло 8 РЦ.

### *Генетический алгоритм (genetic algorithm)*

Генетический алгоритм является очень эффективным в контексте решения задач оперативно-производственного планирования. Генетический алгоритм основан на механизме естественной эволюции [18]. Он имитирует процессы воспроизводства и естественного отбора популяций для достижения эффективной и надежной оптимизации. Через процесс искусственных последовательных эволюций поколений находят полезные адаптации для решения проблемы. Каждое поколение состоит из популяции хромосом, также называемых индивидуумами, и каждая хромосома представляет собой допустимое решение задачи.

Первое поколение может строиться различными путями, например, они могут формироваться случайно, на основе эвристических алгоритмов или каким-то другим методом. У каждого индивидуума оценивается результат решения, который обычно основывается на значении целевой функции и выполнению ограничений для рассматриваемой задачи.

Для создания новых популяций используются такие функции генетических алгоритмов, как воспроизводство, принцип «выживания наиболее приспособленного» и генетические операции рекомбинации (кроссинговер) и мутации. Операция воспроизводства включает в себя выбор хромосомы из текущей популяции и предоставления ей возможности выжить путем копирования ее в новую популяцию. Затем из этой популяции случайно выбирается одна или две хромосомы для запуска процедур кроссинговера и мутации, с помощью которых появляются новые хромосомы потомства. Кроссинговер или скрещивание заключается в замене двух случайно расположенных субхромосом двух спаривающихся хромосом. Мутация применяется к случайно выбранным генам хромосомы, некоторые случайные гены заменяются на другие из разрешенного интервала. Функция мутации не является обязательной для работы генетики, и в предложенном в работе алгоритме она не использовалась. Популяция потомков заменяет предыдущее поколение полностью или частично, и процесс повторяется для множества поколений с целью нахождения наилучшего индивидуума, который и будет являться наилучшим решением задачи оперативно-производственного планирования. Обычно у генетических алгоритмов нет очевидного критерия остановки, особенно для

больших задач, поэтому необходимо сообщить алгоритму, когда ему остановиться. В качестве критериев остановки могут выступать: время работы алгоритма, количество поколений, количество поколений без улучшения значения целевой функции или какой-то специфический критерий для конкретной задачи.

Наиболее простое описание генетического алгоритма представлено в [19]:

1. Построить начальную популяцию.
2. Рассчитать значение целевой функции для каждого индивидуума в популяции.
3. Повторять, пока не будут достигнуты критерии остановки алгоритма.
  - 3.1. Выбрать наилучших индивидуумов для воспроизводства.
  - 3.2. Создать новую популяцию с помощью генетических операций.
  - 3.3. Оценить значение целевых функций потомков.

Предложенный в работе алгоритм имеет ряд отличий от классического генетического алгоритма. Перед запуском алгоритма задается количество особей в популяции и время работы алгоритма. Время работы алгоритма является критерием остановки. Процесс формирования начального поколения представляет собой следующую схему:

1. Формирование множества операций, которые можно выполнить, в начальный момент времени оно состоит из первых операции ДСЕ, для изготовления которых не нужны другие ДСЕ, то есть которые можно начать делать в начальный момент времени.
2. Случайно выбирается одна операция, и в качестве первого гена в хромосоме закладывается номер ДСЕ этой операции, в набор доступных операций попадает следующая операция по этой ДСЕ.
3. Для каждой ДСЕ отслеживается, необходимо ли для ее выполнения завершение других операций, так реализуется принцип последовательности изготовления. Если все операции по всем необходимым ДСЕ выполнены, в набор попадают первые операции уровня выше из дерева изделия.
4. Процесс повторяется, пока множество доступных операций не будет пустым.

Далее приведен пример формирования хромосомы на простом примере. Допустим, что у нас имеется три ДСЕ с номерами 1,2,3, при этом 3 – сборка, состоящая из 1 и 2. Для изготовления

каждой ДСЕ необходимо выполнить 2 операции. Выделим множество операций, которые мы можем запланировать. В начальный момент времени это первые операции для 1 и 2 ДСЕ, которые обозначим как 1.1 и 2.1. Случайно выбираем одну из них и в качестве гена помещаем в последовательность. При этом добавим следующую операцию и проверим не добавляются ли в множество операции других ДСЕ. Если случайно была выбрана операция 1.1, то в множество добавится операция 1.2. Далее для краткости: {множество} – операция, добавляемая в хромосому.

- {1.1, 2.1} – 1.1;
- {1.2, 2.1} – 2.1;
- {1.2, 2.2} – 1.2;
- {2.2} – 2.2;
- {3.1} – 3.1;
- {3.2} – 3.2.

Как только множество становится пустым, процедура формирования начального решения считается завершенной, в рассмотренном примере хромосома имеет вид «121233». За счет случайности мы можем получить различные решения, каждое из которых является корректным. После этого оценивается целевая функция каждого решения.

Далее рассмотрим процесс формирования нового поколения. Лучшая особь гарантированно попадает в новую популяцию без скрещивания. Иначе существует вероятность потерять лучшее решение, которое из-за скрещивания может стать хуже. Из генетических операций оставлен только кроссинговер, мутация не включена в алгоритм, так как при ее реализации увеличивается время на создание новой популяции и ухудшается качество получаемых решений за равные промежутки времени, в рамках периода в 24 часа.

Операция кроссинговера в алгоритме реализована и работает по следующей схеме: случайно выбирается два числа в промежутке от нуля до длины хромосомы, распределение равномерное и они назначаются началом и концом субхромосомы, также случайно выбирается место для вставки в хромосоме. Далее представлен пример работы операции кроссинговера. Возьмем тот же пример и предположим, что мы выбрали 2 хромосомы:

2 1 1 2 3 3 и 1 2 1 2 3 3

Во второй случайным образом выделим субхромосому – пусть это 2 1 2. Вставим ее в случайное место первой особи – 2 (2 1 2) 1 1 2 3



3. Далее проходим по последовательности, включая операции, которые мы в данный момент уже выполнили или еще не можем выполнить:

- 2 2 1 - остаётся без изменений;
- 2 - уже выполнили;
- 1 - оставляем в последовательности;
- 1 2 - уже выполнили;
- 3 3 - оставляем.

В итоге получаем новую особь: 2 2 1 1 3 3. Далее происходит оценка целевой функции – минимальное время изготовления всех ДСЕ, в рассматриваемой в работе задаче, и наилучшие особи участвуют в последующих этапах эволюционных улучшений до момента наступления критерия остановки.

### Апробация результатов исследования (Results)

Для апробации работы ранее представленных алгоритмов был реализован механизм,

способный брать необходимые данные из информационной системы «1С: MES Оперативное управление производством», которая является основной системой производственного учета на предприятии. Данный механизм позволяет использовать реальные данные: о заказах на производство, спецификациях, технологических процессах, доступных рабочих центрах, графике их работы, количеству необходимых изделий к изготовлению, входящие в них ДСЕ и применимость, штучное и подготовительно-заключительное время. Запуск алгоритмов производился по данным производства, однако с целью сохранения информации, являющейся коммерческой тайной предприятия и информации об изделиях для специальных условий эксплуатации в работе, в таблице 1 представлена переработанная информация об одном из запусков изделия.

Исходные данные для задачи оперативно-производственного планирования №1

Таблица 1

Table 1

Baseline data for operational-production planning problem №1

Наименование детали	Номер операции	Рабочие центры	Время подготовительно - заключительное, сек.	Время выполнения шт., сек.
ДСЕ №1	O <sub>11</sub>	1	1500	3
	O <sub>12</sub>	2	1500	92
	O <sub>13</sub>	3,4,5	300	10
	O <sub>14</sub>	6	1200	5
	O <sub>15</sub>	7,8,9	3900	450
ДСЕ №2	O <sub>21</sub>	10	900	1
	O <sub>22</sub>	11	0	3
	O <sub>23</sub>	12	0	1
	O <sub>24</sub>	7,8,9	2400	529
	O <sub>25</sub>	13	1500	207
	O <sub>26</sub>	7,8,9	1200	106
	O <sub>27</sub>	14,15	2400	414
	O <sub>28</sub>	3,4,5	300	92
ДСЕ №3	O <sub>31</sub>	3,4,5	300	69
	O <sub>32</sub>	7,8,9	1500	212
	O <sub>33</sub>	14,15	2400	551
	O <sub>34</sub>	3,4,5	300	184

В рассматриваемом примере предполагается производственная программа на изготовление 400 изделий ДСЕ №3. ДСЕ №1 и ДСЕ №2 входят в состав ДСЕ №3 по одной единице. На основе

исходных данных был запущен «жадный» алгоритм. Результаты запланированной производственной программы представлены на графике Ганта на рисунке.

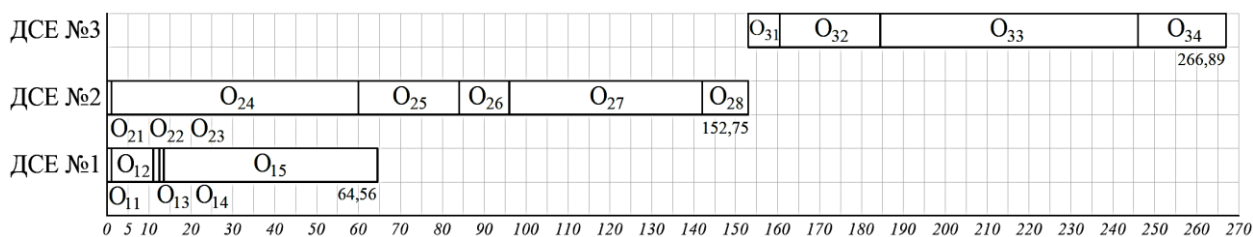


Диаграмма Гантта выполнения производственной программы №1  
Gantt chart of accomplishment of the production program №1

Для оценки качества получаемых результатов было выбрано несколько изделий различной сложности изготовления и проведено сравнение с алгоритмом реализованным в текущей версии «1С: MES Оперативное управление производством», используемой на предприятии. Используемый алгоритм можно отнести к классу «жадных» алгоритмов так же, как и первый алгоритм, представленный в данной работе, но отличительной особенностью является уровень декомпозиции. На предприятии уровнем декомпозиции алгоритма является работа или отдельное ДСЕ. Расписание разрабатывается путем планирования изготовления ДСЕ по порядку приоритетов. Все операции ДСЕ планируются одновременно. Такой подход может привести к тому, что РЦ простаивает в ожидании высокоприоритетного задания, в то время как другие ДСЕ ожидают очереди, даже если могут быть обработаны за время меньшее, чем период ожидания.

Для сравнения результатов разработанных методов решения задачи оперативно-производственного планирования с используемым на предприятии были отобраны и созданы 3 производственные программы. Первая представлена ранее с исходными данными в таблице 1, ее размерность 3x15, то есть 3 типа ДСЕ, каждая со

своим технологическим процессом, и 15 РЦ, для предприятия данная программа является небольшой по размеру. В качестве второй производственной программы выбрана квартальная программа одного из блоков основного изделия производства, размерность – 15x53. Третья производственная программа представляет собой набор ДСЕ, используемых в конечном изделии, также являющихся частью квартальной программы основного изделия, и проходящих через одни и те же РЦ, размерность задачи – 21x70. Так как в работе рассматривается статическая задача, построение расписаний производилось с условием, что все рабочие центры свободны на всем горизонте планирования и другие заказы не попадают в систему и соответственно не могут оказать влияние на сроки изготовления. Заказы планировались от одной даты, как разработанные, так и в MES для исключения возможности несоответствия сроков из-за разного количества выходных дней, сокращенных смен в предпраздничные дни. Производство работает в односменном режиме, результаты сравниваются в разрезе количества календарных дней и часов, необходимых на выполнение производственной программы. Результаты сравнения алгоритмов представлены в табл. 2.

Таблица 2  
Результаты алгоритмов по разным задачам оперативно-производственного планирования  
Table 2

Algorithms results on different operational-production planning problems

	Размерность задачи	1С: MES	«Жадный» алгоритм	Генетический алгоритм
Производственная программа №1	3x15	47 дней (267 ч.)	47 дней (267 ч.)	47 дней (267 ч.)
Производственная программа №2	15x53	67 дней (377 ч.)	67 дней (377 ч.)	67 дней (377 ч.)
Производственная программа №3	21x70	36 дней (201 ч.)	30 дней (161 ч.)	27 дней (152 ч.)

На основе полученных результатов можно сделать вывод, что разработанные алгоритмы работают правильно и могут запланировать выполнение производственной программы с той же точностью, как и текущий алгоритм, в случае если программа не очень сложная и очередей на РЦ практически не возникает. В производственной программе №3, в которой была задана более сложная с точки зрения взаимосвязей программа, разработанные алгоритмы показали результат лучше на 40 и 49 часов, что является практически 20-25 % сокращением общего времени изготовления. Таким образом, можно сделать вывод, что разработанные алгоритмы дают схожие результаты на простых задачах и лучшие результаты на более сложных.

#### **Заключение (Conclusion)**

На сегодняшний день оперативно-производственное планирование является важным и существенным механизмом эффективного управления производством. Следовательно, разработка и внедрение современных методов планирования поможет предприятиям повысить конкурентоспособность как за счет сокращения сроков изготовления, так и за счет полного контроля производства.

В данной работе рассмотрена математическая модель производственного процесса машиностроительного предприятия, выбраны наилучшие методы планирования и проведена их реализация. Представленные алгоритмы дают схожий результат с моделями, используемыми сегодня на предприятии на небольших задачах, и сокращение сроков на приблизительно 20-25 % на более сложных задачах, в примерах рассмотренных в данной работе.

В дальнейших исследованиях математическую модель планируется привести к динамическому типу, так как она предполагает возможность поступления новых заказов в систему без необходимости перепланировать всю производственную программу предприятия, а также усложнять дополнительными параметрами, как например учет загрузки оснастки и наличие материалов и комплектующих на складе. С точки зрения методов решения – будут рассмотрены другие метаэвристические методы решения и правила приоритетов.

#### **Библиографический список**

1. Куприяновский В.П., Добрынин А.П., Сянгов С.А., Намиот Д.Е., Уткин Н.А. Трансформация промышленности в цифровой экономике – экосистема и жизненный цикл // *International Journal of Open Information Technologies*. 2017. Т. 5, № 1. С. 34-49.
2. Ингеманссон А.Р. Актуальность внедрения концепции «индустрия 4.0» в современное машиностроительное производство // *Научно-технические технологии в машиностроении*. 2016. Т. 1, № 7. С. 45-48.
3. Боровков А.И., Клявин О.И., Марусева В.М. и др. Цифровая фабрика (Digital Factory) Института передовых производственных технологий СПбПУ // *Трамплин к успеху [корпоративный журнал дивизиона «Двигатели для гражданской авиации» АО «ОДК»]*. 2016. № 7. С. 11—13.
4. Wang S., Wan J., Li D., Zhang C. Implementing smart factory of Industrie 4.0: An outlook // *International Journal of Distributed Sensor Networks*, 2016. vol. 12. no. 1. pp 1-10.
5. Шнитин Ю.В., Левенцов В.А. Имитационное моделирование календарных графиков производства // *Экономика и промышленная политика России. Труды III международной научно-практической конференции*. 2004. С. 261-267.
6. Pinedo M.L. *Scheduling. Theory, Algorithms and Systems*. – Springer International Publishing. 5th edition. 2016. – 670 pg.
7. Левенцов В.А. Модели и инструментальные средства составления календарных расписаний работы механообработывающих цехов: диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Санкт-Петербургский политехнический университет. Санкт-Петербург, 2007.
8. Wojakowski P., Warzolek D. Research Study of State-of-the-Art Algorithms for Flexible Job-Shop Scheduling Problem // *Technical Transactions, Mechanics*, 2013. Vol. 1-M. 381-388. URL: <http://www.ejournals.eu/pliki/art/2338> (дата обращения: 01.04.2018)
9. Lal V., Deva Durai C. A. A Survey on Various Optimization Techniques with Respect to Flexible Job Shop Scheduling // *International Journal of Scientific and Research Publications*. 2014. vol. 4. issue 2. pp. 359-365. URL:

<http://www.ijsrp.org/research-paper-0214/ijsrp-p2659.pdf> (дата обращения: 01.04.2018)

10. Chaudhry I.A., Khan A.A. A research survey: review of flexible job shop scheduling techniques // *International Transactions In Operational Research*. 2015. vol. 23. issue 3. pp. 551-591.

11. Arroyo J.E.C., Leung J.Y., An effective iterated greedy algorithm for scheduling unrelated parallel batch machines with non-identical capacities and unequal ready times. // *Computers and Industrial Engineering*. 2017. vol. 105. pp. 84-100.

12. Che A., Zeng Y., Lyu K. An efficient greedy insertion heuristic for energy conscious single machine scheduling problem under time-of-use electricity tariffs // *Journal of Cleaner Production*. 2016. vol. 129. pp. 565-577.

13. Belaid R., T'kindt V., Esswein C. Scheduling batches in flowshop with limited buffers in the shampoo industry. // *European Journal of Operational Research*. 2012. vol. 223. pp. 560-572.

14. Davis L. Job shop scheduling with genetic algorithms // *Proceedings of the 1st International*

*Conference on Genetic Algorithms*. 1985. pp. 136-140.

15. Falkenauer E., Bouffouix S. A genetic algorithm for job shop. // In *IEEE international conference on robotics and automation*. 1991. pp. 824–829.

16. Vollmann T.E., Berry W.L., Whybark D.C., *Manufacturing Planning and Control Systems*. – Irwin/McGraw-Hill. 4th edition. 1997. – 836 pg.

17. Левенцов В.А., Шнитин Ю.В. Имитационная модель составления календарных расписаний // *Научно-технические ведомости СПбПУ. Естественные и инженерные науки*. 2006. №4(46). С. 325-331.

18. Goldberg D.E. *Genetic Algorithms in Search, Optimization, and Machine Learning*. – Addison-Wesley. 1989. – 432 pg.

19. Ahmad R., Bath P. A. The Use of Cox Regression and Genetic Algorithm (CoRGA) for Identifying Risk Factors for Mortality in Older People. // *Health Informatics Journal*. 2004. vol. 10. pp. 221-236.

Поступила в редакцию – 4 мая 2018 г.

Принята в печать – 15 июня 2018 г.

## References

1. Kupriyanovskij V.P., Dobrynin A.P., Sinyagov S.A., Namiot D.E., Utkin N.A. Transformation of industry in the digital economy - the ecosystem and the life cycle // *International Journal of Open Information Technologies*. 2017. T. 5, № 1. 34-49. (In Russ.)

2. Ingemansson A.R. The urgency of the introduction of the concept of "industry 4.0" in modern machine-building production // *Naukoyomkie tekhnologii v mashinostroenii* = Science intensive technologies in mechanical engineering. 2016. T. 1, № 7. 45-48. (In Russ.)

3. Borovkov A.I., Klyavin O.I., Maruseva V.M. and others Digital Factory of the Institute of Advanced Production Technologies SPbPU // *Tramplin k uspekhu [korporativnyj zhurnal diviziona «Dvigateli dlya grazhdanskoj aviacii» AO «ODK»]* = Trampoline for Success. 2016. № 7. 11—13. (In Russ.)

4. Wang S., Wan J., Li D., Zhang C. Implementing smart factory of Industrie 4.0: An outlook // *International Journal of Distributed Sensor Networks*, 2016. vol. 12. № 1. 1-10. DOI: 10.1155/2016/3159805

5. Shnitin YU.V., Leventsov V.A. Imitation model of compilation of calendar schedule // *Ekonomika i promyshlennaya politika Rossii. Trudy III mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii* = Economics and industrial policy of Russia. Proceedings of the III International Scientific and Practical Conference. 2004. 261-267. (In Russ.)

6. Pinedo M.L. *Scheduling. Theory, Algorithms and Systems*. – Springer International Publishing. 5th edition. 2016. – 670 pg.

7. Leventsov V.A. Models and tools for planning the work of mechano-working shops: a thesis for the degree of candidate of economic sciences / *Sankt-Peterburgskij politekhnicheskij universitet* = Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University. Sankt-Peterburg, 2007. (In Russ.)

8. Wojakowski P., Warzolek D. Research Study of State-of-the-Art Algorithms for Flexible Job-Shop Scheduling Problem // Technical Transactions, Mechanics, 2013.Vol. 1-M. 381-388. Available at: <http://www.ejournals.eu/pliki/art/2338> (accessed 01.04.2018).
9. Lal V., Deva Durai C. A. A Survey on Various Optimization Techniques with Respect to Flexible Job Shop Scheduling // International Journal of Scientific and Research Publications. 2014. vol. 4. issue 2. 359-365. Available at: <http://www.ijsrp.org/research-paper-0214/ijsrp-p2659.pdf> (accessed 01.04.2018).
10. Chaudhry I.A., Khan A.A. A research survey: review of flexible job shop scheduling techniques // International Transactions In Operational Research. 2015. vol. 23. issue 3. 551-591. DOI: 10.1111/itor.12199
11. Arroyo J.E.C., Leung J.Y. An effective iterated greedy algorithm for scheduling unrelated parallel batch machines with non-identical capacities and unequal ready times // Computers and Industrial Engineering. 2017. vol. 105. 84-100. DOI: 10.1016/j.cie.2016.12.038
12. Che A., Zeng Y., Lyu K. An efficient greedy insertion heuristic for energy conscious single machine scheduling problem under time-of-use electricity tariffs // Journal of Cleaner Production. 2016. vol. 129. 565-577. DOI: 10.1016/j.jclepro.2016.03.150
13. Belaid R., T'kindt V., Esswein C. Scheduling batches in flowshop with limited buffers in the shampoo industry // European Journal of Operational Research. 2012. vol. 223. 560-572. DOI: 10.1016/j.ejor.2012.06.035
14. Davis L. Job shop scheduling with genetic algorithms // Proceedings of the 1st International Conference on Genetic Algorithms. 1985. 136-140.
15. Falkenauer E., Bouffouix S. A genetic algorithm for job shop // In IEEE international conference on robotics and automation. 1991. 824-829.
16. Vollmann T.E., Berry W.L., Whybark D.C., Manufacturing Planning and Control Systems. – Irwin/McGraw-Hill. 4th edition. 1997. – 836 pg.
17. Leventsov V.A., Shnitin YU.V. Simulation model of scheduling // *Nauchno-tekhnicheskie vedomosti SPbPU. Estestvennye i inzhenernye nauki.* = St. Petersburg Polytechnic University Journal of Engineering Science and Technology. 2006. №4(46). 325-331. (In Russ.)
18. Goldberg D.E. Genetic Algorithms in Search, Optimization, and Machine Learning. – Addison-Wesley. 1989. – 432 pg.
19. Ahmad R., Bath P. A. The Use of Cox Regression and Genetic Algorithm (CoRGA) for Identifying Risk Factors for Mortality in Older People. // Health Informatics Journal. 2004. vol. 10. 221-236. DOI: 10.1177/1460458204042236

Received – 4 May 2018.

Accepted for publication – 15 June 2018.

# УПРАВЛЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЕМ

DOI: 10.25065/1810-4894-2018-26-2-30-40

УДК 004.91

## ОРГАНИЗАЦИЯ ПЛАНИРОВАНИЯ НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ ОБОРОННО-ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

**И.В. Казьмина**

Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора  
Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»  
Россия, 394064, Воронеж, ул. Старых Большевиков, 54а

**Введение.** Статья посвящена анализу содержания и организации планирования на производственных предприятиях оборонно-промышленного комплекса (ОПК). В статье проанализировано содержание технико-экономических планов предприятия ОПК. Сделан вывод о том, что организация планирования на предприятии должна иметь целостный характер, т.е. взаимосвязана в единую систему, с помощью которой можно было бы регулировать и контролировать выполнение различных планов.

**Данные и методы.** В статье сделан вывод, что основной проблемой, касающейся современных отечественных предприятий ОПК, является отсутствие подсистемы постановки целей, наложенное отпечатком командно-административной экономики при которой планы предприятия разрабатывались на основе директивно спускаемых долгосрочных планов. В состав планирования должны входить: стратегия развития и финансовая стратегия; дивидендная политика; учетная политика; инвестиционная политика; политика оборотных активов; финансово-хозяйственный план.

**Полученные результаты.** Представлена модель содержания планирования на производственных предприятиях ОПК. Установлено, что политика предприятий ОПК должна формироваться на основе многовариантного прогноза изменения экономико-правовых условий деятельности предприятия в предстоящем периоде, а также разработанных и конкретизированных через ключевые факторы успеха цели в каждой из групп заинтересованных лиц.

**Заключение.** Результаты исследования могут быть использованы в качестве теоретической основы для построения комплексной системы планирования на предприятиях ОПК

**Ключевые слова:** планирование, производственное предприятие, планы, оборонно-промышленный комплекс, амортизационная политика

**Для цитирования:**

Казьмина И.В. Организация планирования на производственных предприятиях оборонно-промышленного комплекса // Организатор производства. 2018. Т.26. №2. С. 30-40. DOI: 10.25065/1810-4894-2018-26-2-30-40

## ORGANIZATION OF PLANNING AT THE INDUSTRIAL ENTERPRISES OF THE MILITARY-INDUSTRIAL COMPLEX

**I.V. Kazmina**

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

---

**Сведения об авторах:**

**Ирина Владимировна Казьмина** (канд. экон. наук, [kazminakamina@yandex.ru](mailto:kazminakamina@yandex.ru)), доцент кафедры восстановления авиационной техники.

**On authors:**

**Irina V. Kazmina** (Cand. Sci. (Economy, [kazminakamina@yandex.ru](mailto:kazminakamina@yandex.ru)), Assistant Professor of the Department of Aviation Technology Restoration.

**Introduction.** The article is devoted to the analysis of the content and organization of planning at the production enterprises of the military-industrial complex (OPK). The article analyzes the content of technical and economic plans of the defense industry. It is concluded that the organization of planning in the enterprise should have a holistic nature, it is interlinked into a single system, with which it would be possible to regulate and control the implementation of various plans.

**Data and methods.** The article concludes that the main problem concerning the modern domestic enterprises of the defense industry OPK is the lack of a subsystem of setting goals, superimposed by the imprint of the command and administrative economy in which the enterprise plans were developed on the basis of the Directive long-term plans. The planning should include: development strategy and financial strategy; dividend policy; accounting policy; investment policy; policy of current assets; financial and economic plan.

**Got results.** A model of the content of planning at the industrial enterprises of the defense industry is presented OPK. It is established that the policy of defense enterprises should be formed on the basis of multivariate forecast of changes in economic and legal conditions of the enterprise in the coming period, as well as developed and specified through the key success factors of the goal in each of the groups of stakeholders.

**Conclusion.** The results of the study can be used as a theoretical basis for the construction of a comprehensive planning system at the enterprises of the defense industry OPK

**Key words:** planning, manufacturing enterprise, the plans of the military-industrial complex, the depreciation policy

**For citation:**

Kazmina I.V. (2018). Organization of planning at the industrial enterprises of the military-industrial complex. *Organizator proizvodstva* = Organizer of Production, 26(2), 30-40. DOI: 10.25065/1810-4894-2018-26-2-30-40 (in Russian)

**Введение**

Оборонно-промышленный комплекс России представляет собой совокупность научно-исследовательских, испытательных организаций и производственных предприятий, выполняющих разработку, производство, хранение, постановку на вооружение военной и специальной техники, амуниции, боеприпасов. В настоящее время 45% объёмов промышленной продукции ОПК – продукция военного назначения, поставляемая для внутренних нужд государственным заказчикам. Около 22% выпускается на экспорт по линии военно-технического сотрудничества РФ с иностранными государствами. Около 33% продукции ОПК – продукция гражданского назначения. Среди наиболее значимых сегментов рыночного спроса на гражданскую продукцию ОПК – такие отрасли экономики, как транспорт, связь и телекоммуникации, отрасли топливо – энергетического комплекса, здравоохранение.

Важнейшей составляющей эффективного функционирования предприятий ОПК является организация планирования. Это связано в первую очередь с тем, что упадок системы централизованного планирования, существовавшей

ОРГАНИЗАТОР ПРОИЗВОДСТВА. 2018. Т. 26. № 2

в советские годы, для многих акционерных обществ ОПК не прошел бесследно и во многом определяет сложившуюся на настоящий момент экономическую ситуацию в России.

Теоретические исследования и практический опыт показали, что одной из причин того, что многие предприятия ОПК до сих пор находятся в условиях кризиса и не способны адекватно реагировать на требования рынка является отсутствие на предприятиях правильно организованной системы планирования. Следует заметить, что реализация планирования на предприятии должна иметь целостный характер, т.е. взаимосвязана в единую систему, с помощью которой можно было бы регулировать и контролировать выполнение различных планов.

**Теория**

С позиций классической концепции менеджмента планирование, являясь составной частью работ по формированию функциональной стратегии, разрабатываемой, в свою очередь, исходя из деловой (стратегии, реализуется в форме долгосрочного (перспективного) и краткосрочного (реже – долгосрочного, среднесрочного (годового) и краткосрочного) финансового планирования, охватывающего

соответствующие плановые горизонты, и представляет собой механизм ресурсного обоснования стратегических целей предприятия /1,2,3/.

Развитие рыночных отношений, рост степени доступности рынков капитала повлияли на изменение представлений о целях деятельности многих предприятий ОПК.

По мнению автора, стратегической целью деятельности любого производственного предприятия является повышение благосостояния его владельцев путем максимизации ее стоимости – роста капитализации, снижение риска вложений в данное предприятие, повышение инвестиционной привлекательности путем увеличения прозрачности и открытости через удовлетворение требований стейкхолдеров.

В настоящее время существует целый комплекс стандартов и рекомендаций на системы управления предприятиями, разработанных специалистами различных областей знаний и направленных на удовлетворение требований заинтересованных сторон. К ним относятся:

- стандарты системы менеджмента качества, экологического менеджмента, менеджмента безопасности и охраны труда;

- стандарты на системы социального и этического менеджмента;

- стандарты взаимодействия с заинтересованными сторонами;

- стандарты корпоративного поведения, риск менеджмента.

Ряд положений стандартов на системы менеджмента касается вопросов планирования, его содержания и методологии.

Содержание планирования производственных предприятий ОПК раскроем через состав плановых документов, отражающих поступление финансовых ресурсов и направления их использования. Однако перед тем как привести уточненный перечень плановых документов

целесообразно, с позиции исторического подхода, рассмотреть основные проблемы, побудившие автора к его уточнению.

Основной проблемой, касающейся современных отечественных предприятий, является отсутствие подсистемы постановки целей (подсистемы целеполагания) наложенное отпечатком командно-административной экономики, при которой планы предприятия разрабатывались на основе директивно спускаемых пятилетних (долгосрочных) планов народного хозяйства страны в соответствии с единственной научной разработкой того времени - типовой методикой разработки техпромфинплана, определявшей следующее содержание плановых документов:

- 1) планирование производства и реализации продукции;

- 2) планирование производственной мощности предприятия;

- 3) планирование технического развития и организации производства;

- 4) плановые технико-экономические нормы и нормативы;

- 5) планирование материально-технического обеспечения;

- 6) планирование себестоимости продукции прибыли и рентабельности;

- 7) кадровое планирование;

- 8) финансовый план;

- 9) планирование фондов экономического стимулирования;

- 10) планирование социального развития коллектива предприятия;

- 11) планирование мероприятий по охране природы и рациональному использованию материальных ресурсов.

Относительно приведенной структуры разделов технико-экономическое планирование условно можно разбить на техническое, операционное, финансовое, социальное и экологическое (рис. 1).





Рис. 1. Содержание технико-экономических планов предприятия оборонно-промышленного комплекса

Fig. 1. Contents of technical and economic plans of the enterprise military-industrial complex

Операционное планирование в отечественной практике включало планирование реализации и производства продукции, норм расхода материалов, трудовых ресурсов, планирование себестоимости, прибыли, рентабельности и не включало финансовый план. Финансовый план, разрабатываемый российскими предприятиями ОПК, представлял собой баланс доходов и расходов и заключался в пересчете натуральных показателей в денежные и носил формальный характер, так как разрабатывался скорее для нужд министерств и ведомств, чем для руководства предприятия в целях принятия эффективных управленческих решений.

Совокупность операционных планов и финансового плана в составе техпромфинплана схожа со структурой современных операционных бюджетов в составе бюджета, заимствованного из западной практики управления в следствии создания предприятий с иностранными инвестициями, изменениями в бухгалтерском учете и требованиями инвесторов о приведении финансового планирования в соответствие с западными стандартами.

Подход к планированию, основанный на бюджетировании с вытекающим из него перечнем плановых форматов, имеющий высокую популярность на многих предприятиях и по настоящее время, по мнению автора, не соответствует требованию комплексности его форм – долгосрочной, среднесрочной и краткосрочной.

Исследование трудов широкого круга экономистов в области бюджетирования позволило заключить, что оно ассоциируется с краткосрочной формой планирования, являющейся одной из трех принятых форм планирования – долгосрочного, среднесрочного и краткосрочного и, как правило, ориентируется на получение результата в краткосрочной перспективе, и не связано с целями системы.

Проблематика разделения плановых документов по формам планирования достаточно болезненна для всех школ отечественного менеджмента. Подтверждением тому являются труды Молякова Д.С., Шохина Е.И. и Большакова С.В., отдающих предпочтение краткосрочной временной перспективе, при этом содержание планов ограничивается балансом доходов и расходов; платежным календарем и кассовым

планом. Группа ученых в составе Алексеевой М.М., Любановой Е.Н., Лимитовского М.А. акцентирует внимание на долгосрочных и краткосрочных формах плановых расчетов, при этом последние говорят об острой необходимости наличия на предприятии отлаженной системы бюджетного управления, заключающегося в разработке прогноза баланса; прогноза отчета о прибылях и убытках; прогноза ключевых показателей, построенного на базе производственного бюджета.

Западные экономисты Ф. Ли. Ченга и Д.И. Фернители описывают более полный подход к содержанию плановых расчетов с позиции широты охватываемого горизонта. Ими предлагается анализировать и разрабатывать варианты инвестиционных возможностей, которыми располагает предприятие и прогнозировать варианты последствий принимаемых решений. При этом указанные расчеты должны производиться в рамках заранее разработанных на долгосрочную перспективу дивидендной и инвестиционной политики, с учетом источников, методов планирования и допустимых уровней риска. Ф. Ли. Ченг и Д.И. Фернители затрагивают в своих трудах аспекты долгосрочного и краткосрочного планирования, а также решают проблему поиска компромисса между требованием акционера получать доход на вложенные средства в виде дивиденда и необходимостью реинвестиций заработанных средств с целью повышения доходности путем разработки инвестиционной и дивидендной политик.

Достаточно детальную проработку содержания плановых документов предлагают и методические рекомендации по реформе предприятий (организаций) утвержденных Министерством экономического развития РФ.

Типовая программа реформы предприятий рекомендует двухуровневую систему иерархических планов, во главе которой лежат цели, прогнозы рыночного спроса и конкуренции, находящие отражение в основном плановом документе предприятия на долгосрочную перспективу – бизнес-плане.

На основе бизнес-плана рекомендовано разрабатывать политику, отражающую основные составляющие действий предприятия, влияющие на доходы, расходы и движение денежных средств, и содержащую учетную и налоговую политику, кредитную политику, амортизацион-

ную политику, политику управления оборотными средствами, а также дивидендную политику. При этом разработка политики предприятия не включает разработку ценовой политики, выделенной разработчиками в отдельное направление плановой деятельности, как и инвестиционной политики, хотя данные аспекты плановой деятельности также как и вышеперечисленные накладывают значительный отпечаток на финансовые результаты и денежные потоки предприятия.

На основе разработанного бизнес-плана предприятия, основными плановыми документами которого являются прогноз прибылей и убытков и прогноз движения денежных средств, рекомендуется разрабатывать комплекс бюджетов, методике разработке которых уделяется минимум внимания, скорее всего из-за наличия достаточного количества публикаций в научных изданиях.

Рекомендации не учитывают возможность наличия на предприятиях нескольких направлений деятельности, соответственно нескольких бизнес единиц, одновременно планирующих реализовать несколько проектов, оформленных в качестве бизнес-плана, представляющих собой программу для достижения поставленных целей.

Цели рекомендуется устанавливать через анализ текущего состояния и выявления текущих проблем, что делает похожей форму планирования больше на реактивную, чем на систему, целью которой является повышение богатства собственников предприятия в долгосрочной перспективе. Типовая программа реформы предприятия не содержит упоминаний о плановых нормах и целевых финансовых показателях.

Основным недостатком типовой программы реформы предприятий, как и недостатком описанных выше подходов к определению содержания финансовых планов является отсутствие рекомендаций относительно связи планирования долгосрочных инициатив и текущих действий предприятия. Решение указанной проблемы в своих научных трудах предлагают Р.С. Каплан и Д.П. Нортон, дополняя перечень системой сбалансированных показателей, основанной на выделении критических факторов успеха, позволяющих интегрировать долгосрочные цели с целями более низкого уровня и текущими действиями отдельных менеджеров и бизнес единиц.

По мнению автора, особенность содержания планирования, в отличие ориентированного на нужды собственника планирования на предприятии, проявляется в решении противоречий между интересами акционера и наемного менеджера, оформившихся в западной практике управления под термином агентской проблемы. По мнению автора, правильно выстроенный процесс планирования и оптимальный подбор планов минимизирует негативное влияние интересов групп агентских отношений на достижение целей предприятия и позволяет найти оптимальные пути их разрешения.

#### ***Данные и методы***

Теоретической и методологической основой исследования послужили труды отечественных и зарубежных ученых по проблемам корпоративного финансового планирования.

В процессе исследования для решения поставленных задач применялись методы системного подхода к предмету исследования, методы теоретического и эмпирического исследования, экономико-математического моделирования, приемы социологического исследования, экономического и статистического анализа, методы экспертных оценок, сравнения, ранжирования.

Экспериментальной базой исследования являются российские предприятия оборонно-промышленного комплекса.

#### ***Модель***

Изученная автором практика планирования и управления, требования кодекса корпоративного поведения, стандарт взаимодействия с заинтересованными сторонами, а также рассмотренные выше системы взглядов различных исследователей позволили автору уточнить содержание планирования на производственном предприятии ОПК, с учетом сформулированной особенности, в разрезе трех основных форм планирования, а также факторы на него влияющие.

Состав уточненных автором планов приведен на рис. 2.

В соответствии с требованиями кодекса корпоративного поведения в состав планов предприятия должны входить:

- стратегия развития и финансовая стратегия;

- дивидендная политика;
- учетная политика;
- инвестиционная политика;
- политика финансирования оборотных активов;
- финансово-хозяйственный план.

Данные плановые документы целесообразно разделить на долгосрочную составляющую – финансовую политику, среднесрочную составляющую – бизнес-план, краткосрочную – хозяйственный план.

Под политикой предприятия ОПК понимаем систему правил реализации отдельных направлений деятельности предприятия, определяемых ее миссией и финансовым менталитетом учредителей и менеджеров.

В дополнении к перечисленным кодексом корпоративного поведения автор рекомендует дополнять содержание политики следующими:

- амортизационная политика;
- эмиссионная политика;
- политика управления оборотными активами и кредиторской задолженностью;
- ценовая политика;
- политика управления финансовыми рисками.

Политика предприятия должна формироваться на основе многовариантного прогноза изменения экономико-правовых условий деятельности предприятия в предстоящем периоде, а также разработанных и конкретизированных через ключевые факторы успеха цели в каждой из групп заинтересованных лиц.

Форма среднесрочного планирования должна быть сформирована на основе комплекса бизнес планов по отдельным бизнес единицам, проектам, в совокупности составляющих программу развития корпорации на перспективу.

К области плановых документов относятся:

- в отношении с покупателями – план денежных потоков, отражающий объем реализации;
- в отношении с поставщиками – план денежных потоков, отражающий стоимость планируемых к приобретению сырья, материалов;

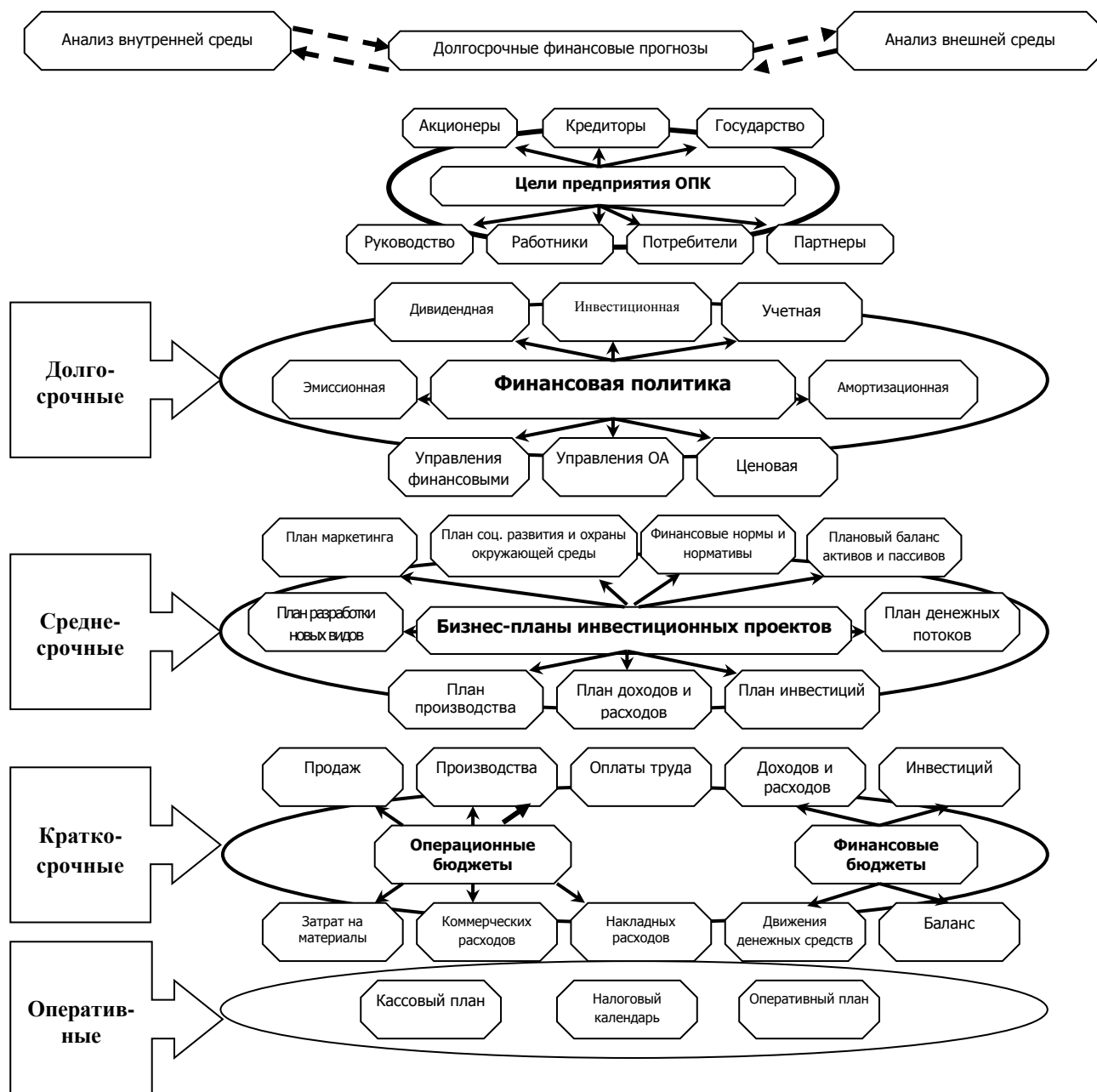


Рис. 2. Содержание планирования на производственных предприятиях ОПК  
 Fig. 2. Content of planning at industrial enterprises of the defense industry

- в отношении с персоналом - план денежных потоков, отражающий общий объем выплат сотрудникам (включая зарплаты, пенсионные выплаты, прочие выплаты, а также выходные пособия);

- в отношении с акционерами, инвесторами и кредиторами - выплаты источникам капитала с разбивкой на проценты по обязательствам и займам, а также дивиденды по всем видам акций,

с указанием любой задолженности по дивидендам;

- в отношении с государством – план налоговых выплат.

Руководство рекомендует составлять отчетность за период равный одному году, из чего следует, что указанные плановые документы должны составляться корпорацией на соответствующий горизонт планирования.

Аналогичного мнения придерживаются специалисты Федеральной службы по фондовым рынкам, обобщившие практику управления в кодекс корпоративного поведения, согласно которому в функции совета директоров входит утверждение годового финансово-хозяйственного плана.

Краткосрочное планирование работы предприятия и последующий контроль исполнения плановых заданий невозможны без формирования бюджета, как основного инструмента гибкого управления, обеспечивающего высшее руководство точной, полной и своевременной информацией о реализации мероприятий по достижению целей развития хозяйствующего субъекта. На рис. 2 в содержании краткосрочной формы планирования приведен перечень основных бюджетов. Следует подчеркнуть, что более детальный перечень составляется для каждого структурного подразделения предприятия, для каждого проекта капитальных затрат, для каждого региона продаж, для каждого вида продукции или направления деятельности. При этом, чем больше хозяйственных операций охватывает бюджет и чем более точны прогнозные данные, тем более эффективно используются ресурсы предприятия.

Однако, как показала передовая практика, планирование не заканчивается разработкой бюджетов. Для текущего руководства и управления менеджменту требуется принимать оперативные решения, в состав которых входят:

- текущее управление материальными ресурсами;
- текущее управление денежными средствами и дебиторской задолженностью;
- проведение операций с банками;
- расчеты с клиентами;
- распределение прибыли в соответствии с финансовой политикой и пр.

Неадекватное отношение к решению оперативных задач может поставить под вопрос достижение целей предприятия и утрату ключевых стейкхолдеров. Поэтому автором рекомендуется разрабатывать:

- налоговый календарь;
- кассовый план;
- оперативный план капитальных вложений.

Особенности планирования формируются под воздействием комплекса факторов. Понятие «фактор» обычно определяют как движущую силу, которая воздействует на формирование системы или на систему при различных материально-технических, общественно-экономических и естественно природных условиях. Факторы, определяющие особенности планирования, можно представить в виде трех групп.

Рассмотрим перечень факторов, оказывающих влияние на содержание планирования.

Во-первых, наиболее общий подход отражает внешние (неконтролируемые) факторы и внутренние (контролируемые) факторы. Внешние факторы влияют на предприятие извне, их изменение не подвластно воле предприятия. К ним следует отнести государственное регулирование эмиссионной политики, налоговое законодательство, темпы инфляции, характер государственной поддержки отдельных отраслей и сфер деятельности, экологические требования, меры государственного регулирования ценообразования, конкуренция на рынке и прочие. Внутренние факторы, напротив, напрямую связаны с организацией работы самого предприятия.

Вторую группу формируют организационные, социальные, финансово-экономические, производственно-экологические факторы, являющиеся контролируемыми на предприятии. Все данные факторы характеризуют отдельные аспекты деятельности предприятия и отражают его политику.

Третья группа факторов формируется под воздействием особенностей конкретного предприятия. К таким факторам относятся организационно-правовая форма ведения бизнеса, финансовые цели предприятия, ключевые финансовые и нефинансовые показатели, адекватные целям предприятия, нормы и нормативы, система финансовой мотивации.

### ***Полученные результаты***

Теоретические исследования в области планирования необходимо дополнить исследованием его практики на отечественных предприятиях.

В рамках исследования был проведен анализ организации планирования на предприятиях ОПК (АО «ВНИИ «Вега», Воронежское акционерное самолетостроительное общество), в

результате которого были выявлены патологии планирования, что позволило сделать следующие выводы:

- планирование не на всех исследуемых предприятиях базируется на видении будущего и прогнозах развития, а чаще всего носит характер реакции на произошедшие факты хозяйственной деятельности;

- внедрение бюджетирования понимается как «панацея от всех болезней» предприятия, при этом не на всех предприятиях отработаны и регламентированы процедуры контроля затрат и доходов, что приводит к размытию ответственности между подразделениями;

- на всех предприятиях существует дефект отсутствия связи между долгосрочным и оперативным планированием, отсутствует и плохо налажена работа подсистемы постановки целей, на предприятиях преобладает бюджетное планирование на срок до года;

- плановая деятельность подразумевает разработку основной – дивидендной политики, характеризующей планирование как корпоративное, а предприятие как корпорацию;

- при планировании учитываются мнения узкого круга заинтересованных лиц – собственники и менеджмент;

- процессы планирования не всегда регламентированы, что приводит к «запаздыванию» планов, и утрате их актуальности и точности;

- на практике используется морально устаревшее методическое обеспечение, планирование ориентировано на фискальные результаты;

- отсутствуют системы финансовой мотивации и вовлечения каждого сотрудника в процесс планирования, низкий уровень оплаты труда специалистов, дезорганизация подготовки и переподготовки специалистов, отсутствие политики привлечения молодых кадров обуславливает вымирание, как системы планирования, так и предприятия.

### **Заключение**

Таким образом, на основании проведенного анализа содержания планирования на предприятиях оборонно-промышленного комплекса выявлено, что планирование является важнейшей составляющей эффективного функционирования предприятий ОПК. Это связано в

первую очередь с тем, что упадок системы централизованного планирования, существовавшей в советские годы, для многих акционерных обществ ОПК не прошел бесследно и во многом определяет сложившуюся на настоящий момент экономическую ситуацию в России. Теоретические исследования и практический опыт показали, что одной из причин того, что многие предприятия ОПК до сих пор находятся в условиях кризиса и не способны адекватно реагировать на требования рынка является отсутствие на предприятиях правильно организованной системы планирования.

Существенным недостатком планирования анализируемых предприятий является отсутствие долгосрочной целевой направленности. На предприятиях не разрабатывается финансовая политика, хотя данные функции закреплены во всех положениях по отделам и должностным инструкциями предприятий.

Существенным недостатком планирования является отсутствие утвержденных финансово-экономических норм, либо отсутствие регулярной практики их пересмотра, что зачастую приводит к перерасходу ресурсов и их дефициту.

Не на каждом из исследованных предприятий составляются планы движения денежных средств и планы капитальных вложений и т.д. Исключением также является плановый баланс предприятия, что свидетельствует о неспособности руководителей заранее предвидеть образ и характер будущих проблем.

### **Библиографический список**

1. Бухалков М.И. Внутрифирменное планирование: Учебник. 3-е изд., испр. и доп. М.: ИНФРА-М, 2012. 400 с.
2. Типовая методика разработки техпромфинплана производственного объединения (комбината), предприятия. М.: Экономика, 1979. 448с.
3. Ackoff R.L., Gharajedaghi S. Reflection on systems and their models // Systems Research. 1996. Vol. 13. № 1. P. 13-23.
4. Балабанов И.Т. Основы финансового менеджмента: Учебник для вузов. М.: Финансы, ЮНИТИ, 2001. 435с.

5. Попова Р.Г., Самонова И.Н., Добросердова И.Ш. Финансы предприятий: Пособие. СПб.: Питер, 2004. 223с.
6. Финансы предприятий: Учебник для вузов / Н.В. Колчина, Г.Б. Поляк, Л.П. Павлова и др.: Под ред. Н.В. Колчиной, М.: Финансы: Юнити, 2003. 413с.
7. Шевченко И.Г. Управленческий учет. М: Бизнес-школа «Интел-синтез», 2011. 112с.
8. Шуляк П.Н. Финансы предприятия: Учебник. 2-е изд. М.: Изд дом «Дашеова и К», 2001,- 751с.
9. Выкардов В.А., Алексеев Л.Д. Планирование финансово-экономического состояния предприятия: Практ. Пособие. М.: Приор, 2015. 195с.
10. Друри К. Введение в управленческий и производственный учет: Учеб. Пособие для вузов/Пер. с англ. Под ред. Н.Д. Эриашвили, 3-е изд., перераб. и доп. М.: Аудит: Юнити, 1998. 774с.
11. Ильин А.И. Планирование на предприятии: Учеб. Пособие для вузов. Минск: 2004. 546с.
12. Ковалев В.В. Финансы предприятий: Учеб. Пособие/ В.В. Ковалева, М.Г. Лапуста, Л.Г. Скамой. М.: Инфра, 2001. 413с
13. KotabeM., HelsenK. Global Marketing Management New York, "JhonWilet& Sons", 2001
14. Prasolov V.I., Kesego M. The concept and organisation of the functioning of an economic security system of an organization // Modern Economy Success. 2016. № 1. С. 58- 69.
15. Казьмина И.В. Особенности формирования механизма обеспечения экономической безопасности предприятий с информационными технологиями // Вестник воронежского государственного технического университета. 2014. Т. 10. № 5. С. 120-124.
16. Чернышева Г.Н. Методы формирования инвестиционной политики предприятия // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2012. №9. С.102-107.
17. Чернышева Г.Н. Факторы эффективного управления производственными ресурсами предприятия // Организатор производства. 2014. №2. С. 25-36.

Поступила в редакцию – 23 мая 2018 г.

Принята в печать – 15 июня 2018 г.

### References

1. Byhalkov M.I. (2012). Planning: Textbook.it is a 3th publ. M.: Infa-M, 400 p.
2. Model methodology of development of plan productive enterprise. M.: Economy, 1979. 448p.
3. Ackoff R.L., Gharajedaghi S. Reflection on systems and their models // Systems Research. 1996. Vol. 13. № 1. P. 13-23.
4. BalabanovI.T. (2001). Bases of financial management: Textbook for institutions of higher learning. M.: Finances, UNITI, 435p.
5. Popova R.G. (2004). Finances of enterprises -Spb.: Piter, 223p.
6. Finances of enterprises : Textbook for institutions/ of higher learning of H.B. Kolchina, G.B. Poland. - M.: Finances: UNITI, 2003, 413p.
7. Shevchenko I.G. (2011). Administrative account.- M: Business-school "Intel-synthesis", 112p.
8. Schilak G.K. Finances of enterprise : Textbook of -2-e edition. M.: Edition house. 2001, 751p.
9. Vykarlov V.A., Alekseev L.D. (2015). Planning of the financial and economic state of enterprise: Pract. Posobi. M.: Prior, 195p.
10. Drury K. (1998). Introduction to the administrative and productive account: Studies. Manual for institutions / of higher learning Trudged.with an eng Under Ed. N.D. Eriashvili, is a 3th publ., Pererab. and additional- Moscow: Audit: Unity, 774p.
11. Il'in A.I. (2004).Planning on an enterprise: Studies.Manual for universities. Minsk. 546p.
12. Kovalev V.V. (2001). Finances of enterprises: Studies. Manual / of V.V. Kovaleva, M.G. Lapusta, L.G. Scum. M.: Infra.-M. 413p.
13. Kotabe M., Helsen K. Global Marketing Management New York, "JhonWilet& Sons", 2001

14. Prasolov V.I., Kesego M. The concept and organization of the functioning of an economic security system of an organization. *Modern Economy Success*. 2016. № 1. P. 58- 69.

15. Kazmina I.V. (2014). Features of formation of the mechanism of economic security of enterprises with information technology. *Vestnik voronezhskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta = Vestnik Voronezh State Technical University*. 10, 5, 120-124.

16. Chernysheva G.N. (2012). Methods of forming of investment politics of enterprise. *Vestnik voronezhskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta = Vestnik Voronezh State Technical University*, 9, 102-107.17.

17. Chernysheva G.N. (2014). Factors of effective management of enterprise production resources. *Organizator proizvodstva = Organizer of production*, 2, 25-36.

Received – 23 May 2018.

Accepted for publication – 15 June 2018.



# УПРАВЛЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫМИ ПРОЦЕССАМИ

DOI: 10.25065/1810-4894-2018-26-2-41-52

УДК 658.5.011, 338.27

## ПОДРЫВНЫЕ И ПОДДЕРЖИВАЮЩИЕ ИННОВАЦИИ: СУЩНОСТЬ, ОСОБЕННОСТИ, ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ

**Н.В. Кепп**

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

**Введение.** Статья посвящена подрывным и поддерживающим инновациям и их влиянию на деятельность предприятия. Актуальность тематики обусловлена необходимостью постоянной инновационной активности во всех сферах бизнеса, которая является следствием динамичного развития общества и ростом спроса на новые товары и услуги.

**Данные и методы.** В статье приведены теоретические основы и классификация инноваций, необходимые для их анализа. Дано определение понятий поддерживающих и подрывных инноваций. Определены методы исследования: системный подход к изучению проблемы; фундаментальные теоретические положения, изложенные в источниках.

**Полученные результаты.** В результате анализа выявлены основные особенности подрывных и поддерживающих инноваций и определена роль каждой из них в развитии рынка. Описаны методы анализа рыночной ситуации и рыночного потенциала. Предложены такие методы организации инновационной деятельности на предприятии, которые обеспечат сбалансированное выделение ресурсов на поддерживающие и подрывные инновации и позволят достичь максимальной эффективности и снижения рисков.

**Заключение.** Сформулирован основной вывод о необходимости сочетания поддерживающих и подрывных инноваций для сохранения присутствия компании на существующих рынках и для освоения новых рынков. Также сформулированы такие практические рекомендации, как необходимость анализа потенциального рынка для инновации, достаточное выделение ресурсов для подрывных инноваций, использование современных концепций организации предприятия, вовлечение потенциальных клиентов в процесс разработки и использование современных методологий разработки. Определено направление дальнейших исследований с целью создания математической модели, позволяющей оценить рыночный потенциал инновации

**Ключевые слова:** инновация, инновационная деятельность, подрывные технологии, поддерживающие технологии, организация предприятия

**Для цитирования:**

Кепп Н.В. Подрывные и поддерживающие инновации: сущность, особенности, тенденции развития // Организатор производства. 2018. Т.26. №2. С. 41-52. DOI: 10.25065/1810-4894-2018-26-2-41-52

## DISRUPTIVE AND SUSTAINING INNOVATIONS: ESSENTIALS, DETAILS, DEVELOPMENT TREND

**N.V. Kepp**

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

---

**Сведения об авторах:**

**Наталья Велигмировна Кепп** (*maxima1971@gmail.com*), старший преподаватель Высшей школы промышленного менеджмента и экономики.

**On authors:**

**Natalia V. Kepp** (*maxima1971@gmail.com*), senior lecturer of the Graduate School of Industrial Management and Economics.

**Introduction.** The article describes disruptive and sustaining innovations and their influence on the company activity. The topicality of the subject is based on the necessity of the permanent innovating activity in all areas of business, which stems from dynamic development of society and increased demand for new products and services.

**Data and methods.** The article includes theoretical basis of innovations as well as their classification required for further analysis. The definition of disruptive and sustaining innovation is given. There are following research methods are defined: systems approach to the problem study and fundamental theoretic concept provided by references.

**Results.** Outstanding characteristics of disruptive and sustaining innovations were determined as the results of analysis as well as their role in the market development. Methods of analysis of the market environment and market potential are described. The approach to organizing of innovation activity is offered to secure balanced resource allocation for disruptive and sustaining innovations which allows to achieve maximum efficiency and risks mitigation.

**Conclusion.** The main summarizing conclusion is the necessity of combination of disruptive and sustaining innovations serving to keep the company foot print in the market as well as for new market development. Following recommended practices are applicable: necessary analysis of the potential market for innovation, sufficient and dedicated resources allocation for disruptive innovations, utilizing of modern concepts of the company organization, involving potential customers into the development process and using modern approaches for development methodology. Further research direction is chosen as creation of math model allowing to evaluate the market potential of an innovation

**Key words:** innovation, innovation activity, disruptive technologies, sustaining technologies, company organization

### For citation:

Kepp N.V. (2018). Disruptive and sustaining innovations: essentials, details, development trend. *Organizator proizvodstva* = Organizer of Production, 26(2), 41-52. DOI: 10.25065/1810-4894-2018-26-2-41-52 (in Russian)

### Введение (Introduction)

Необходимость инноваций практически в любой сфере бизнеса обусловлена современными реалиями. Развитие общества порождает перманентный рост спроса на новые товары и услуги, что является очередным толчком к росту темпов научно-технического прогресса, призванного способствовать удовлетворению этого спроса. Созданные таким образом новые, инновационные товары и услуги не только насыщают рынок, но и иницируют новый виток развития спроса. А значит, становится невозможной привычная прежде ситуация, когда предприятие со стабильной, не меняющейся номенклатурой изделий может рассчитывать на гарантированный стабильный доход в краткосрочной и долгосрочной перспективе. Для того, чтобы выжить и преуспеть в своей отрасли, предприятие должно постоянно модернизировать, улучшать и расширять номенклатуру своей продукции посредством последовательного внедрения инноваций. Именно эта необходимость перманентного поиска и внедрения инноваций является обоснованием актуальности

темы данного исследования. Концепция инновационного развития является прочным фундаментом предприятия, который позволит не только сохранить свое место на существующем рынке, но и изменить сам рынок, создавая новые сегменты и обеспечивая на них свое превалирование.

Цель данного исследования – анализ влияния двух видов инноваций, подрывных и поддерживающих, на деятельность предприятия, а также – разработка такой концепции инновационного развития предприятия, которая будет использовать симбиоз подрывных и поддерживающих технологий с целью получения максимального экономического эффекта.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи: проанализированы особенности поддерживающих и подрывных инноваций, определена роль подрывных инноваций в развитии рынка, предложены различные методы организации инновационного процесса на предприятии, способствующие достижению наибольшей эффективности в процессе внедрения инновационных продуктов.

**Данные и методы (Data and Methods)**

Теоретической и методологической базой исследования послужили труды отечественных и зарубежных ученых и специалистов, таких как К. Кристенсен [8,10], Э. Алтман [9], Э. Рис [16], М. Кон [18], А. Пригожин [3, 5], П. Завлин [4], Л. Оголева [7], и др. Были использованы методы: системный подход к изучению проблемы исследования; фундаментальные теоретические положения, изложенные в источниках.

В соответствии с классическим определением, инновация – это введение в употребление какого-либо нового или значительно улучшенного продукта (товара или услуги) или процесса, нового метода маркетинга или нового организационного метода в деловой практике, в организации рабочих мест или внешних связях

[1]. Это каноническое определение, описанное в Руководстве Осло, само по себе предполагает базовую классификацию инноваций по содержанию. В рамках этой классификации выделяется четыре типа инноваций: продуктовые, процессные, маркетинговые и организационные. Такое деление позволяет четко выделить направленность инновации, область ее применения и субъект, подвергающийся улучшению в результате внедрения инновации. Помимо базовой, существует целый спектр классификаций, выполненных по другим критериям, таким как новизна инновации, масштаб изменений, сроки разработки и реализации, затратность [2, 3, 4, 5, 6, 7] и др. Более полно различные методы классификации инноваций представлены в табл. 1.

Таблица 1

Классификация инноваций по различным критериям

Table 1

Classification of innovations by various criteria

<b>Критерий классификации</b>	<b>Классификационные группы</b>
<i>По степени новизны</i>	<i>Базисные</i>
	<i>Улучшающие</i>
	<i>Псевдоинновации</i>
<i>По выходу на рынок</i>	<i>Инновации-лидеры</i>
	<i>Инновации-последователи</i>
<i>По содержанию</i>	<i>Продуктовые</i>
	<i>Процессные</i>
	<i>Маркетинговые</i>
	<i>Организационные</i>
<i>По масштабам изменений</i>	<i>Новое поколение</i>
	<i>Новый род</i>
	<i>Новый вид</i>
	<i>Новый вариант</i>
<i>По срокам разработки и реализации</i>	<i>Долгосрочные</i>
	<i>Среднесрочные</i>
	<i>Краткосрочные</i>
<i>По созданию</i>	<i>Собственные разработки</i>
	<i>Совместные разработки</i>
	<i>Приобретенные новшества</i>
<i>По затратам</i>	<i>Крупнозатратные</i>
	<i>Среднезатратные</i>
	<i>Низкозатратные</i>
<i>По результативности</i>	<i>Высокорезультативные</i>
	<i>Среднерезультативные</i>
	<i>Низкорезультативные</i>
<i>По отношению к существующей системе</i>	<i>Замещающие</i>
	<i>Рационализирующие</i>
	<i>Расширяющие</i>
	<i>Открывающие</i>
<i>По влиянию на рынок</i>	<i>Поддерживающие</i>
	<i>Подрывные</i>

В данной статье рассмотрена классификация инноваций по критерию их влияния на рынок, которая оперирует понятиями подрывных и поддерживающих инноваций.

Такие инновации, которые приводят не только к появлению нового или существенно улучшенного продукта, но еще и к качественному изменению самого рынка, называются подрывными инновациями. Теоретические основы подрывных инноваций заложил американский ученый Клейтон Кристенсен [8]. По определению Кристенсена, подрывными являются те инновации, которые изменяют соотношение ценностей на рынке. При этом старые продукты становятся неконкурентоспособными просто потому, что параметры, на основе которых раньше проходила конкуренция, теряют свое значение. Согласно теории Кристенсена, подрывные инновации создают новые рынки или изменяют соотношение ценностей на существующем рынке. Классическим примером подрывных инноваций прошлого является телефон, который пришел на смену телеграфу, тем самым косвенно изменив рынок связи того времени и сделав его одним из самых массовых. Более современными примерами подрывных инноваций может служить вхождение на рынок цифровых фотоаппаратов, которые пришли на смену пленочным или вхождение на рынок iPhone.

### Полученные результаты (Results)

Наиболее перспективным вариантом развития предприятия является создание и вывод на рынок подрывных инновационных продуктов. Механизм вхождения таких продуктов на рынок обусловлен наличием компаний-«старожилов», обладающих устойчивой клиентской базой и номенклатурой продуктов. Такие компании ориентируются на уже существующих клиентов и совершенствуют свою продукцию для максимального удовлетворения запросов клиентов. Развитие продукта и улучшение его качества приводят к росту его стоимости, в результате чего вектор развития компании смещается в сторону верхних сегментов рынка, оставляя низовую его часть свободной от своего присутствия. В результате складывается ситуация, когда на рынке существует дорогой, функциональный и высококачественный продукт, которому нет менее качественной и функциональной, но зато более дешевой альтернативы.

Такая ситуация является предпосылкой для вхождения на рынок подрывной инновации, изначально нацеленной именно на нижние сегменты рынка. Подрывной продукт представляет собой или принципиально новое изделие или качественно обновленную версию уже существующего изделия. При этом обновление изделия происходит на столь глубоком уровне, что может затрагивать даже самые базовые физические принципы функционирования продукта. В первую очередь, подрывной продукт отличается ценой, более низкой, чем у продукции компаний-«старожилов». Функциональность подрывного продукта соответствует запросам именно нижнего сегмента рынка, при этом наиболее важным показателем является не функциональность, а простота использования продукта [9]. Как правило, продукт, появившийся на рынке в результате подрывной инновации, обладает низким качеством, что закономерно для принципиально нового изделия, где еще не накоплен эксплуатационный опыт, знания, позволяющие найти области потенциального улучшения и развития. Низкое качество подрывного продукта компенсируется принципиально новыми свойствами, которыми обладает новый продукт в отличие от продуктов компаний-«старожилов». Именно эти новые свойства и обуславливают успешность подрывного продукта и позволяют ему найти новые группы потребителей и сформировать свой рынок.

Основной целью начального этапа пути подрывного продукта является вхождение в нижний сегмент рынка, где продукт сталкивается с отсутствием конкуренции, поскольку компании-лидеры ориентированы на верхние сегменты рынка и не заинтересованы в неприбыльном нижнем сегменте. Основным конкурентом для нового подрывного продукта является отсутствие потребления, что качественно меняет методы маркетинга. В отличие от классической схемы, где необходимо убедить клиента отказаться от продукта конкурентов в пользу предлагаемого продукта, при внедрении на рынок безальтернативного подрывного продукта необходимо убедить потенциального клиента в необходимости продукта, в том, что продукт в состоянии решить его задачи. На следующем этапе освоения рынка, подрывной продукт входит в верхние сегменты рынка, где подрывной продукт перетягивает потребителей у компаний

«старожилов». При этом подрывной продукт должен сохранить свою ценовую привлекательность и простоту использования, но, в то же время, предоставить более продвинутую функциональность и повышенное качество. В той ситуации, когда подрывная инновация не выходит на существующий рынок, а создает новый, то компания-пионер получает долгосрочное конкурентное преимущество.

Подрывные инновации могут носить как глобальный, так и локальный характер. Глобальные подрывные инновации оказывают свое влияние на отрасль в целом, приводя к замене отраслевой технологической парадигмы. Подобные инновации способны открыть новые направления бизнеса в отрасли, создать новые подотрасли и закрыть старые, которые с внедрением подрывной инновации теряют свою релевантность. Примером такой глобальной инновации может служить появление полупроводников, пришедших на смену ламповой технологии и в корне изменившей всю отрасль электронного приборостроения. Локальные подрывные инновации не приводят к столь масштабным изменениям в отрасли; они оказывают значительное влияние на технологию, используемую в узких отраслевых нишах. По сравнению с глобальными, локальные инновации менее заметны, их влияние ощутимо только в пределах ограниченного сегмента рынка, однако их значение для бизнеса не менее существенно, как и значение глобальных инноваций.

Противоположностью подрывным инноваций являются поддерживающие, направленные не на создание новых, а на развитие уже существующих продуктов. В отличие от подрывных инноваций,

создающих новые продукты с новыми свойствами, поддерживающие инновации позволяют улучшить уже существующие продукты. Поддерживающие инновации не создают новый рынок, они развивают уже существующий, позволяя компании расширить его и выйти в верхние, наиболее прибыльные его сектора. Эффект от внедрения поддерживающих инноваций более предсказуем, лучше поддается анализу, поскольку заранее известны как объемы рынка, так и потенциальная группа потребителей. Если сверхзадача подрывной инновации — это создание нового рынка, свободного от конкуренции и характеризующегося высокой нормой прибыли, то задачей поддерживающей инновации является перераспределение прибыли на уже существующем рынке, расширение своей доли рынка за счет предложения потребителю обновленного варианта уже существующего товара, который превосходит аналоги по своим характеристикам. Поддерживающие инновации предполагают усовершенствование продукта, добавление новых функций и свойств, а также повышение качества до идеального уровня. Поддерживающая инновация служит завоеванию верхних сегментов рынка, ориентируясь на прежних потребителей, фокусируясь на наиболее требовательных и платежеспособных из них. Реализация поддерживающих инноваций более проста, а механизм ее внедрения отличается меньшими рисками и большей определенностью относительно будущего рынка. Основные отличительные особенности подрывных и поддерживающих инноваций приведены в табл. 2.

Отличительные особенности инноваций

Таблица 2

Table 2

Innovation distinctive features		
	Поддерживающие	Подрывные
Направленность	Усовершенствование уже существующих продуктов	Создание новых продуктов с новыми свойствами
Задача	Перераспределение прибыли на существующем рынке	Создание и завоевание новых рынков, привлечение новых потребителей
Реализатор	Компания, давно существующая на рынке и обладающая своей клиентской базой	Компания - новичок на данном рынке или лидер рынка, стремящийся к сохранению своей доли на рынке и реализации перспектив роста
Технический уровень	Усовершенствование и усложнение продукта путем добавления новых функций и свойств	Простой и удобный продукт, в основе которого лежит новая и сложная технология

Качество продукта	Повышение качества продукта	Низкое качество изначального продукта, которое компенсируется низкой ценой, безальтернативностью и простотой в использовании
Цена	Продукт дороже	Продукт дешевле
Рынок	Продвижение в верхние сегменты существующего рынка	Ориентация на принципиально новые рынки или нижние сегменты существующего рынка
Целевая аудитория	Прежние потребители, определяющие требования к усовершенствованному продукту	Новые потребители, чьи требования не были удовлетворены существующими продуктами
Воздействие на инновационный процесс	Движение вверх по спирали технологического развития	Переход на качественно новый виток спирали развития

Развитие рынка происходит при помощи комбинации подрывных и поддерживающих инноваций. Первые позволяют создать новый рынок для инновационного продукта, обеспечить изначальный интерес к нему и сформировать группу пользователей. Опыт внедрения и изначального использования нового продукта позволяет определить его слабые места и в конечном итоге позволяет определить направление дальнейшего развития. На этом этапе на смену подрывным приходят поддерживающие инновации, которые позволяют улучшить продукт, тем самым развивая вновь созданный рынок. Комплексное применение подрывных и поддерживающих инноваций, которые сменяют и дополняют друг друга, определяет циклы развития в отраслях и подотраслях. Если представить развитие технологического прогресса в виде спирали, то подрывные инновации позволяют оборвать виток спирали на сложившихся рынках и перейти на новый виток при освоении нового рынка. Поддерживающие инновации стимулируют прогресс внутри витка спирали, совершенствуя уже имеющиеся продукты и технологии.

На практике, основным генератором подрывных технологий являются молодые компании или компании – новички на данном рынке. В то же время солидные компании – «старожилы» рынка, как правило, в основном сфокусированы на поддерживающих технологиях. Причина этого дисбаланса - наличие уже существующих товаров и клиентов у компании - старожилы и отсутствие как продукта, так и клиентов у компании – новичка. Существующая клиентская база и номенклатура уже существующих продук-

тов, свойственная компании, давно работающей на рынке, ограничивают возможности компании по созданию подрывной инновации. Такая компания тратит большую часть своих ресурсов на постоянное удовлетворение нужд своих клиентов путем улучшения своих уже существующих продуктов. В противоположность, молодые компании не отягощены обязательствами перед клиентами по поддержке и непрерывному улучшению уже существующих продуктов. Они лишены необходимости защищать существующие источники дохода, постоянно выделяя свои ресурсы на улучшение продуктов с целью сохранения своих позиций на рынке, а значит, они могут потратить все свои ресурсы на создание кардинально нового инновационного продукта, что позволит им занять свое место на рынке. Именно эта необходимость найти и завоевать свой сегмент рынка, обеспечить себя клиентской базой и является основным мотиватором для молодой компании. В ряде случаев проводником подрывной инновации является компания, занимающая лидирующие позиции на рынке. Подрывная инновация для такой компании - это способ сохранения своего доминирующего положения на рынке.

Основной вопрос, который стоит перед любым предприятием - это выбор вектора развития. Разработка собственных подрывных технологий требует значительных инвестиций с высокой степенью риска, но потенциально позволяет занять лидирующие позиции на рынке или создать новый рынок, на котором предприятие автоматически станет лидером. Вложение ресурсов в поддерживающие технологии требует меньшего количества инвестиций с меньшей

степенью риска, а также позволяет сохранить традиционную клиентскую базу и даже расширить ее, но в то же время концентрирование на поддерживающих технологиях является тупиковым путем развития для продукта и для компании в целом.

Важной задачей при разработке подрывных инновационных продуктов является исследование рынка с целью обнаружения потребительского сегмента, нуждающегося в инновации и определение задач и проблем рынка, которые должны быть решены при помощи разрабатываемого продукта. При этом массовость потребительского сегмента играет ключевую роль. Для реализации наиболее успешной подрывной технологии необходим рынок такого объема, который позволит получить высокие объемы продаж. Идеальным рынком для подрывной инновации является не отдельный потребительский сегмент, например, студенты или бизнесмены, а целая экосистема, состоящая из совокупности подобных сегментов. Инновация, нацеленная на массовую аудиторию и способная завоевать ее, позволяет компании-инноватору войти в число лидеров отрасли.

Одним из методов анализа рынка может служить постоянный мониторинг ситуации на рынке с целью обнаружения инновационной активности в каком-либо его сегменте. Одним из отчетливых признаков зарождения подрывной технологии — высокие показатели роста на новых рынках и постоянное увеличение темпов роста. Все это свидетельствует о быстром развитии рынка, что может быть вызвано внедрением на нем нового подрывного продукта. Обнаружение таких динамично развивающихся новых рынков позволит отследить важные разработки еще на начальной стадии, пока они не стали крупномасштабными проектами. Дополнительным признаком подрывной инновации является оживление в определенных потребительских сегментах: это могут быть студенты, подростки, программисты, население развивающихся стран. Оживление в такой целевой потребительской группе может означать, что новый инновационный продукт позволяет решать задачи, свойственные для этой группы, настолько легко и удобно, что группа готова мириться с несовершенством подрывного продукта.

Подобный мониторинг рынка в поисках инновационной активности позволяет определить

потребительский сегмент для собственной инновации, а также позволяет сформулировать требования к продукту, в котором заинтересован рынок. Иными словами, необходимо определить сегмент рынка, находящийся в начальной фазе заинтересованности новым подрывным продуктом и использовать этот интерес в собственных целях для создания и внедрения аналогичного продукта в том же сегменте рынка. Мониторинг рынка позволяет определить, что и для кого необходимо разрабатывать. Тщательный анализ существующего продукта, его характеристик, спектра решаемых им задач и опыта его использования, позволяет создать более совершенный продукт гораздо лучшего качества, нежели его предшественник. Для инновационной деятельности такого рода становится критичным время, необходимое для разработки собственного продукта и сроки его выхода на рынок. Необходимо максимально ускорить выход собственного продукта на рынок, чтобы успеть занять определенную нишу до того момента, как произойдет насыщение рынка аналогичными продуктами, созданными конкурентами.

Дополнительным эффектом такого поиска инновационной активности на рынке может стать обнаружение подрывных инноваций или технологий, которые сами по себе не могут служить для создания собственных подрывных продуктов, но могут быть использованы для улучшения уже существующих продуктов компании. В таком случае инновации, являющиеся подрывными на другом рынке, могут выполнять роль поддерживающих.

Наиболее эффективной представляется такая концепция инновационного развития предприятия, при которой интеллектуальные ресурсы сбалансированно распределены между разработкой подрывных и поддерживающих инноваций. Деятельность компании должна сочетать в себе заботу об уже существующем рынке, ориентированность на клиента и преимущества стартапа, который может позволить себе инвестиции в перспективные подрывные технологии, не будучи обремененным необходимостью защищать существующие источники дохода. При этом поддерживающие инновации обеспечивают предприятию сохранение и расширение существующей клиентской базы, что гарантирует компании прибыль в краткосрочной перспективе. Анализ рынка в поисках возможностей для

подрывных инноваций, как и разработка подобных продуктов, убыточен в краткосрочной перспективе, о прибыльности можно говорить лишь в контексте долгосрочной перспективы, учитывая возможные риски, которые могут привести к краху подрывной инновации при выходе ее на рынок. При распределении ресурсов предприятия, особенно необходимо учесть опасность смещения баланса в сторону развития поддерживающих технологий. Подобное смещение акцентов в финансировании выглядит вполне естественным, ведь именно поддерживающие технологии позволяют компании получать прибыль, но недостаток инвестиций в разработку подрывных инноваций или недостаточность инвестиций представляет собой экзистенциальную угрозу самой компании. Это означает, что необходимо гарантировать выделение необходимого и достаточного объема ресурсов и инвестиций для разработки перспективных подрывных технологий.

Необходимо создать такую систему выделения ресурсов, которая сможет обеспечить независимость подразделений, направленных на разработку подрывных и поддерживающих технологий. Наиболее жизнеспособным является создание независимой структуры с выделенным финансированием, специально предназначенной для разработки подрывной инновации. Иными словами, компания должна создать свой стартап, успешно функционирующий в условиях низкой прибыли или при отсутствии таковой.

Подобный стартап позволяет создать лабораторную, экспериментальную среду и является своего рода инкубатором для проверки и запуска новых идей, теорий и технологий. Сама форма организации стартапа предполагает именно ту среду, которая необходима для разработки нового, инновационного продукта. Эта форма организации обладает необходимой гибкостью, способностью к быстрой адаптации в динамически меняющихся условиях, отсутствием инертности и способностью воспринимать, внедрять и использовать самые передовые технологии и методологии деятельности.

Одной из наиболее перспективных методологий развития и деятельности стартапов является подход, получивший название «бережливый стартап», *lean startup* [16]. Эта методология позволяет использовать всю гибкость свойственную стартапам для того, чтобы

организовать разработку в соответствии с методом проб и ошибок, максимально быстро проверять гипотезы и идеи разработчиков и избежать при этом крупных вливаний и затрат. Процесс разработки в «бережливом» стартапе базируется на парадигме «создать-оценить-научиться». Суть этой парадигмы такова: сначала необходимо создать минимально рабочую версию продукта и передать ее на тестирование специально отобранной таргет-группе потенциальных потребителей. Анализ результатов тестирования, позволяет оценить реакцию потребителей на продукт и внести необходимые коррективы в выбранный курс. Подобное вовлечение клиентов в процесс разработки формирует обратную связь с рынком еще до его становления и позволяет проектировать продукты и услуги, которые бы соответствовали ожиданиям и потребностям клиентов без необходимости большого объема первичного финансирования или затратных продуктовых запусков.

Наличие такой обратной связи с изначальной потребительской группой, позволяет не только влиять на процесс разработки, постоянно учитывая требования, предъявляемые к продукту, но и влиять на становление рынка, развивая клиентов, обучая и подготавливая их к внедрению и использованию нового продукта. Организовать такую обратную связь можно с использованием технологий краудсорсинга. Согласно классическому определению, краудсорсинг – это процесс привлечения к инновационной деятельности широкого круга лиц для использования их творческих способностей, знаний и опыта по типу субподрядной работы на добровольных началах с применением инфокоммуникационных технологий. Таким образом, использование передовых механизмов краудсорсинга позволит не только вовлечь в процесс тестирования необходимое количество людей, обладающих необходимыми знаниями и навыками, но и выполнить это с минимальными затратами [17].

В общем случае механизм краудсорсинга сродни тем механизмам, которые используются для вовлечения клиентов в процесс разработки поддерживающих инноваций, ориентированных на уже существующих клиентов. Отличие заключается в том, что в случае вовлечения клиентов в процесс усовершенствования продукта, клиенты принимают непосредственное



участие лишь в процессе формулирования требований к продукту. В случае обратной связи, необходимой для бережливого стартапа, клиенты принимают участие не только в формулировании потребностей, но и в последующем этапе определения продукта и тех усовершенствований, которые смогут удовлетворить их потребности. Работа, выполняемая клиентами в тесной кооперации с разработчиками фирмы, управляется компанией. Результат этой работы принадлежит компании. Можно утверждать, что подобная методика вовлечения клиентов в деятельность компании строится на предполагаемом желании энтузиастов-потребителей бесплатно или за небольшую цену поделиться своими идеями исключительно из интереса увидеть эти идеи воплощенными. В результате использования краудсорсинга компания получает в свое распоряжение инновационный инструмент, позволяющий вовлекать в решение бизнес-задач интеллектуальный потенциал онлайн - сообщества, вследствие чего появляется возможность оперативно реагировать на изменения окружающей обстановки и потребностей клиентов. Помимо этого, формируется лояльно настроенное в отношении данной компании сообщество, которое можно задействовать для решения бизнес-задач в будущем.

Методология краудсорсинга предполагает разбивку работы на мелкие части – модули. Такой стиль работы позволяет максимально быстро получить промежуточный результат и, проанализировав его, внести необходимые коррективы в план разработки и в общее направление движения. Использование современных информационных технологий упрощает процесс привлечения пользователей для участия в проекте и упрощает коммуникацию, как внутри сообщества пользователей, так и самого сообщества с компанией-разработчиком, что повышает скорость обмена информацией и, в конечном счете, позитивно влияет на качество обратной связи.

Таким образом, основные принципы работы «бережливого» стартапа – это создание экспериментальной среды, итеративный выпуск продуктов для сокращения цикла разработки, измерение прогресса, и получение ценной обратной связи от клиентов.

Особую важность при реализации концепции «бережливого» стартапа представляет

итеративный выпуск продуктов, реализуемый при помощи гибкой методологии разработки, так же известной как методология Agile. Изначально разработанная для повышения производительности при разработке программного обеспечения, гибкая методология разработки может быть использована и в других наукоемких сферах.

Сама идея методологии Agile состоит в разбиении процесса разработки продукта на серию коротких циклов – итераций, продолжительностью в несколько недель [18]. Каждая такая итерация выглядит, как проект в миниатюре и содержит в себе все основные стадии разработки – планирование, анализ требований, проектирование, тестирование. При этом, общий объем функциональности, необходимый для разработки продукта, разбивается на серию небольших задач, каждая из которых может быть выполнена в рамках одной итерации. Наиболее удачна модель, при которой каждая из таких задач имеет самостоятельную ценность для продукта. Таким образом, каждый итерационный цикл приносит в продукт небольшой, но значимый объем функциональности. Внесение новой функциональности такими дискретными и самодостаточными порциями, каждая из которых прошла все необходимые стадии разработки, приводит к тому, что в конце каждой итерации продукт готов к выпуску. Разумеется, новая функциональность, разработанная в рамках одной итерации недостаточна для выпуска новой версии, но в условиях интерактивной работы с сообществом пользователей, каждая итерация является достаточной для передачи обновленного продукта пользователям для ознакомления и тестирования. В результате тестирования вносятся необходимые коррективы в концепцию продукта и в процесс разработки.

Объединение совокупности всех минимальных задач в единый банк, в котором четко определены зависимости между конкретными задачами и расставлены приоритеты, позволяет планировать процесс разработки и контролировать ее выполнение. Наличие обратной связи с пользователями позволяет переоценивать приоритеты разработки после каждого итерационного цикла. Таким образом, достигается гармоничное развитие продукта с именно тем набором функций, который наиболее важен для пользователей.

При разработке нового наукоемкого и технологически сложного продукта, разработка

первого варианта с самой базовой функциональностью, прототипа, который может быть показан потенциальным пользователям, занимает значительное время. Это означает, что в результате первых итерационных циклов не создается какой-либо продукт, который может быть объектом анализа сообщества, а значит, на этой стадии пользователи не могут быть вовлечены в разработку. Необходимо стремиться к сокращению этого «инкубационного» периода и как только продукт обретает форму и обрывает минимальную функциональностью, начать процесс вовлечения сообщества в процесс разработки.

Таким образом, внедрение гибких методологий разработки позволяет максимально эффективно контролировать процесс разработки и оперативно реагировать на требования сообщества. Методологии Agile позволяют достичь быстрого и заметного прогресса в разработке и минимизировать риски.

### **Выводы и направление дальнейших исследований (Conclusion)**

По результатам проведенного исследования можно сформулировать основной вывод о необходимости совместного использования поддерживающих и подрывных инноваций. Поддерживающие инновации позволят сохранить фирме свою клиентскую базу и обеспечить необходимый уровень дохода в краткосрочной перспективе, что позволит выделить необходимые средства для подрывных разработок, нацеленных в будущее, однако, разработка подрывных продуктов является экзистенциально важной для компании, именно она позволит компании удержаться на плаву и обеспечит компании входение на новые рынки. С позиций отрасли и рынка в целом, именно подрывные инновации являются основной движущей силой развития.

В дополнение к основному выводу, можно сформулировать набор практических рекомендаций, которые позволят повысить эффективность инновационной деятельности предприятия при внедрении подрывных технологий.

1. *Анализ потенциального рынка для инновации.* Необходимо стремиться к наиболее массовому рынку для своего продукта. Наиболее успешным будет продукт, созданный не для узкой группы пользователей, а для всех. Необходимо использовать все доступные средства для

расширения потенциального рынка, одним из которых является наличие интеграционных свойств, что делает возможным использование продукта в качестве модуля, интегрируемого в другие продукты или позволяет интегрировать другие продукты в качестве модулей к продукту-платформе. Подобные возможности позволят существенно расширить область применения продукта, а также обратить себе на пользу коммерческий успех других продуктов.

2. *Достаточное выделение ресурсов для разработки подрывных инноваций.* Наиболее эффективной будет такая форма организации, при которой ресурсы, выделяемые на разработку подрывных инноваций независимы от основного бизнеса компании. Гарантированность этих ресурсов является залогом непрерывной разработки. Оптимальным решением является создание дочерней компании с отдельным бюджетом и кадровым составом, ориентированным на разработку подрывного продукта.

3. *Использование современных концепций организации предприятия и методологии работы.* Использование концепции «бережливого» стартапа позволит создать гибкую, динамичную и адаптируемую экосистему разработки с учетом необходимых проб и возможных ошибок и избежать при этом крупных вливаний и затрат.

4. *Вовлечение потенциальных клиентов в процесс разработки.* Использование современных технологий краудсорсинга позволяет создать сообщество потенциальных пользователей продукта и вовлечь это сообщество в разработку, что позволит максимально учесть требования рынка к разрабатываемому продукту. Наличие подобной обратной связи позволит как улучшить качество изделия, вовремя предотвратить возможные ошибки, так и существенно сократить сроки разработки.

5. *Использование современных методологий разработки, таких как Agile.* Итерационная разработка является неотъемлемой частью концепции «бережливого» стартапа. При помощи этой методологии обеспечивается инкрементальное приращение функциональности продукта и поддерживается постоянная готовность продукта к выпуску, что позволяет уменьшить итоговое время разработки и тестирования, а также вовремя вносить коррективы в стратегию развития продукта.

Наиболее интересным направлением дальнейших исследований является создание математической модели инноваций, которая позволит оценить потенциал данной инновации. Иными словами, необходим математический аппарат, который позволит с достаточной степенью достоверности предсказать, является ли данная инновация подрывной. Помимо этого, необходимы дополнительные исследования в сфере организации инновационной деятельности на предприятии. Внедрение современных методологий позволит наиболее эффективно использовать имеющиеся ресурсы и тем самым сократить сроки и затраты, изначально необходимые для разработки подрывной технологии.

### Библиографический список

1. Руководство Осло. Рекомендации по сбору и анализу данных по инновациям. Третье издание. Перевод с английского; издание второе исправленное. М., 2010.
2. Агарков С. А., Кузнецова Е. С., Грязнова М. О. Инновационный менеджмент и государственная инновационная политика. М.: Академия Естествознания, 2011. ISBN 978-5-91327-137-2
3. Пригожин А.И. Методы развития организаций. М.: МЦФЭР, 2003. 863 с.: ил. ISBN 5-7709-0198-5.
4. Основы инновационного менеджмента: Теория и практика / Под ред. П. Завлина, А. Казанцева, Л. Миндели. М.: Экономика, 2000.
5. Пригожин А.И. Нововведения: стимулы и препятствия. М.: Политиздат, 1989.
6. Инновационный менеджмент / С.Д. Ильенкова, Л.М. Гохберг, С.Ю. Ягудин и др. М.: Банки и биржи, ЮНИТИ, 1997.
7. Инновационный менеджмент / Под ред. Л.Н. Оголевой. М. Инфра-М, 2001.
8. Клейтон М. Кристенсен. Дилемма инноватора: Как из-за новых технологий погибают сильные компании. М.: Альпина Паблишер, 2012. 253 с. ISBN 978-5-9614-6785-7.
9. Э. Олтман, Дж. Синфилд, М.Джонсон и др. Руководство инноватора: Как выйти на новых потребителей за счет упрощения и удешевления продукта М.: Альпина Паблишер, 2011. 346 с. ISBN:978-5-9614-1343-4.
10. Clayton M. Christensen, Michael Raynor, Rory Mcdonald. What is disruptive innovation? // Harvard Business Review 2015. URL: <http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/ey-hbr-disruptive-innovation/%24FILE/ey-hbr-disruptive-innovation.pdf> (accessed: 28.04.2018)
11. Харин А.А., Рождественский А.В., Коленский И.Л. Управление инновационными процессами: учебник для образовательных организаций высшего образования. М.-Берлин: Директ-Медиа, 2016. 471 с. ISBN 978-4475-5545-0.
12. Методы и инструменты управления инновационным развитием промышленных предприятий // И.Л. Туккель, С.А. Голубев, А.В. Сурина, Н.А. Цветкова / Под ред. И.Л. Туккеля. СПб.: БХВ-Петербург, 2013. 208 с. ISBN 978-5-9775-0896-4
13. Фатхутдинов Р.А. Инновационный менеджмент: учебник для вузов. 6-е изд. СПб.: Питер, 2012.
14. Медынский В.Г. Инновационный менеджмент. М.: Инфра-М, 2010.
15. Гольдштейн Г.Я. Стратегический инновационный менеджмент: Учебное пособие // Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2004. 267 с.
16. Эрик Рис. Бизнес с нуля: Метод Lean Startup для быстрого тестирования идей и выбора бизнес-модели. М.: Альпина Паблишер, 2018. 240 с. ISBN 978-5-9614-1801-9.
17. Джефф Хау. Краудсорсинг. Коллективный разум как инструмент развития бизнеса М.: Альпина Паблишер, 2012. 288 с. ISBN 978-5-9614-1889-7.
18. Майк Кон. Scrum: гибкая разработка ПО. М.: Вильямс, 2011. С. 576. ISBN 978-5-8459-1731-7.

Поступила в редакцию – 10 мая 2018 г.

Принята в печать – 15 июня 2018 г.

### References

1. Oslo Manual. Guidelines for collecting and interpreting innovation data. 3<sup>rd</sup> edition. Russian translation. 2<sup>nd</sup> edition. M., 2010.

2. Agarkov S. A., Kuznetsova E. S., Gryaznova M. O. Innovation management and state innovation politics. M.: *Akademia Estestvoznania* = Natural Sciences Academy, 2011. ISBN 978-5-91327-137-2
3. Prigozhin A.I. Organization development methods. M.: МЦФЭР, 2003. 863 с.: ил. - ISBN 5-7709-0198-5.
4. Innovation Management Basics: Theory and Practice/ Eds. P. Zavlin, A. Kazantseva, L. Mindeli. M.: *Ekonomika* = Economics, 2000.
5. Prigozhin A.I. Innovations: incentives and encumbrances. M.: Politizdat, 1989.
6. Innovation management / S.D. Ilyenkova, L.M. Gokhberg, S.Y. Yagudin and others. M.: Banki I birzhi = Banks and bourses, Unity, 1997.
7. Innovation Management / Eds. L.N. Ogoleva. M. Infra-M, 2001.
8. Clayton M. Christensen. The Innovator's Dilemma: When New Technologies Cause Great Firms to Fail. M.: Alpina Publisher, 2012. 253 p. ISBN 978-5-9614-6785-7.
9. Altman E. Anthony S. Johnson M. Sinfield J. The Innovator's Guide to Growth. M.: Alpina Publisher, 2011. 346 p. ISBN:978-5-9614-1343-4.
10. Clayton M. Christensen, Michael Raynor, Rory McDonald. What is disruptive innovation? // Harvard Business Review 2015. URL: <http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/ey-hbr-disruptive-innovation/%24FILE/ey-hbr-disruptive-innovation.pdf> (accessed: 28.04.2018)
11. Kharin A. A., Rozhdestvensky A. V., Kolensky I. L. Innovation Process Management: high school textbook. M.-Berlin: Direct-Media, 2016. 471 p. ISBN 978-4475-5545-0.
12. Methods and controlling tools of innovation development of production companies // I.L. Tukkel, S.A. Golubev, A.V. Surina, and others. SPb.: ИРМ-Петербург, 2013. ISBN 978-5-9775-0896-4
13. Fathutdinov R.A. Innovation Management: high school textbook. 6<sup>th</sup> edition. SPb.: Piter, 2012.
14. Medinsky V. G. Innovation Management. M.: Infra-M, 2010.
15. Goldshtein G. Y. Strategic Innovation Management: Textbook // Таганрог: TRTU, 2004. - 267 p.
16. Eric Ries. The Lean Startup: How Today's Entrepreneurs Use Continuous Innovation to Create Radically Successful Businesses M.: Alpina Publisher, 2018. 240 с. ISBN 978-5-9614-1801-9.
17. Jeff Howe. Crowdsourcing: Why the Power of the Crowd is Driving the Future of Business. M.: Alpina Publisher, 2012. 288 p. ISBN 978-5-9614-1889-7.
18. Mike Cohn. Succeeding with Agile: Software Development Using Scrum. M.: Williams, 2011. ISBN 978-5-8459-1731-7.

Received – 10 May 2018.

Accepted for publication – 15 June 2018.

# ПОДГОТОВКА КАДРОВ ДЛЯ СФЕРЫ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА

DOI: 10.25065/1810-4894-2018-26-2-53-61

УДК 339.9

## ПРОБЛЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ КРОСС-КУЛЬТУРНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ ПЕРСОНАЛА ПРЕДПРИЯТИЯ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ МЕЖДУНАРОДНОГО СОТРУДНИЧЕСТВА

**Е.В. Волкодавова, А.П. Жабин, Г.И. Яковлев, А.Н. Евдокимов**

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

**Введение.** Российская экономика успешно интегрируется в воспроизводственные сегменты глобального рынка, несмотря на ряд очевидных ограничений и проблем геоэкономического характера. Важной проблемой успешного участия в системе мирохозяйственных связей является формирование кросс-культурных компетенций персонала предприятий, осуществляющих внешнеэкономическую деятельность.

**Данные и методы.** В процессе исследования применены классические методы комплексного и системного анализа, а также специфические методы исследования: концепции рационального поведения рыночных субъектов, кампаративного анализа, которые позволили исследовать факторы формирования компетенций, сформулировать теоретическую модель формирования компетенций и алгоритм ее построения.

**Полученные результаты.** Представлены результаты проведенного авторами прикладного исследования с целью выявления критических областей, а также оценки влияния факторов формирования кросс-культурных компетенций персонала организации, функционирующей в глобальной среде. Разработан новый подход к формированию теоретической модели компетенций, предполагающий основой их формирования у персонала компетенции предприятия. Сформулированы общепрофессиональные кросс-культурные компетенции предприятия и персонала. Предложены практические рекомендации по формированию моделей компетенций с учетом отраслевых особенностей деятельности предприятий.

**Заключение.** Внедрение разработанной модели позволит повысить эффективность внешнеэкономической деятельности российских предприятий в конкретных сегментах глобального рынка на основе формирования совокупности актуальных кросс-культурных компетенций предприятия и персонала

**Ключевые слова:** глобальный рынок, международная интеграция, предприятия (организации) - участники внешнеэкономической деятельности, межкультурные коммуникации, факторы кросс-культурной некомпетентности, модель компетенции, компоненты кросс-культурных компетенций

---

### Сведения об авторах:

**Елена Викторовна Волкодавова** (д-р экон. наук, профессор, [vev.sseu@gmail.com](mailto:vev.sseu@gmail.com)), профессор кафедры менеджмента.

**Александр Петрович Жабин** (д-р экон. наук, профессор, [zhabin@sseu.ru](mailto:zhabin@sseu.ru)), заведующий кафедрой менеджмента.

**Геннадий Иванович Яковлев** (д-р экон. наук, профессор, [dmms7@rambler.ru](mailto:dmms7@rambler.ru)), профессор кафедры менеджмента.

**Анатолий Николаевич Евдокимов** (канд. экон. наук, доцент, [evdokimovan60@mail.ru](mailto:evdokimovan60@mail.ru)), профессор кафедры менеджмента.

### On authors:

**Elena V. Volkodavova** (Dr. Sci. (Economy), Professor, [vev.sseu@gmail.com](mailto:vev.sseu@gmail.com)), Professor of the Department of Management.

**Alexander P. Zhabin** (Dr. Sci. (Economy), Professor, [zhabin@sseu.ru](mailto:zhabin@sseu.ru)), Head of the Department of Management.

**Gennady I. Yakovlev** (Dr. Sci. (Economy), Professor, [dmms7@rambler.ru](mailto:dmms7@rambler.ru)), Professor of the Department of Management.

**Anatoly N. Evdokimov** (Cand. Sci. (Economy), Assistant Professor, [evdokimovan60@mail.ru](mailto:evdokimovan60@mail.ru)), Professor of the Department of Management.

### Для цитирования:

Волкодавова Е.В., Жабин А.П., Яковлев Г.И., Евдокимов А.Н. Проблемы формирования кросс-культурных компетенций персонала предприятия при осуществлении международного сотрудничества // Организатор производства. 2018. Т.26. №2. С. 53-61. DOI: 10.25065/1810-4894-2018-26-2-53-61

### ISSUES OF CROSS-CULTURAL COMPETENCIES OF ENTERPRISE PERSONNEL WHILE CONDUCTING INTERNATIONAL COOPERATION

E.V. Volkodavova, A.P. Zhabin, G.I. Yakovlev, A.N. Evdokimov

Samara State University of Economics

141, Soviet Army St., Samara, 443090, Russia

**Introduction.** Despite a number of obvious restrictions and issues of geo-economic character, the Russian economy is successfully integrated into reproduction segments of the global market. Formation of cross-cultural competencies of enterprise personnel, conducting international economic activity, is an important issue of successful participation in the system of world economic relations.

**Data and Methods.** In the course of the study, classical methods of complex and system analysis and also specific research methods are applied: concepts of rational behavior of market subjects, comparative analysis, which allowed us to investigate formation factors of competencies, to formulate theoretical formation model of competencies and an algorithm of its construction.

**Results.** The results of the conducted applied research are presented for the purpose of detection of critical areas and also for impact assessment of formation factors of cross-cultural competencies of organization personnel, which functions in the global environment. A new approach to formation of a theoretical competency is developed. General professional cross-cultural competencies of an enterprise and personnel are formulated. Practical recommendations for competency models are offered with due account of branch features of an enterprise activity.

**Conclusion.** Implementation of the created model will allow us to increase efficiency of foreign economic activity of Russian enterprises in concrete segments of the global market based on formation of a set of relevant cross-cultural competences of enterprises and personnel

**Key words:** global market, international integration, enterprises (organizations) – participants of international economic activity, intercultural communication, factors of cross-cultural incompetency, competency model, components of cross-cultural competencies

### For citation:

Volkodavova E.V., Zhabin A.P., Yakovlev G.I., Evdokimov A.N. (2018). Issues of cross-cultural competencies of enterprise personnel while conducting international cooperation. *Organizator proizvodstva* = Organizer of Production, 26(2), 53-61. DOI: 10.25065/1810-4894-2018-26-2-53-61 (in Russian)

### Введение

Процесс интеграции российских предприятий в глобальную экономическую среду продолжается уже несколько десятилетий. Отдельные предприятия уже нашли на мировом рынке свои ниши и успешно в них функционируют, другие же только делают попытки встраивания в глобальные воспроизводственные цепочки. Конкурентоспособность российской промышленности в основных сегментах глобального рынка пока еще только формируется и многим российским предприятиям до сих пор трудно быть успешными в международной экономической среде.

Понятно, что эффективно работать в глобальной среде могут только предприятия, адаптированные к влиянию факторов конкурентоспособности. К факторам формирования международной конкурентоспособности предприятий можно отнести политические, социально-экономические, технические, технологические, производственно-хозяйственные, национальные и др. Изучению влияния национальных факторов российские предприниматели обычно уделяют недостаточно внимания, а именно это приводит к когнитивному диссонансу и кросс-культурной некомпетентности менеджмента предприятий. Можно привести ряд

примеров, когда успешно функционирующие на внутреннем рынке предприятия из-за кросс-культурной некомпетентности не смогли достаточно результативно работать на зарубежных рынках. Успешная работа в глобальной среде требует органичного взаимодействия предприятий в материальной и нематериальной сферах экономики на базе интеграции ресурсного и человеческого капитала.

Несомненно, что развитие взаимодействия ресурсов и капиталов предприятий разных стран мира должно происходить с учётом специфики использования человеческого капитала в системе HR-менеджмента разных стран. Для этого требуется постоянное развитие компетенций (в т.ч. кросс-культурных) предприятия и его ключевых управленцев - менеджеров.

### *Теория*

Исследованию профессиональных, управленческих, кросс-культурных компетенций менеджеров организаций большое внимание уделяли ученые и практики многих стран мира. Заметный вклад в развитие теоретических и методических основ формирования профессиональных компетенций внес Д. МакКелланд (1), который ввел в научный оборот понятие "компетенции", определяющее поведенческие характеристики специалиста с позиций его соответствия и результативности выполняемой работы. Теория компетенций получила дальнейшее развитие в трудах Р. Бояциса (2) и Л. Спенсера, С. Спенсера (3). Исследования Р. Бояциса, проведенные на широкой эмпирической базе, позволяют выявить характеристики менеджеров, определяющие эффективность их функционирования в той или иной управляющей должности.

В научном труде "Компетенции на работе. Модели максимальной эффективности работы" Л. Спенсер и С. Спенсер (3) представили свою концепцию компетенций, разработали Словарь компетенций, включающий шкалу их измерения, технологию и алгоритмы построения модели компетенции, методы оценки компетенций, методы определения соответствия человека и работы. Примечательно, что данное исследование затрагивает в т.ч. и компетенции межкультурного взаимодействия специалистов разных стран. С. Уиддет и С. Холлифорд в своем трактате "Руководство по компетенциям" изложили оригинальную трактовку компетенций менеджеров, типичную схему их структуры, области применения, условия репрезентативности и

характеристики хорошей модели компетенций (4).

В условиях глобализации особое значение имеют исследования кросс-культурных компетенций деятельности международных альянсов, размещающих производства и отделения во многих странах. В своих трудах классики теории межкультурных деловых коммуникаций Р. Льюис (5), Г. Ховстеде (6,7), Ф. Тромпенаарс, Ч. Хампден-Тёрнер (8), исследуя, каждый по своей оригинальной критериальной системе оценки, национальные аспекты деятельности менеджеров разных стран, касаются вопросов формирования их кросс-культурной компетентности. Эти исследования помогают выработать нужные компетенции работы с представителями конкретной национальной культуры, что снижает риск кросс-культурной некомпетентности, повышает эффективность создания потоков потребительских ценностей.

Так, Р. Льюис в своем труде (5) применительно к межкультурным деловым коммуникациям с представителями ряда национальных культур сформулировал инструмент формирования кросс-культурных компетенций, позволяющий достигать при их проведении наибольшего эффекта. В его таблице "Поведенческая характеристика" совместно исследуются ключевая позиция представителей конкретной национальной культуры; факторы, способствующие сближению, а также ситуации или действия, которые недопустимы в общении с представителями данной культуры, что является хорошим подспорьем для деятелей международного бизнеса в управлении ТНК.

Герт Хофстеде (6,7) сформулировал характеристики национальной культуры и «измерил» их для культур различных стран по следующим критериям: индивидуализм - коллективизм; дистанция власти; стремление к избеганию неопределенности; мужественность - женственность; долгосрочная - краткосрочная ориентация и др., имеющие значимость для деятельности мультинациональных компаний в различной среде. Выявление и измерение характеристик позволяет применительно к коммуникациям с представителями данной национальной культуры выработать конкретные кросс-культурные компетенции эффективного взаимодействия с ними, повысить производительность труда. В свою очередь, Ф. Тромпенаарс и Ч. Хампден-Тёрнер (8) дифференциацию национальных культур проводит по линии: универсализм— партикуля-

ризм; индивидуализм — коллективизм; нейтральность — эмоциональность; конкретное — диффузное ("рассеянное"); достижение — аскрипция ("приписывание"); отношение ко времени; отношение к окружающей среде. Кроме этого, результаты исследования позволяют измерить влияние национальной культуры на организационную культуру предприятий, и выделяются их четыре типа: семья, Эйфелева башня, самонаводящаяся ракета, инкубатор. В данном случае результаты исследования позволяют сформулировать компетенции не только персонала, но и предприятия, характерные для культуры страны его базирования, по исследованиям ChaoMiao, RonaldH. Humphrey, ShanshanQian (9). Robert C. Weigl показал особенности формирования межкультурной компетентности посредством культурного самообучения (10).

Современные российские ученые Мясоедов С., Мартиросян Э., Бронникова Ю., Балакирева С.М. (11,12), исследовали вопросы формирования компетенций менеджмента российских корпораций и оценки уровня их компетентности. Черняк Н.В. (13) исследовала существующие классификации моделей межкультурной компетенции, Яковлев Г.И. показал системные свойства компетенций персонала и конкурентоспособности предприятия при осуществлении им внешнеэкономической деятельности (16). С.М.Балакирева (12) исследовала управленческие компетенции менеджеров как условие повышения конкурентоспособности внешнеторговых организаций. В своей работе она предложила теоретическую модель содержания понятий компетентности и компетенций, которая описывает их характеристики применительно к рабочему месту и человеку, причем, на наш взгляд, они общепрофессиональные, справедливые не только для специалистов внешнеторговой, но любой организации, осуществляющей внешнеэкономическую деятельность. Основу формирования компетенции менеджеров С.М. Балакирева "привязывает" к "... корпоративному уровню и уровню организационной структуры компании, выделяя следующие виды компетенций: профессиональные, управленческие, корпоративные. (12)"

В своей статье А. Панченко и И.Тихомирова (14) представили свой взгляд на факторы кросс-культурной некомпетентности. Авторы статьи согласны с А. Панченко и И.Тихомировой, что факторы кросс-культурной некомпетентности

менеджеров формируются под воздействием ряда условий их функционирования, к которым относятся: рыночные (неспособность найти правильную рыночную нишу, адаптироваться к новым условиям бизнес-среды, отсутствие перспективных продуктов); управленческие (неопределенность позиции и стратегических установок, ошибки с назначением эффективных топ-менеджеров, ошибки в выборе партнеров, слабые способности установления взаимовыгодных партнерских отношений, оценки возможностей групп влияния, местного сообщества, которые могут существенно влиять на экономико-политическую обстановку, условия производства тех или иных продуктов), административные (связанные с отношениями со штаб-квартирой, взаимного недоверия и неуважения между головным офисом и дочерней компанией, неспособность творческой диффузии передовых методов и идей, наработанных персоналом в одной стране, на других рынках) (14).

При внимательном рассмотрении, авторы данной статьи считают из вышеперечисленного списка факторами кросс-культурной некомпетентности менеджеров только факты ошибок с назначением эффективных топ-менеджеров, выбора партнеров, слабых способностей установления взаимовыгодных партнерских отношений, а также неспособность творческой диффузии передовых методов и идей, наработанных персоналом от страны к стране, на других рынках. Все остальные, по нашему мнению, относятся к профессиональной, управленческой или корпоративной компетентности.

### *Данные и методы*

Методологической и теоретической основой исследования являются:

- метод комплексного анализа, который дал возможность охватить широкий ряд вопросов и проблем формирования кросс-культурных компетенций менеджеров российских промышленных предприятий;
- метод системного анализа, с помощью которого исследованы вопросы взаимосвязи и взаимозависимости профессиональных, управленческих и кросс-культурных компетенций у российских менеджеров;
- концепция рационального поведения рыночных субъектов, принципы которой позволили выполнить систематизацию профессиональных компетенций и сформулировать базовые и ключевые



чевые кросс-культурные компетенции российских менеджеров;

- метод монографического кабинетного исследования, позволивший выявить вклад российских и зарубежных ученых в развитие теории и практики формирования профессиональных, в т.ч. кросс-культурных компетенций;

- компаративный анализ, позволяющий делать выводы о степени решения проблемы формирования кросс-культурных компетенций в российской и зарубежной культуре.

Экспериментальная база исследования - внешнеэкономическая деятельность менеджмента российских промышленных предприятий.

### **Модель**

Исследование отечественных и зарубежных источников (1-14, 16) позволяет сделать вывод, что в настоящее время корпоративным моделям компетенций отводится ключевая роль в системе HR-менеджмента. При формировании моделей компетенции менеджеры организации учитывают множество общепрофессиональных и специфических факторов, связанных с развитием и использованием кадрового потенциала применительно к отраслевым особенностям и условиям деятельности конкретной организации. Множество подходов и моделей формирования компетенций, изложенных в отечественной и зарубежной литературе, наводит на мысль, что в среде специалистов пока не выработана унифицированная модель компетенций.

Неслучайно в своих исследованиях Черняк Н.В. (13) отмечает рост числа моделей межкультурной компетенции, компонентное содержание

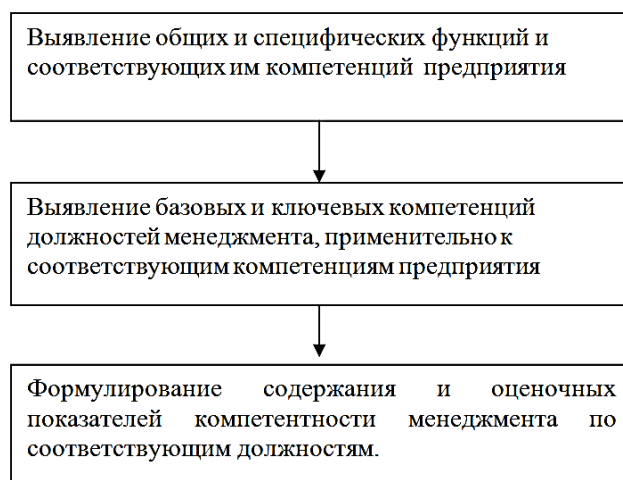
которых зависит от предметной принадлежности. При этом рассмотрение структуры межкультурной компетенции сквозь призму разных областей знаний привело не к ее уточнению, а к отсутствию общепринятой номенклатуры, с несопоставимыми результатами у исследователей разных авторов. Единственно разделяемым всеми авторами оригинальных моделей является представление о межкультурной компетенции как о предпосылке успешного акта межкультурной коммуникации" (13), при этом их элементы часто несопоставимы, вследствие сложности человеческой природы и разнообразия национального состава персонала международных предприятий.

В данной статье авторы излагают свою точку зрения (приведена ниже) на содержание модели кросс-культурной компетенции менеджера промышленного предприятия.

### **Полученные результаты**

Отправной точкой при анализе компетенций и компетентности менеджера должны стать компетенции предприятия, определяющие функции, направления формирования и методы оценки компетенций работников всех уровней. Иначе мы не сможем выявить особенности и всю полноту функций работников, выполняемых в рамках конкретных должностей и сформулировать их компетенции, связанные с отраслевой или иной спецификой функционирования предприятия.

Теоретическая модель формирования компетенций должна строиться по следующему алгоритму (рисунок):



Алгоритм формирования компетенций персонала предприятия  
Algorithm for forming the competences of the personnel of the enterprise

## Подготовка кадров для сферы организации производства

Компетенции предприятия, осуществляющего ВЭД в направлении импортозамещения, описаны Жабиным А.П., Волкодавовой Е.В. в (15). Считаем, что кросс-культурные компетенции предприятия следует формировать в трех направлениях:

- Профессионально-кадровые;
- Организационно - управленческие;
- Коммуникативные.

Для выявления и формулирования кросс-культурных компетенций авторы проводили опрос менеджеров предприятий, обучающихся в рамках Программы подготовки управленческих кадров по направлению "Менеджмент" (далее Программа), проводимой в Самарском государственном экономическом университете с 2001 года по настоящее время. По окончании обучения 80% слушателей Программы, являющихся

руководителями действующих предприятий, проходят зарубежные стажировки на ведущих фирмах Запада. Опрос проводился дважды: в 2007г. в нем приняли участие 200 слушателей, в 2017г. - 120 слушателей Программы.

Результаты проведенного исследования позволили выявить, что на формирование и развитие общепрофессиональных компетенций управленца сегодня оказывает влияние совокупность ряда факторов: индивидуальные психофизиологические особенности личности; социальная среда; собственная активность личности; а на формирование и развитие кросс-культурных компетенций: особенности условий ведения бизнеса на рынках сбыта продукции, базовые ценности национальных культур, языковая подготовка. Результаты анкетирования представлены в табл.1.

Таблица 1

Факторы формирования компетенций слушателя Программы, необходимых для успешной стажировки (работы) в зарубежной фирме

Table 1

Factors forming the competencies of the Program participant required for successful internship (work) in a foreign firm

Факторы формирования компетенции	Результаты оценки, чел.	
	2007г.	2017г.
Содержание поставленных задач, особенности их исполнения	99%	99%
Инновационный и творческий подход в деятельности	90%	95%
Национальные особенности условий ведения бизнеса	80%	78%
Психологический климат в коллективе, взаимоотношения сотрудников	75%	74%
Политика предприятия по стимулированию действий и результатов	66%	66%
Направления развития мотивов через достижение результатов	95%	95%
Оценка собственных возможностей слушателя	98%	97%
Здоровье и физическое самочувствие слушателя	99%	99%
Опыт мобилизации сил в решении сложных задач	78%	87%
Умение контролировать и регулировать уровень собственной готовности к действиям	67%	69%
Различие восприятия базовых ценностей организационной культуры	59%	78%
Уровень языковой подготовки	99%	99%
Необходимость владения техникой межкультурных деловых коммуникаций	87%	90%
Возможность попадания в стрессовые ситуации	56%	69%
Необходимость перемещения на длинные расстояния	45%	65%

Данные таблицы показывают изменение приоритетов профессиональной деятельности в восприятии менеджеров предприятий на протяжении 10 лет. Так, произошла серьезная переоценка по критериям «различие восприятия базовых ценностей организационной культуры», «необходимость перемещения на длинные рас-

стояния», «опыт мобилизации сил в решении сложных задач», «возможность попадания в стрессовые ситуации», что свидетельствует о понимании роста значимости личных способностей и умений людей в международном деловом общении.

## Подготовка кадров для сферы организации производства

Учитывая результаты опроса, представленные в табл.1 и исследования авторов в области формирования компетенций предприятия, осуществляющего внешнеэкономическую деятельность,

изложенных, например в (15, 16), были сформулированы важные кросс-культурные компетенции менеджмента, представленные в табл. 2.

Таблица 2

Кросс-культурные компетенции менеджмента международных предприятий, функционирующих в глобальной среде

Table 2

Cross-cultural competence of management of international enterprises operating in a global environment

Компетенции предприятия	Компетенции менеджера
<i>профессионально-кадровые</i>	
наличие высококвалифицированного персонала, способность организовать его подготовку и переподготовку применительно к требованиям работы в конкретной зарубежной стране	высокая квалификация, способность к обучению и переподготовке для работы в конкретной зарубежной стране
способность сохранять темпы устойчивого развития в условиях неопределенной экономической среды глобального рынка	знание методов ведения бизнеса в условиях неопределенности; быстрое реагирование; высокая скорость принятия оптимального управленческого решения; стрессоустойчивость
<i>организационно-управленческие</i>	
мотивационная система предприятия построена с учетом особенности мотивационных методов, принятых в разных странах	мотивировать персонал с учетом особенности мотивационных методов, принятых в разных странах
функционирование предприятия на рынках стран моно-, поли-, реактивных национальных культур	умение планировать собственную деятельность и деятельность подчиненных в моно-, поли-, реактивной среде
способность формировать мультинациональную команду управленцев	способность анализировать собственную деятельность и деятельность подчиненных в мультинациональной компании
<i>коммуникативные</i>	
возможности лоббирования своих интересов на рынках зарубежных стран	умение устанавливать контакт с представителями различных культур; умение слушать и давать обратную связь; межличностное понимание
успешная работа предприятия в нескольких сегментах зарубежного рынка	мобильность передвижения; знание делового иностранного языка

Содержательный анализ показывает, что сформулированные в табл.2 компетенции, являются, по сути, общепрофессиональными и, по мнению авторов, составляют основу модели кросс-культурных компетенций персонала организации. Для формирования целостной модели компетенций персонала предприятия ее необходимо дополнить кросс-культурными компетенциями, связанными с отраслевыми или иными особенностями осуществления бизнеса данной организацией. Например, специальные знания в области ведения бизнеса, программного обеспечения, инновационных методов организации производственных процессов и др. окажутся

различными для предприятий, функционирующих в сфере сетевого ритейла или же производителя бурового породоразрушающего инструмента, консалтинговой компании.

### *Заключение*

Процесс глобализации определяет тенденции конвергентного и дивергентного развития национальных культур, и как следствие, изменения, влияющие на характер кросс-культурного взаимодействия агентов рынка, направления и особенности формирования механизма их бизнес-взаимодействия. Следовательно, для того, чтобы иметь конкурентные преимущества, каждое предприятие должно четко формулировать

свою модель компетенции (в т.ч. кросс-культурных) и соответствующую им модель компетенции персонала. Именно этим и объясняется наличие множества моделей компетенций, описанных в отечественной и зарубежной литературе. Поэтому, теоретический подход к формированию кросс-культурных компетенций персонала, изложенный в данной статье, поможет менеджменту предприятия, функционирующего в сегментах глобального рынка, сформировать свою модель, с полным учетом функций, направлений и особенностей его деятельности.

### Библиографический список

1. McClelland, D.C. (1973), Testing for competence rather than for intelligence, *American Psychologist*, 28, p.1-14
2. Ричард Бояцис: Компетентный менеджер. Модель эффективной работы, 1982 Изд-во: ГИППО, 2008, 352с.
3. Спенсер Л., Спенсер С. Компетенции на работе. Модели максимальной эффективности работы. 2010, Издательство: ГИППО, 372 с.
4. С.Уиддет, С Холлифорд: Руководство по компетенциям Изд-во: Гиппо, 2008, 228с.
5. Р.Льюис Столкновение культур. Путеводитель для всех, кто делает бизнес за границей.-М.: Манн, Иванов и Фербер, 2013.-640 с.
6. Geert Hofstede, *Culture's Consequences* SAGE , 1984, 327 p.
7. Geert Hofstede, Gert Jan Hofstede, Michael Minkov. *Allemaal andersdenkenden: omgaan met cultuurverschillen*, 2012, Business contact, 576 p.
8. Ф. Тромпенаарс и Ч. Хампден-Тернер. Национально-культурные различия в контексте глобального бизнеса.-Мн.: ООО"Попкрри", 2004.-528с.
9. Chao Miao, Ronald H. Humphrey, Shanshan Qian. A cross-cultural meta-analysis of how leader emotional intelligence influences subordinate task performance and organizational citizenship behavior // *Journal of World Business*, 2018.
10. Robert C. Weigl. Intercultural competence through cultural self-study: A strategy for adult learners // *International Journal of Intercultural Relations*, Volume 33, Issue 4, July 2009, P. 346-360.
11. Мясоедов С., Мартиросян Э., Бронникова Ю. Проблемы управления человеческими ресурсами в транснациональных корпорациях // *Проблемы теории и практики управления* №11, 2015
12. Балакирева С.М. Управленческие компетенции менеджеров как условие повышения конкурентоспособности внешнеторговых организаций // *Российский внешнеэкономический вестник* 2012, №10 С. 54-60.
13. Черняк Н.В. Классификации моделей межкультурной компетенции Альманах современной науки и образования. Тамбов: Грамота, 2015. № 2. С. 119-125
14. Панченко А., Тихомирова И. Менеджмент в глобальной деревне // *Менеджмент, маркетинг, PR рубрика: Корпоративная культура*, <http://www.m21.com.ua/?p=104>, (эл. ресурс, дата обращения 23.03.2017)
15. Жабин А.П., Волкодавова Е.В., Шатрова Е.С. Компетентностный подход к организации процесса импортозамещения на предприятиях российской промышленности // *Экономика: вчера, сегодня, завтра*. 2016. № 9. С. 129-140.
16. Яковлев Г.И. Системные свойства конкурентоспособности предприятий промышленности в мирохозяйственных связях // *Вестник Самарского государственного экономического университета*. 2007. № 4. с. 193-201.

Поступила в редакцию – 4 мая 2018 г.

Принята в печать – 15 июня 2018 г.

### References

1. McClelland, D.C. (1973), Testing for competence rather than for intelligence, *American Psychologist*, 28, p.1-14
2. Richard Boyatzis (2008): *Competent manager. Model of Effective Work*, 1982 Publishing House: GIPPO, 352p.
3. Spencer L., Spencer S.(2010) *Competencies at work. Models of maximum efficiency*, Publisher: GIPPO, 372 с.

4. S. Widdet, C. Holliford (2008): A Handbook of Competencies Publishing House: Hippo, 228p.
5. R. Lewis (2013) The clash of cultures. A guide for all who do business abroad-M: Mann, Ivanov and Ferber, 2013.-640 p.
6. Geert Hofstede, Culture's Consequences SAGE, 1984, 327 p.
7. Geert Hofstede, Gert Jan Hofstede, Michael Minkov. (2012), Allemaal andersdenkenden: omgaan met cultuurverschillen, Business contact, 576 p.
8. F. Trompenaars and C. Hampden-Turner. (2004) National-cultural differences in the context of global business. -Mn.: "Popcry" Ltd., -528p.
9. Chao Miao, Ronald H. Humphrey, Shanshan Qian. (2018) A cross-cultural meta-analysis of how leader emotional intelligence influences subordinate task performance and organizational citizenship behavior // Journal of World Business.
10. Robert C. Weigl. (2009) Intercultural competence through cultural self-study: A strategy for adult learners // International Journal of Intercultural Relations, Volume 33, Issue 4, p. 346-360.
11. Myasoedov S., Martirosyan E., Bronnikova Yu. (2015) Problems of Human Resource Management in Transnational Corporations Theory and Practice of Management Problems No. 11.
12. Balakirev, S.M. (2012). Managerial competencies of managers as a condition for increasing the competitiveness of foreign trade organizations. Russian foreign economic bulletin №10 C. 54-60.
13. Chernyak NV (2015) Classifications of models of intercultural competence Almanac of modern science and education. Tambov: Diploma, № 2. P. 119-125
14. Panchenko A., Tikhomirova I. (2017) Management in a global village // Management, marketing, PR rubric: Corporate culture, <http://www.m21.com.ua/?p=104>, (electronic resource, circulation date 23.03.2017)
15. Zhabin AP, Volkodavova EV, Shatrova ES (2016). Competent approach to the organization of import substitution process at the enterprises of Russian industry. *Ekonomika: vchera, segodnja, zavtra* = Economy: yesterday, today, tomorrow, 9, 129-140.
16. Yakovlev G.I. (2007). Systemic properties of the competitiveness of industrial enterprises in world economic relations. *Vestnik Samarskogo gosudarstvennogo jekonomicheskogo universiteta* = Vestnik Samara State University of Economics, 4, 193-201.

Received – 4 May 2018.

Accepted for publication – 15 June 2018.

# РЕГИОНАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА

DOI: 10.25065/1810-4894-2018-26-2-62-73

УДК 334.78

## МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ СЕТЕВОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ В ТЕРРИТОРИАЛЬНОМ КЛАСТЕРЕ

**М.В. Акульчева**

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

**Д.К. Жимантас**

*Акционерное общество «Современные беспроводные технологии»  
Россия, 124460, Москва, Зеленоград, пр-т Генерала Алексеева, 16*

**Введение.** Подчеркнута тенденция развития современной экономики России в направлении специализированной локализации – создании территориальных кластеров. Показаны преимущества кластерных объединений. Выявлена необходимость формирования сети устойчивых связей между всеми участниками кластера.

**Данные и методы.** Для достижения синергетического эффекта от совместной деятельности таких групп предложена комплексная модель обеспечения соответствия предприятий кластера требованиям кооперации при горизонтальном взаимодействии. Подробно расписан алгоритм формирования стержневых компетенций при организации системы горизонтального взаимодействия. Исследован алгоритм обеспечения соответствия предприятий кластера требованиям кооперации в сети горизонтального взаимодействия. Предложена поэтапная оценка результатов синергетического эффекта от совместной деятельности.

**Результаты исследования.** Приведена схема комплексной оценки деятельности организации, позволяющая непрерывно совершенствовать процессы компании за счет успешного опыта участников объединения. В рамках такой структуры подробно рассмотрены особенности проведения рефлексии, бенчмаркинга и конкурса по качеству на базе кластера.

**Заключение.** Подчеркнута актуальность разработанных алгоритмов в современных условиях при работе в инновационной сфере. Доказано, что синергетический эффект от совместной деятельности участников кластера обеспечивает стабильный рост экономических показателей за счет непрерывного совершенствования внутриорганизационных процессов. Обозначено, что полученные результаты могут быть использованы российскими и зарубежными компаниями в качестве методических рекомендаций по управлению совместной деятельностью в условиях территориальных объединений

**Ключевые слова:** кластер, горизонтальное взаимодействие, компетенция, синергетический эффект, совместная деятельность, бенчмаркинг

### Для цитирования:

Акульчева М.В., Жимантас Д.К. Методика формирования сетевого взаимодействия предприятий в территориальном кластере // Организатор производства. 2018. Т.26. №2. С. 62-73. DOI: 10.25065/1810-4894-2018-26-2-62-73

---

### Сведения об авторах:

**Маргарита Викторовна Акульчева** ([fmr@miee.ru](mailto:fmr@miee.ru)), старший преподаватель кафедры Маркетинг и управление проектами.

**Денис Кястутович Жимантас** ([dzhimantas@yandex.ru](mailto:dzhimantas@yandex.ru)), старший инженер отдела качества.

### On authors:

**Margarita V. Akulcheva** ([fmr@miee.ru](mailto:fmr@miee.ru)), Senior Lecturer of the department Marketing and Project Management.

**Denis K. Zhimantas** ([dzhimantas@yandex.ru](mailto:dzhimantas@yandex.ru)), Senior Quality Engineer.

METHODOLOGY FOR FORMING THE NETWORK INTERACTION OF ENTERPRISES  
IN A TERRITORIAL CLUSTER

**M.V. Akulcheva**

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

**D.K. Zhimantas**

Joint-stock company "Modern wireless technologies"  
16, Av., General Alekseeva, Moscow, Zelenograd, 124460, Russia

**Introduction.** The tendency of development of modern economy of Russia in a direction of specialized localization is underlined - creation of territorial clusters. The advantages of clustered associations are shown. The necessity of forming a network of stable links between all cluster participants is identified.

**Data and Methods.** To achieve a synergistic effect from the joint activities of such groups, a comprehensive model for ensuring the compliance of cluster enterprises with the requirements of cooperation with horizontal interaction is proposed. The algorithm of formation of core competencies in the organization of a horizontal interaction system is described in detail. The algorithm of ensuring the compliance of cluster enterprises with the requirements of cooperation in the horizontal interaction network is investigated. A step-by-step evaluation of the synergistic effect results from joint activities is proposed.

**Results.** The scheme of the complex assessment of the organization's activities is provided, which allows to continuously improve the company's processes due to the successful experience of the members of the association. Within the framework of such a structure, details of reflection, benchmarking and quality competition on the basis of a cluster are discussed in detail.

**Conclusion.** The urgency of the developed algorithms under modern conditions when working in the innovation sphere is underlined. It was proved that the synergetic effect of joint activities of cluster members ensures stable growth of economic indicators due to continuous improvement of intra-organizational processes. It is indicated that the results obtained can be used by Russian and foreign companies as methodological recommendations for managing joint activities in the context of territorial associations

**Key words:** cluster, horizontal interaction, competence, synergetic effect, joint activity, benchmarking

**For citation:**

Akulcheva M.V., Zhimantas D.K. (2018). Methodology for forming the network interaction of enterprises in a territorial cluster. *Organizator proizvodstva* = Organizer of Production, 26(2), 62-73. DOI: 10.25065/1810-4894-2018-26-2-62-73 (in Russian)

**Введение**

Развитие современной экономики происходит на фоне двух, на первый взгляд, разнонаправленных процессов: глобализация (ускоряющая «стирание» границ в экономических, политических и социокультурных областях) и специализированная локализация (объединяющая компании со схожей сферой деятельности). При этом первый процесс стремится нивелировать территориальные различия, а второй – старается их выгодно использовать для достижения синергетического эффекта.

Направление экономического развития России поэтапно смещается от удовлетворения общенациональных интересов и импортозамещения к раскрытию потенциала регионов. Все

более популярной среди организаций среднего и крупного уровня становится государственная программа национальной технологической инициативы (НТИ). В малом бизнесе всестороннюю поддержку разного уровня оказывает агентство стратегических инноваций (АСИ). С другой стороны, компании не всегда в состоянии выполнить в одиночку проекты в рамках данных инициатив, все чаще организации объединяют усилия для взаимовыгодного сотрудничества. В результате между организациями постепенно развиваются связи различного рода, а в перспективе – образуются специализированные кластеры. С каждым годом количество таких объединений растет все интенсивней, причем ключевые направления деятельности имеют

самый широкий охват: присутствуют традиционное авиастроение и оборонная промышленность, разрабатываются новые материалы, развивается медицинская промышленность и информационно-коммуникационные технологии, охватывается даже индустрия развлечения и туризм [1].

### Теория

Согласно теории Майкла Портера, кластер – это группа географически соседствующих, взаимосвязанных компаний, организаций и университетов, функционирующих в определенной сфере и характеризующихся общностью деятельности, при этом взаимодополняющих друг друга [2].

Как известно, данный вид взаимодействия предоставляет ряд преимуществ для организаций-участников [3]:

*Снижение расходов на логистику, инфраструктуру и поставщиков услуг:*

- объединение входящих и исходящих, а также оптимизация внутрикластерных логических потоков;
- централизованная инфраструктура;
- оптимизация расходов на единых поставщиков услуг;
- эффективное взаимодействие науки, образования и бизнеса на базе инфраструктуры кластера.

*Низкий порог вхождения и синергетический эффект от взаимодействия:*

- снижение барьеров выхода средних и малых предприятий на рынки;
- формирование идей для научно-исследовательской и опытно-конструкторской работы;
- внедрение новых управленческих и производственных стратегий;
- формирование цепочек «поставщик-производитель-сбытовик-клиент».

*Единый системообразующий управляющий орган:*

- повышение общей экономической устойчивости предприятий, что позволяет организациям получать доступ к дополнительным финансовым ресурсам;
- поиск путей преодоления возникающих проблем совместными усилиями;
- организация совместных мероприятий и развитие горизонтальных связей между компаниями;
- помощь в организации сотрудничества между организациями.

*Нацеленность на формирование инноваций и новых продуктов:*

- ускоренное распространение новшеств при тесном сотрудничестве поставщик-потребитель;
- свободный обмен информацией и знаниями;
- единая сеть формирования и развития квалифицированных кадров;
- привязанность к научным учреждениям (НИИ, университеты и др.).

### Данные и методы

Со временем эффективно действующие кластеры становятся объектами пристального внимания правительства и причиной крупных капиталовложений, т.е. кластеры выступают в качестве «двигателей» регионов [4]. Центром кластеров чаще всего становятся университеты или несколько крупных компаний, при этом между ними сохраняются конкурентные отношения [5,6]. Именно этим данные группы организаций отличаются от картелей или финансовых групп.

Польза от территориальных объединений такого рода начинается с раскрытия потенциала множества мелких предприятий и производственных компаний и доходит до создания особой формы инновации – «совокупного инновационного продукта». Такие кластеры на основе интеграции формируют не спонтанную концентрацию разнообразных научных и технологических изобретений, а определенную систему распространения новых знаний и технологий. При этом важнейшим условием эффективной трансформации изобретений в инновации, а инноваций в конкурентные преимущества является формирование сети устойчивых связей между всеми участниками кластера.

При объединении предприятий в кластеры необходимо учитывать как вертикальные, так и горизонтальные связи предприятий внутри кластера. Эффективность взаимодействия предприятий кластера зависит от распределения их функций, которые могут быть взаимодополняемыми, взаимозаменяемыми и независимыми [7,8].

### Модель

Для достижения синергетического эффекта от совместной деятельности при горизонтальном взаимодействии внутри кластера, предлагается комплексная модель обеспечения соответствия компаний требованиям кооперации в сети (рис. 1).



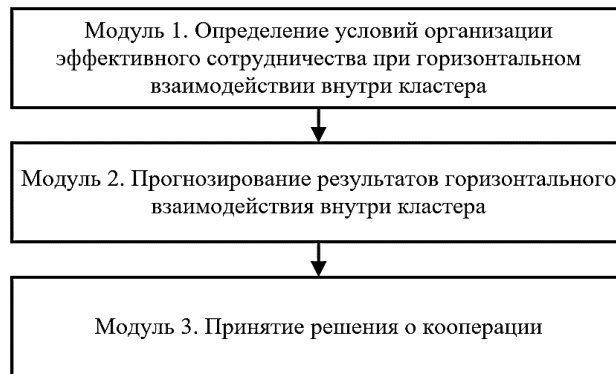


Рис. 1. Укрупненная комплексная модель обеспечения соответствия предприятий кластера требованиям кооперации при горизонтальном взаимодействии  
 Fig. 1. The integrated complex model of ensuring the compliance of cluster enterprises with the requirements of cooperation with horizontal interaction

Подбор состава участников горизонтальной сети производится на основе выбора необходимых компетенций и оценки их наличия у компании, исходя из оценки компетентности и соответствия мощности рассматриваемого пред-

приятия критериям включения в сеть взаимодействия.

Модуль 1 представлен в виде двух алгоритмов: алгоритма формирования системы стержневых компетенций [9, 10] и порядка отбора партнеров в сети кооперации (рис. 2 и 3).



Рис. 2. Алгоритм формирования стержневых компетенций при организации системы горизонтального взаимодействия

Fig. 2. Algorithm for the formation of core competencies in the organization of a horizontal interaction system

**Блок 1.** Определение стратегических приоритетов сети.

На основе анализа рынка определяются приоритеты деятельности сети и основные цели взаимодействия предприятий внутри нее. Так, основными целями могут стать: повышение эффективности деятельности компаний и сети (полезность и взаимная выгода) при производстве и реализации продукции, достижение от совместной деятельности в определенной сфере общих интересов (реализация проектов), разработка и производство новых продуктов, повышение стандартов работы и гарантии качества продукции.

**Блок 2.** Формирование перечня необходимых для сети компетенций.

Так как созданный алгоритм основан на компетентностном подходе, вторым шагом, после определения стратегических целей сети является формирование необходимых для деятельности сети компетенций. Формируется исходная база компетенций сети, с которой в дальнейшем необходимо будет работать.

**Блок 3.** Ранжирование компетенций по степени их важности.

Для ранжирования компетенций необходимо определить степень важности и порядок решения задач, поставленных перед сетью для достижения цели. В зависимости от этого будет определяться и ранг каждой из выбранных компетенций. Ранг компетенции определяем по формуле (1).

$$K_j = \sum_{i=1}^n a_i \cdot \beta_{ji}, \quad (1)$$

где  $a_i$  - важность  $i$ -ой задачи;

$\beta_{ji}$  - значимость  $j$ -ой компетенции.

**Блок 4.** Описание каждой компетенции.

Далее на основании полученных ранее данных, необходимо подробно описать каждую из необходимых компетенций, требуемые знания и навыки для ее реализации.

**Блок 5.** Определение уровня развития компетенций.

На основании информации, полученной в результате работ, проведенных в блоке 4, определяются критерии компетенций и необходимая степень развития каждой компетенции с помощью уровневой шкалы.

**Блок 6.** Определение возможности развития данной компетенции.

Если возможности для развития компетенции в сети нет, то необходимо вернуться к списку компетенций. При положительном результате о возможности развития компетенции, рассматривается блок 7.

**Блок 7.** Формирование перечня стержневых компетенций.

Проанализировав список компетенций и исключив компетенции, не имеющие возможности реализации в данной сети, выделяются стержневые компетенции для подбора участников сети, владеющих необходимыми компетенциями или имеющими возможность развить данные компетенции в компании.

**Блок 8.** Определение компаний, в которых требуемые компетенции могут быть реализованы.

Для подбора участников сети необходимо рассмотреть каждого потенциального партнера, изучить внутреннюю среду каждой организации, возможности и потенциал, финансовое состояние и другую информацию, необходимую для реализации компетенций сети.

Для принятия окончательного решения о операции с тем или иным предприятием, одновременно рассматривается второй алгоритм обеспечения соответствия предприятий кластера требованиям кооперации в сети горизонтального взаимодействия (рис. 3) [11].

Использование алгоритмов позволяет обоснованно определить участников горизонтальной сети, исходя из оценки компетентности и соответствия мощности предполагаемой компании-партнера по сети критериям включения в сеть.

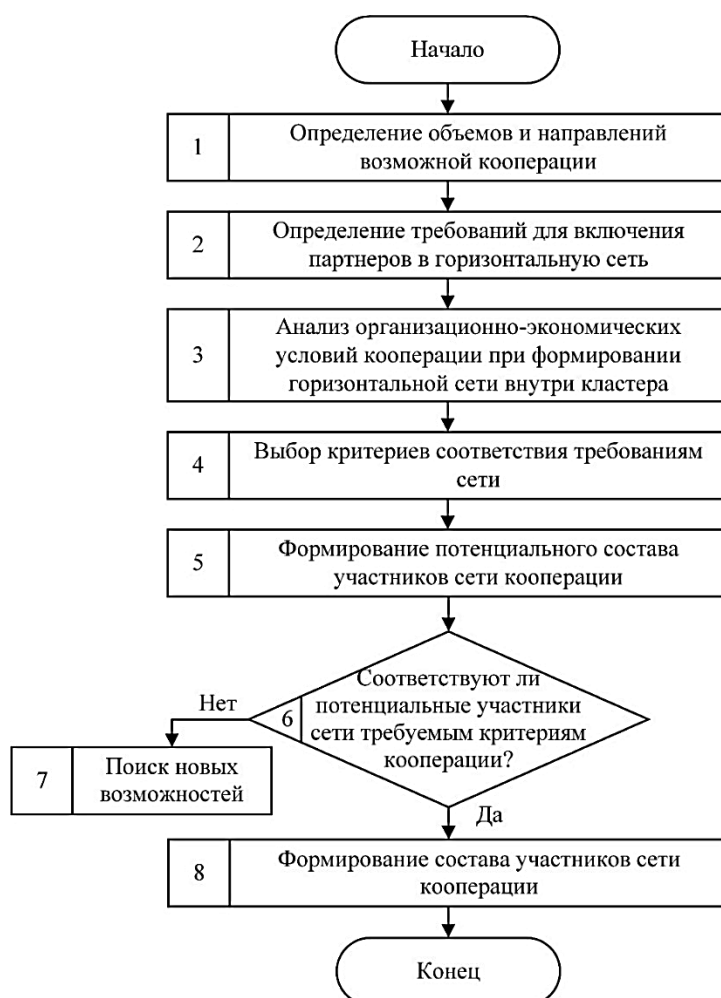


Рис. 3. Алгоритм обеспечения соответствия предприятий кластера требованиям кооперации в сети горизонтального взаимодействия

Fig. 3. Algorithm for ensuring the compliance of cluster enterprises with the requirements of cooperation in a horizontal interaction network

**Блок 1.** Определение объемов и направлений возможной кооперации.

Этот важный вопрос должен быть решен в первую очередь, так как эта информация может повлиять на стратегические цели сети, состав компетенций, размер сети, подбор потенциальных участников сети.

**Блок 2.** Определение требований для включения партнеров в горизонтальную сеть.

Определив необходимые компетенции для деятельности сети (рис. 2, Блок 2, Блок 7), определяются требования к потенциальным партнерам.

**Блок 3.** Анализ организационно-экономических условий кооперации при формировании горизонтальной сети.

Достижение поставленных целей сети обес-

печивается путем совместной деятельности предприятий с учетом конъюнктуры рынка, при учете владения необходимыми для совместной эффективной деятельности ресурсами, навыками и опытом. Предприятия, входящие в сеть взаимодействия, должны обладать всеми необходимыми компетенциями.

**Блок 4.** Выбор критериев соответствия требованиям сети.

Проанализировав собранную информацию, а также учитывая стратегию деятельности сети, определяют критерии, по которым будет происходить отбор предприятий в зависимости от поставленных задач и уровня выполнения отдельных функций.

При включении предприятия в сеть, необходимо также рассматривать отношения

участников с потребителями, поставщиками и контактными аудиториями:

**Блок 5.** Формирование потенциального состава участников сети кооперации.

Исходя из экономического положения каждого потенциального участника сети, его сильных и слабых сторон, взаимоотношений в кластере или рыночной среде подбираются для включения в сеть те предприятия, которые необходимы для реализации долгосрочного партнерства при реализации общей стратегии деятельности сети. Необходимую функцию в сети взаимодействия может выполнять одно или несколько предприятий совместно, разделив операции между собой.

В случае если потенциальные участники сети не соответствуют требуемым критериям кооперации, подбираем новых возможных участников (**Блок 7**). Если потенциальные участники сети соответствуют требуемым критериям кооперации, в **Блоке 8** уточняется окончательный состав участников сети кооперации.

Сформировав список потенциальных участников кооперации, можно переходить к Модулю 2 комплексной модели обеспечения соответствия предприятий кластера требованиям кооперации при горизонтальном взаимодействии (рис. 3) и прогнозировать результаты синергетического эффекта от совместной деятельности.

Оценку результатов синергетического эффекта от совместной деятельности предлагается проводить в три этапа:

**Этап I.** Подготовительный этап.

На данном этапе производится выбор показателей, которые предполагается использовать при оценке уровня синергии в сети взаимодействия. Рассчитываются частные (по участникам) показатели и средний уровень показателей по участникам сформированной сети до и после взаимодействия: прибыль каждого предприятия и суммарная прибыль всей сети, затраты каждого предприятия и суммарные затраты сети, относительные доли этих показателей до и после взаимодействия и т.д.

**Этап II.** Оценка уровня синергии.

На втором этапе определяются показатели эффективности функционирования сети в условиях синергии. Определяется общий уровень синергетического эффекта и размер синергетической прибыли (убытка). Таким показателем

может быть показатель взаимодействия (ПВ) (2), оценивающий величину синергетического эффекта [12].

$$ПВ = \frac{\mathcal{E}_{сети}}{\mathcal{E}_{ср}}, \quad (2)$$

где  $\mathcal{E}_{сети}$  – общая эффективность всей сети взаимодействия;

$\mathcal{E}_{ср}$  – средний из частных показателей эффективности предприятий сети взаимодействия.

Показателями синергетического эффекта могут быть не только количественные показатели, также показателем может служить улучшение качества процесса или выпускаемой продукции, повышение качества работы персонала, выход на новые рынки сбыта и т.п.

**Этап III.** Оценка значимости участников.

На последнем этапе оценивается вклад участников сети в формировании синергетического эффекта.

Для того, чтобы оценить относительную эффективность работы предприятия – участника кластера, одним из показателей может быть коэффициент корпоративной эффективности, характеризующий относительную эффективность работы предприятия – участника сети горизонтального взаимодействия [13].

Аналогично показателю взаимодействия для сети взаимодействия, можно рассчитать показатель взаимодействия с поправкой на предприятие и выявить предприятие, отрицательно влияющее на общую эффективность работы сети. Данный показатель рассчитывается без учета одного из предприятий, входящего в сеть взаимодействия (одно из предприятий заменено единичным, которое при расчетах всех интегральных показателей не оказывает влияния на общий показатель взаимодействия). Предприятие, без учета данных которого показатель взаимодействия имеет самое высокое значение, и является «слабым звеном».

В результате оценки возможного синергетического эффекта проводится комплексная оценка возможностей организации кооперации. Рассматриваются результаты оценки деятельности предприятий и их возможный вклад в формирование синергетического эффекта.

По результатам полученных оценок принимается решение о возможности и эффективности дальнейшего горизонтального взаимодействия предприятий кластера (Модуль 3) и оформляются необходимые документы (рис. 3).

В результате использования такой формы объединения технологически взаимосвязанные хозяйствующие субъекты обеспечивают собственное укрепление и рост за счет развития совместной работы. Для успешного формирования сетей между участниками кластера

предлагается модель комплексной оценки деятельности организации (КОДО), обеспечивающая получение объективного представления о деятельности участников кластера прежде чем будет создана кооперация (рис. 4).

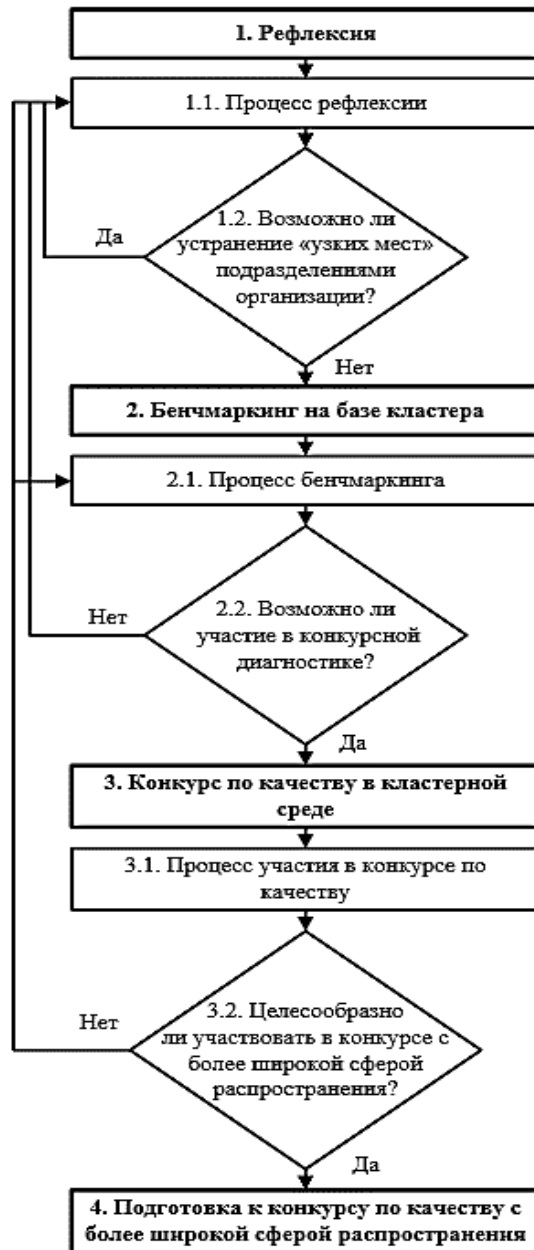


Рис. 4. Алгоритм проведения КОДО в рамках кластера  
 Fig. 4. Algorithm for carrying out a CODE within a cluster

Как инструмент управления, КОДО позволяет компаниям получить объективное представление как и о всех проблемных зонах, так и о конкурентных преимуществах участни-

ков кластера, дает возможность узнать удовлетворены ли потребители, персонал и поставщики, а также стать альтернативным инструментом для формирования сети коопера-

ции (Блок 8 рис. 2 и Блок 5 рис. 3).

### **Блок 1. Рефлексия**

На первом этапе необходимо провести анализ, направленный на изучение собственных процессов, рассмотреть их входы и выходы, узкие места, разрешить разногласия и конфликтные ситуации между персоналом. Такая процедура обращения внимания субъекта на самого себя и стремление осмыслить свои действия в философии получила название рефлексии, которое можно также применить и в данном контексте.

#### **Блок 1.1. Процесс рефлексии**

На этапе рефлексии выполняются следующие действия, представленные в виде цикла PDCA:

##### *Планируй (Plan):*

- сформулировать цель;
- определить проблемные процессы;
- проранжировать по важности все проблемные процессы;
- создать команду для работы по проблемному процессу.

##### *Делай (Do):*

- проинформировать и мотивировать всех участвующих лиц;
- собрать данные.

##### *Проверяй (Check):*

- проанализировать полученные данные и работу команды;
- организовать обратную связь.

##### *Улучшай (Act):*

- стандартизация;
- ориентация руководства и персонала на постоянное улучшение;
- формирование нового плана достижения целей в области качества.

После определения процессов, для которых не удалось выработать корректирующие и предупреждающие действия внутриорганизационными усилиями, рассматривается необходимость проведения бенчмаркинга с участниками кластера.

Особенностью проведения рефлексии в кластере является активное использование командой горизонтальных связей в кластере. Группа, работающая по данному процессу, активно использует личные внешние связи, но непосредственно к данному процессу сторонние специалисты не привлекаются, что позволяет минимизировать затраты бюджета компании.

В случае если устранение «узких мест» возможно внутриорганизационными силами – продолжается цикл рефлексии (**Блок 1.1**). Если же для дальнейших действий необходима помощь внешней среды кластера инициируется

### **Блок 2.**

#### **Блок 2. Бенчмаркинг на базе кластера**

Когда уже исчерпаны все внутриорганизационные возможности по улучшению работы организации, осуществляется поиск среди ведущих организаций в кластере с высоким показателем по проблемному критерию. В ходе дальнейшего бенчмаркинга следует перенять лучшие практики деятельности, а также постараться адаптировать их под собственную компанию.

##### **Блок 2.1. Процесс Бенчмаркинга**

Бенчмаркинг, в свою очередь, имеет следующие особенности циклического проведения:

##### *Планируй (Plan):*

- определить критические факторы успеха;
- выбрать процесс для бенчмаркинга;
- найти подходящего партнера;
- разработать показатели для сравнения.

##### *Делай (Do):*

- документировать процессы по показателям и чек-листам;
- наблюдать за процессом на практике.

##### *Проверяй (Check):*

- идентифицировать «зазоры» в показателях;
- устранение «зазоров» и коренных причин.

##### *Улучшай (Act):*

- выбрать наилучшую практику процесса;
- внедрить с корректировкой на особенности деятельности.

По результатам данного процесса следует определить возможность и необходимость участия в конкурсе по качеству.

Отличительной чертой организации бенчмаркинга в кластерной среде является ускоренный процесс поиска партнера и возможность взаимовыгодного сотрудничества, так как организации в таком территориальном объединении часто находятся на одинаковом уровне развития и имеют обязательства перед управляющей компанией. За счет сформированных ранее горизонтальных сетей эффективная коллективная работа позволяет выявить сильные и слабые стороны обеих организаций и совместно выработать план дальнейших действий.

В случае если критичных и требующих немедленного устранения проблем не осталось организация принимает решение об участии во внутрикластерном конкурсе по качеству (**Блок 3**). В ином случае после идентификации трудностей руководящий состав принимает решение о возможности решения вопросов собственными силами (**Блок 1.1**) или же с помощью участников кластера (**Блок 2.1**).

**Блок 3.** Конкурс по качеству в кластерной среде

Завершающим этапом является конкурс по качеству между участниками кластера, призванный наградить передовые организации. Свое превосходство организации доказывают комиссии, состоящие из представителей данных учреждений и управляющей компании в ходе всесторонней оценки ключевых показателей, влияющих на качество протекания процессов.

**Блок 3.1.** Процесс участия конкурса по качеству

В ходе конкурса по качеству проводится следующий цикл мероприятий:

*Планируй (Plan):*

- проверить устранены ли критичные проблемы на предыдущих этапах;
- формировать команду для участия.

*Делай (Do):*

- ценить деятельность других участников кластера;
- проследить особенности реализации лучших практик процессов в кластере;
- задокументировать и уточнить детали.

*Проверяй (Check):*

- проанализировать результаты;
- устранить проблемы, выявленные в ходе оценки деятельности организации, и их коренные причины.

*Улучшай (Act):*

- внедрить перемены на основе анализа результатов;
- оказать помощь в адаптации лучших практик процессов собственной компании участникам кластера.

Особенностью участия в конкурсе по качеству в рамках кластера является участие представителя компании в комиссии конкурса. Такое решение позволяет непосредственно оценить участников кластера, что способствует выработке решений для собственных «узких мест», и выяснить тонкости реализации тех или

иных методик партнеров.

В случае если большинство оценок по ключевым показателям оказались на приемлемом уровне руководство принимает решение об участии в конкурсе по качеству с более широкой сферой распространения (**Блок 4**). Если же при проведении конкурса были выявлены проблемы директором выносится постановление об очередном проведении рефлексии (**Блок 1.1**) либо бенчмаркинга (**Блок 2.1**).

**Полученные результаты**

КОДО позволит компании, опираясь на сочетание рефлексии, бенчмаркинга и конкурсов по качеству, получить наиболее объективное представление о работе организации и подготовиться к участию в конкурсах по качеству с более широкой сферой распространения. Особое внимание следует обратить на то, что устранение всех проблем за один цикл на практике не всегда представляется возможным, вследствие чего необходимо цикличное повторение работ вплоть до устранения «узких мест» во всех процессах [14].

Придерживаясь и постоянно совершенствуя процедуру КОДО и комплексной модели обеспечения соответствия предприятий кластера требованиям кооперации при горизонтальном взаимодействии, компании, опираясь на совместную деятельность, постоянно развиваются и прогрессируют. Данные процессы особенно актуальны в современных условиях при работе в инновационной сфере. Синергетический эффект в конечном счете положительно влияет на ключевую характеристику любого учреждения – конкурентоспособность, а также способствует формированию высококвалифицированного персонала в ходе тесного сотрудничества [15].

**Заключение**

Опыт работы авторов в АО «Современные беспроводные технологии» и Национальном исследовательском университете «МИЭТ» показал, что на сегодняшний день существует ряд проблем, связанных с формированием сетей, для решения которых необходимо участие в крупных хозяйственных объединениях, например, в территориальных кластерах, в рамках которых организации создают кооперации. Синергетический эффект от совместной деятельности таких компаний обеспечивает стабильный рост экономических показателей за счет непрерывного совершенствования внутриорганизационных

процессов. В перспективе образовавшиеся между участниками кластера горизонтальные связи могут послужить предпосылкой создания особого преимущества перед конкурентами – совокупного инновационного продукта, позволяющего компаниям непрерывно развиваться, опираясь на лучшие стороны своих партнеров.

### Библиографический список

1. Карта кластеров России [Электронный ресурс]: база данных содержит сведения о всех кластерах России. - Электрон. дан. М., [2017]. - Режим доступа: <http://map.cluster.hse.ru/list>, свободный. - Загл. с экрана.
2. Портер М. Э. Конкуренция = On competition. Испр. изд. М. [и др.]: Вильямс, 2006. 602 с. (Библиотека Strategica).
3. Карпова Д.П. Использование кластерного подхода в управлении региональной экономикой / Региональная экономика и управление: электр. науч. журн. 2007. № 4.
4. Gareev Timur R. Clusters in the institutional perspective: on the theory and methodology of local socioeconomic development // Baltic Region. 2012. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/clusters-in-the-institutional-perspective-on-the-theory-and-methodology-of-local-socioeconomic-development> (дата обращения: 04.04.2018).
5. Zhou D. The Research on the Functions of Universities in an Innovation Cluster and the Realization Mechanisms //Open Journal of Business and Management. – 2016. – Т. 5. – №. 01. – С. 63.
6. Herliana S. Regional innovation cluster for small and medium enterprises (SME): A triple helix concept //Procedia-Social and Behavioral Sciences. – 2015. – Т. 169. – С. 151-160.
7. Моисеева Н.К., Сафонова А.А., Кушнир А.О. и др. Адаптация бизнеса к изменениям в

инновационной среде (технологии и инструменты) / Под ред. д.э.н., проф. Н.К. Моисеевой. – М.: Финансы и статистика, 2017. – 424 с.

8. Моисеева Н.К., Гончарова Т.Н., Марина О.А., Седова О.В. Трансформация бизнеса в условиях рыночной нестабильности Под ред. д.э.н., проф. Н.К. Моисеевой. М.: КУРС, ИНФРА-М, 2015. 416 с.

9. Рыгалин Д.Б., Седова О.В., Ларчиков А.В. Особенности формирования и кластеризации участников программы развития / Экономические и социально-гуманитарные исследования. 2017. №1(13). С.38-42.

10. Акульчева М.В. Расширение горизонтальных связей предприятия как предпосылка развития бизнеса / Экономические и социально-гуманитарные исследования. 2015. №4(8). С.27-30.

11. Акульчева М.В., Жимантас Д.К. Особенности формирования горизонтальных связей в системе распространения инноваций / Экономические и социально-гуманитарные исследования. 2016. №4(12). С. 7-15.

12. Шутилов Ф.В. Методы оценки эффективности и синергетический эффект кластеров. / Научный вестник ЮИМ. 2013. №2. С.81-85.

13. Авдонина С.Г. Количественные методы оценки синергетического эффекта инновационного кластера / Региональная экономика и управление: электронный научный журнал. 2012. № 1 (29)

14. Нив Г. Организация как система: Принципы построения устойчивого бизнеса Эдварда Деминга / Генри Нив ; Пер. с англ. 2-е изд. М.: Альпина Паблишерз, 2011. 370 с.

15. Delgado M., Porter M. E., Stern S. Clusters, convergence, and economic performance //Research policy. – 2014. – Т. 43. – №. 10. – С. 1785-1799.

Поступила в редакцию – 12 апреля 2018 г.

Принята в печать – 15 июня 2018 г.

### References

1. Card of clusters of Russia [An electronic resource]: the database contains data on all clusters of Russia. Electron. it is given. M, [2017]. Access mode: <http://map.cluster.hse.ru/list>, free. Zagl. from the screen (Reference date: 04.04.2018).
2. M. E.Porter. On competition. Ispr. prod. M [etc.]: Williams, 2006. 602 pages: silt. (Strategica library).
3. Karpova D.P. (2007). Use of cluster approach in management of regional economy. *Regional'naja jekonomika i upravlenie* = Regional economy and management: elektr. sci. journal. 4.



4. Gareev Timur R. Clusters in the institutional perspective: on the theory and methodology of local socioeconomic development // Baltic Region. 2012. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/clusters-in-the-institutional-perspective-on-the-theory-and-methodology-of-local-socioeconomic-development> (Reference date: 04.04.2018).
5. Zhou D. The Research on the Functions of Universities in an Innovation Cluster and the Realization Mechanisms //Open Journal of Business and Management. 2016, 5, 01, 63.
6. Herliana S. Regional innovation cluster for small and medium enterprises (SME): A triple helix concept //Procedia-Social and Behavioral Sciences. 2015, 169, 151-160.
7. Moiseyeva N.K., Safonova A.A., Kushnir A.O., etc. Adaptation of business to changes in the innovative environment (technologies and tools) / Under the editorship of Dr.Econ.Sci., the prof. N. K. Moiseevoy. – M.: Finance and statistics, 2017, 424.
8. Moiseyeva N.K., Goncharov T. N., Marin O.A., Sedova O.V. Transformation of business in the conditions of market instability Under the editorship of Dr.Econ.Sci., the prof. N. K. Moiseevoy. M.: KURS, INFRA-M, 2015, 416.
9. Rygalin D. B., Sedova O.V., Larchikov A.V. (2017). Features of formation and clustering of participants of the program of development. *Ekonomicheskije i social'no-gumanitarnye issledovanija* = Economic and social and humanitarian researches, 1(13), 38-42.
10. Akulcheva M.V. (2015). Expansion of horizontal communications of the enterprise as business development prerequisite. *Ekonomicheskije i social'no-gumanitarnye issledovanija* = Economic and social and humanitarian researches, 4(8), 27-30.
11. Akulcheva M.V., Zhimantas D.K. (2016). Features of formation of horizontal communications in the system of distribution of innovations. *Ekonomicheskije i social'no-gumanitarnye issledovanija* = Economic and social and humanitarian researches, 4(12), 7-15.
12. Shutilov F.V. (2013). Methods of assessment of efficiency and synergetic effect of clusters. Scientific bulletin of YuIM, 2, 81-85.
13. Avdonina S.G. (2012). Quantitative methods of assessment of synergetic effect of an innovative cluster. *Regional'naja jekonomika i upravlenie* = Regional economy and management: the online scientific magazine, 1 (29).
14. G. Organization's fields as system: Principles of creation of steady business of Edward Deminga Genri of Niamh; The Lane with English the 2nd prod. M.: Alpina Pabliherz, 2011. 370.
15. Delgado M., Porter M. E., Stern S. Clusters, convergence, and economic performance //Research policy. 2014. 43. 10. 1785-1799.

Received – 12 April 2018.

Accepted for publication – 15 June 2018.

# МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ

DOI: 10.25065/1810-4894-2018-26-2-74-83

УДК 338.2

## МОДЕЛИРОВАНИЕ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ СИСТЕМАМИ ПРЕДПРИЯТИЙ НЕФТЕГАЗОХИМИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

**А.А. Халикова, Е.А. Тимофеев, А.И. Шинкевич**

*Казанский национальный исследовательский технологический университет  
Россия, 420015, Казань, ул. К. Маркса, 68*

**Введение.** Статья посвящена актуальной теме моделирования управления производственными системами предприятий нефтегазохимического комплекса, которое, развивая философию компании, позволяет сократить административный аппарат предприятия, повысить корпоративный дух сотрудников, мотивируя их участие в разработке и совершенствовании продукции, минимизируя потери производства. Цель статьи заключается в моделировании управления производственными системами, направленном на повышение конкурентоспособности предприятия, за счет улучшения кадровой политики и непрерывного совершенствования выпускаемой продукции, применяя организационные инновации.

**Данные и методы.** Ведущим методом исследования является метод моделирования, позволяющий установить логическую взаимосвязь между элементами системы, которая направлена на повышение качества и эффективности управления нефтегазохимическими предприятиями. Результаты исследования совершенствуют производственную деятельность нефтехимических предприятий посредством применения организационных инноваций и могут использоваться в рамках отраслевых программ, представляют интерес для органов государственной власти.

**Результаты исследования.** В исследовании предложены мероприятия по совершенствованию организации производства ПАО «Казаньоргсинтез» на примере завода по производству и переработке полиэтилена низкого давления. Суммарный эффект от предложенных мероприятий по внедрению комплекса управленческих инноваций на завод ПППНД ПАО «Казаньоргсинтез» составит 12348 тыс. рублей в год.

**Заключение.** Предложенная в работе модель оптимизации производственного процесса позволит сократить время согласования документов, экономить рабочее время (сокращение времени передвижения между объектами), сокращать офисные площади, упростить осуществление контролирующей функции, сократить непроизводительное использование рабочего времени, повысить производительность труда

**Ключевые слова:** организационные инновации, производственные системы, нефтегазохимический комплекс, корпоративная культура, бережливое производство, управление качеством

### Для цитирования:

Халикова А.А., Тимофеев Е.А., Шинкевич А.И. Моделирование управления производственными системами предприятий нефтегазохимического комплекса // Организатор производства. 2018. Т.26. №2. С. 74-83. DOI: 10.25065/1810-4894-2018-26-2-74-83

---

### Сведения об авторах:

**Арина Айратовна Халикова** (*Martarishka@yandex.ru*), аспирант.

**Евгений Александрович Тимофеев** (*mr.timofeev1990@mail.ru*), аспирант.

**Алексей Иванович Шинкевич** (д-р экон. наук, профессор, *ashinkevich@mail.ru*), заведующий кафедрой Логистика и управление.

### On authors:

**Arina A. Khalikova** (*Martarishka@yandex.ru*), Graduate Student.

**Evgeny A. Timofeev** (*mr.timofeev1990@mail.ru*), Graduate Student.

**Aleksey I. Shinkevich** (Dr. Sci. (Economy), Professor, *ashinkevich@mail.ru*), Head of Chair of the department Logistics and Management.

MODELING OF MANAGEMENT OF PRODUCTION SYSTEMS OF ENTERPRISES  
OF OIL AND GAS-CHEMICAL COMPLEX

A.A. Khalikova, E.A. Timofeev, A.I. Shinkevich

Kazan National Research Technological University  
68, K. Marx St., Kazan, 420015, Russia

**Introduction.** The article is devoted to the actual topic of modeling the management of production systems of enterprises of the oil and gas chemical complex, which, developing the company's financial structure, allows to reduce the administrative staff of the enterprise, to enhance the corporate spirit of employees, motivating their participation in the development and improvement of products, minimizing production losses. The purpose of the article is to simulate the management of production systems aimed at increasing the competitiveness of the enterprise, by improving the personnel policy and continuous improvement of manufactured products, applying organizational innovations.

**Data and methods.** The leading method of research is the modeling method, which allows establishing a logical relationship between the elements of the system, which is aimed at improving the quality and efficiency of oil and gas chemical enterprises management. The results of the research improve the production activity of petrochemical enterprises through the application of organizational innovations and can be used in the framework of sectoral programs, they are of interest to public authorities.

**Results.** The study suggests measures to improve the organization of production of PJSC "Kazanorgsintez" using the example of a plant for the production and processing of low-pressure polyethylene. The total effect of the proposed measures to introduce a set of management innovations to the PJSC "Kazanyorgsintez" will be 12,348 thousand rubles a year.

**Conclusions.** The model of optimization of the production process proposed in the work will allow to shorten the time for the coordination of documents, save working time (shortening the time of movement between objects), reduce office space, simplify the implementation of monitoring functions, reduce non-productive use of working time, increase labor productivity.

**Key words:** organizational innovations, production systems, oil and gas-chemical complex, corporate culture, lean production, quality management

**For citation:**

Khalikova A.A., Timofeev E.A., Shinkevich A.I. (2018). Modeling of management of production systems of enterprises of oil and gas-chemical complex. *Organizator proizvodstva* = Organizer of Production, 26(2), 74-83.

**DOI:** 10.25065/1810-4894-2018-26-2-74-83 (in Russian)

**Введение (Introduction)**

Вопросы эффективного выбора управления производственными системами предприятий нефтегазохимического комплекса являются актуальными в равной степени как к производственным компаниям, производящим ограниченное количество продуктов, так и к оптовым продавцам, работающим с многоассортиментными потоками. Фактически, на рынке представлено большое количество производителей товарно-материальных ценностей с близкими свойствами, поэтому каждый из них должен быть, прежде всего, эффективным в организации производства продукции.

Важно отметить, что специфика управления производством зависит от отраслевой принад-

лежности, что создает необходимость дополнительных изучений в данной сфере.

Тема работы актуальна в свете последних кризисных явлений, колебаний курсов валют, стала очевидна значимость модернизации и импортозамещения в российской промышленности. Как следствие, вопрос выбора системы управления производственными процессами становится одним из наиболее приоритетных задач предприятий. Фактически, эффективное управление организационной структурой предприятия может стать залогом его конкурентоспособности, поскольку в ужесточающихся рыночных условиях формируются предпосылки для конкуренции между компаниями, заставляя организации активно искать новые способы

создания добавленной ценности для своих клиентов.

Доступность отечественных и импортных товаров и развитие информационных технологий обуславливают ужесточение требований потребителей к уровню обслуживания, гибкости производственных систем и ее способности подстраиваться к задачам клиентов. В дополнение к отмеченным макроэкономическим тенденциям, особые требования к системе управления производственными процессами предприятия диктует специфика отраслевых рынков, в частности, химической и нефтехимической продукции.

Основной целью работы является разработка рекомендаций по оптимизации системы управления производственными процессами предприятий нефтегазохимического комплекса.

### **Теория (Theory)**

Эффективное управление производственной деятельностью предприятий достигается путем координации и контроля внутренних процессов компании, с помощью внедрения управленческих инноваций.

Существует классификация производственных процессов на внутренние и внешние, дискретные и непрерывные, входящие и выходящие и др. Рассмотрим следующие типы производственных процессов:

1) капиталоемкие – движение потока от производителя к потребителю сопровождается большими затратами капитала и относительно невысокими затратами труда;

2) материалоемкие – процессы по перемещению крупных объемов сырья, материалов или готовой продукции;

3) трудоемкие – процессы, сопровождающие сервисный поток;

4) наукоемкие – процессы по перемещению результатов научных исследований в рамках производственной деятельности (закупки, производство и сбыт).

Рациональное управление производственными процессами в целях обеспечения конкурентного преимущества в процессе обслуживания конечных потребителей осуществляется посредством администрирования.

Администрирование – комплекс управленческих функций и процедур, осуществляемых менеджерами фирмы для достижения стратегических, тактических и оперативных целей производственной системы [28].

Задачи администрирования производственной системы проявляются в осуществлении управленческих функций в области производственной деятельности компании. К ним относятся планирование, организация, анализ, контроль, учет.

Организация интеграции всех процессов приводит к потребности в эффективной координации всех процессов и принятых управленческих решений на всех уровнях пересечений и взаимодействия процессов, а также межфункциональной и межорганизационной координации. Функции координации процессов и принятие решений на стратегическом уровне передаются высшему уровню управления компанией, распределение ответственности за координацию выполнения стратегических задач передается менеджерам.

На уровне стратегического планирования межорганизационная координация затрагивает такие вопросы, как отношения с поставщиками и потребителями, определение конфигурации производственной сети, ключевые показатели производственного плана, распределение прибыли, рисков ответственности между контрагентами производственной системы.

Достижение целей производственной системы посредством выполнения управленческих функций в рамках производственного менеджмента составляет основу процесса администрирования.

Администрирование производственной системы предназначено для согласования поведения отдельных целей или объектов, при котором конечный результат каждого объекта или цели улучшает или не ухудшает эффективность производственной системы в целом, или улучшает качество решения общей задачи.

К основным принципам администрирования производственной системы относятся [23]:

- прогнозирование взаимодействий;
- развязывание взаимодействий;
- оценка взаимодействий.

Эти принципы используются для разработки алгоритмов координации показателей эффективности производства.

Вопрос эффективной организации промышленности остро стоит перед российскими предприятиями, функционирующими на мировом уровне.

Эффективность функционирования производственных процессов предприятия прежде всего зависит от выбора эффективной организа-

ционной структуры управления производством. Структура управления производством – это схема управленческой иерархии предприятия.

Для различных производственных процессов характерны различные виды структур управления предприятием. На практике выделяют универсальные виды организационных структур управления производственными процессами: линейная, матричная, функциональная, линейно-функциональная, линейно-штабная. Если внутри производственного предприятия (как правило, крупного) выделяют обособленные подразделения, так называемая департаментизация, то создаваемая структура будет называться дивизиональной. В данном случае выбор формы управления производством зависит от стратегических планов организации. Организационные структуры бывают двух видов: высокие и плоские.

Высокие организационные структуры управления производством имеют более трех ступеней управленческой иерархии, которые называются пирамидальными. Данные структуры имеют ряд недостатков:

1. большая численность управленческого аппарата;
2. неоперативность в принятии решений;
3. перекладывание ответственности друг на друга;
4. искажение содержания заданий при прохождении через управленческие уровни.

Плоские структуры – это те организационные структуры управления производством, которые имеют лишь две-три ступени управленческой иерархии. Переход к ним возможен лишь в том случае, если предприятие располагает высококвалифицированными управляющими. В противном случае плоские организационные структуры управления производством могут быть неэффективными.

Высокие организационные структуры управления производственным процессом характеризуются централизацией власти. Основные важные решения принимаются на верхних этапах системы. Плоские организационные структуры управления производством связаны с децентрализацией власти. Ключевые решения принимаются на нижнем уровне управления. В связи с чем управляющие нижнего уровня должны быть достаточно квалифицированы для того, чтобы эффективно использовать делегированную им власть.

Сложная многоуровневая система управления производством имеет ряд существенных недостатков: усложнение иерархии управления организации; дублирование работ различных подразделений организаций и функций управления на всех уровнях; рост затрат на содержание управленческого аппарата; двойное подчинение и конфликты; бюрократизм и волокита; большие объемы документации с описаниями правил и процедур; медленная и сложная процедура внедрения новшеств, неэффективная коммуникация и др.

При сокращении уровней управления большая ответственность за производство качественного конечного продукта ложится на рабочих и сокращение ответственности на руководящем составе предприятия, что влечет необходимость создания философии создания ценности для конечного потребителя.

Философия должна быть основана на принципах управления качеством и инструментах бережливого производства.

Основоположником принципов управления качеством является Уильям Эдвардс Деминг. Практические и теоретические работы Деминга представляют собой не столько инструменты, сколько философию управления, которая фокусируется на качестве и непрерывном совершенствовании. Подход Деминга к отклонениям и систематическому решению проблем послужил базой для разработки 14 принципов, которые являются основой теории качества, способствующей развитию информированности сотрудников и управлению долгосрочными бизнес-планами и целями. Эти заповеди содержат не столько план действий, сколько философский кодекс менеджмента:

1. Постоянно улучшайте продукты и услуги, чтобы сохранить конкурентоспособность, позицию на рынке и рабочие места.
2. Примите новую философию. Западный менеджмент должен реагировать на требования времени, понимать свою ответственность и брать на себя управление изменениями.
3. Покончите с массовым контролем. «Встраивайте» качество в продукт изначально.
4. Прекратите закупать сырье и материалы по минимальной цене. Вместо этого следует минимизировать общие затраты и стремиться к выбору определенного поставщика для каждого продукта, необходимого на производстве.
5. Постоянно улучшайте систему производства и услуг, чтобы повысить качество и уменьшить процент брака.

6. Создайте систему подготовки и переподготовки кадров.

7. Создайте институт лидерства. Цель руководителей заключается в помощи и сопровождении подчиненных для улучшения качества работы.

8. Устраните страхи, чтобы все могли эффективно работать для предприятия.

9. Разрушайте барьеры между подразделениями; исследования, проектирование, производство и реализация должны быть объединены, чтобы предвидеть проблемы производства и эксплуатации.

10. Откажитесь от неэффективных лозунгов и призывов, так как они не всегда достигают своих целей.

11. Откажитесь от количественных норм, поскольку нужно учитывать качество и методы, а не точное количество.

12. Дайте работникам возможность гордиться своим трудом.

13. Создайте программу насыщенного образования и переподготовки как для менеджеров, так и для рядовых сотрудников.

14. Используйте подходящие методы для проведения преобразований. В этом процессе руководители должны работать сообща.

Эти принципы актуальны для менеджмента в целом, а не только для системы управления качеством. Деминг также вызвал широкий интерес своим отказом от управления на основании целей и аттестации персонала. А его мысль о единстве сотрудников заставила воспринимать всеобщее управление качеством как философию заботы.

Таким образом, наиболее эффективной стратегией в организации структуры управления

производством является стремление предприятия к созданию плоских структур управления.

Для эффективной оптимизации организационной структуры управления предприятия и снижения негативных последствий таких преобразований необходима разработка соответствующей стратегии.

#### Данные и методы (Data and Methods)

Ведущим методом к исследованию данной проблемы является метод моделирования, позволяющий рассмотреть данную проблему как целенаправленный и организованный процесс по совершенствованию управления производственными системами химических и нефтехимических предприятий.

В исследовании предложен комплекс управленческих решений по совершенствованию организации производства ПАО «Казаньоргсинтез» на примере завода по производству и переработке полиэтилена низкого давления.

#### Модель (Method or Model)

При получении научных результатов были использованы общенаучные и частные методы познания: имитационного моделирования, метод формализации, анализа и синтеза, методы системного, структурно-функционального, экономико-математического моделирования, многомерного статистического анализа, сравнения, индексные методы, метод аналогий, матричные методы, методы прогнозирования.

#### Полученные результаты (Results)

Предприятие ПАО «Казаньоргсинтез» – крупнейший отечественный производитель полимеров и сополимеров этилена, ведущее предприятие химической промышленности Российской Федерации, имеющее стратегическое значение для развития экономики Республики Татарстан и входящее в группу компаний ТАИФ.

Таблица 1  
Анализ основных показателей деятельности ПАО «Казаньоргсинтез»

Table 1

Analysis of key performance indicators of PJSC "Kazanorgsintez"

Показатель	2014, млн. руб.	2015, млн. руб.	2016, млн. руб.
Выручка от реализации	54569	68599	75410
Себестоимость	39235	40170	43294
Валовая прибыль	15334	28428	32115
Чистая прибыль	6127	19295	18169

Как видно из таблицы 1 в 2016 году чистая прибыль предприятия снизилась по сравнению с 2015 годом: с 19,3 млрд. рублей до 18,2 млрд. рублей (94,2%). Снижение чистой прибыли в

2016 году объясняется ее ростом в 2015 по отношению к 2014 году более, чем в 3 раза. Рост чистой прибыли в тот период объясняется тем, что значительно выросли цены, в частности, на

полиэтилены, и это позволило компании получить выручку на 13,2 миллиарда рублей больше, чем в 2014 году. Рост колоссальный, особенно в кризисной ситуации, когда большая часть ориентированных на внутренний рынок компаний демонстрирует спад.

Выручка от реализации за 2016 год выросла на 9,9% до 75,4 млрд. рублей. Наибольшая доля выручки по-прежнему приходится на полимеры и сополимеры этилена — 74,9% и поликарбонат — 12,4%. Цены на продукцию ПАО «Казаньоргсинтез» находятся в прямой зависимости от цен на мировом и российском товарных рынках. На внутреннем рынке реализовано продукции и услуг на сумму 62 021 млн рублей, что на 9,7% больше, чем в 2015 году.

В 2016 году ПАО «Казаньоргсинтез» экспортировало продукции на сумму 13 389 млн рублей, что на 10,8% больше, чем 2015 году. Трехкратное увеличение чистой прибыли в 2015 году ПАО «Казаньоргсинтез» свидетельствует о результативной работе руководства, а также успешной интегрированной деятельности структурных подразделений предприятия, и прежде всего, отделов производства, маркетинга и логистики.

Финансовому росту предприятия способствовала, прежде всего, отличная рыночная конъюнктура. Мартовский уровень цен на полиэтилен низкого давления (ПНД) превышал 70 тыс. рублей за тонну. В июне цены достигли отметки 77,5 тыс. рублей за тонну. А, например, пленочный ПНД к середине лета стоил уже около 80 тыс. рублей за тонну. В среднем же полиэтилен в прошлом году подорожал на 30%.

Проанализируем эффективность использования оборотных средств в динамике 2014-2016 гг.

Несмотря на рост чистой прибыли, в 2016г. мы наблюдаем снижение оборачиваемости оборотных средств: снизилось с 3,2 до 2,6.

Рассмотрим направления совершенствования деятельности ПАО «Казаньоргсинтез».

При сокращении уровней управления большая ответственность за производство качественного конечного продукта ложится на рабочих и сокращение ответственности на руко-

водящем составе предприятия, что влечет необходимость создания философии создания ценности для конечного потребителя.

В основе эффективных производственных систем лежит философия в центре которой находятся «люди», как ключевая ценность предприятия, которые следуют по пути непрерывного самосовершенствования и совершенствования производственных процессов, в которых они принимают участие. Философия направлена на создание эффективного мышления, налаживание коммуникаций внутри предприятия, обучение работе в команде, создание доверительного отношения внутри коллектива, целенаправленную работу по созданию качественного продукта, соответствующего требованиям конечного потребителя. Данная философия перетекает в поддерживающую производственную культуру предприятия.

На производстве необходимо избегать множества аттестаций, тестирований и прочих систем контроля персонала. Осуществление эффективного менеджмента осуществляется на личных примерах лидеров, доверительном отношении, постоянном повышении квалификации и дополнительного образования персонала. Устранение потерь и сокращение брака производства происходит за счет непосредственного нахождения инженеров на рабочих местах, а не в отдаленных офисах, для постоянного визуального контроля производственного процесса и быстрой реакции на возможные отклонения от технологии. Кроме того, для совершенствования производственных процессов и устранения различных видов потерь происходят различные организационные мероприятия с применением инструментов бережливости производства, таких как система «точно вовремя», дзидока, хейдзунка, пока-экэ и т.п.

Эффективным инструментом решения изложенных задач в исследовании предложена модель совершенствования управления производственной системой предприятия.

Таблица 2

Модель совершенствования управления производственной системой предприятия

Table 2

Model of improving the management of the production system of the enterprise

Выявленные проблемы	Предлагаемые мероприятия
Анализ организационной структуры предприятия	
<ul style="list-style-type: none"> <li>раздутый управленческий аппарат;</li> <li>бюрократизм, волокита;</li> <li>неэффективная обратная связь</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>сокращение управленческого аппарата;</li> <li>делегирование полномочий служащим;</li> <li>обратная связь с членами команды, которая позволит завоевать уважение руководства</li> </ul>
Анализ эффективности кадровой политики предприятия	
<ul style="list-style-type: none"> <li>слабая мотивация персонала;</li> <li>неспособность работы в команде;</li> <li>неэффективные коммуникации</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>развитие философии и корпоративной культуры;</li> <li>стимулирование повышения морального духа;</li> <li>активное участие сотрудников в разработке продукции</li> </ul>
Анализ системы контроля сотрудников, отчетности, документооборота	
<ul style="list-style-type: none"> <li>низкая квалификация персонала;</li> <li>большое количество отчетности, частые аттестации; неэффективные правила и процедуры</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>повышение квалификации сотрудников;</li> <li>доверительное отношение к сотрудникам;</li> <li>минимизация правил, процедур, отчетности, аттестаций</li> </ul>
Анализ качества выпускаемой продукции	
<ul style="list-style-type: none"> <li>высокий процент бракованной продукции;</li> <li>потери при производстве продукции;</li> <li>неэффективная организация рабочих мест на производстве</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>создание системы по модели «прозрачного ящика», помогающей контролировать собственную работу;</li> <li>применение инструментов бережливого производства;</li> <li>нахождение инженеров на рабочих местах, а не в офисах</li> </ul>

Таким образом предлагаемый комплекс мероприятий по совершенствованию управления производственной системой предприятия позволяет повысить мотивацию персонала, устранить потери производства, сократить производство брака, сократить затраты за содержание управленческого аппарата и др., что в свою очередь позволит повысить качество и конкурентоспособность выпускаемой продукции, создаст благоприятный имидж компании.

Рассмотрим совершенствование организации производства ПАО «Казаньоргсинтез» на примере завода по производству и переработке полиэтилена низкого давления. Завод по производству и переработке полиэтилена низкого давления (ПППНД) состоит из трех производств:

1. производство полиэтилена – получение полиэтилена осуществляется (со)полимеризацией этилена газофазным методом по технологии Unipol с применением катализаторов;

2. производство пластмассовых изделий – в качестве сырья использует ПЭНД. Производит полиэтиленовые трубы и соединительные детали для газо- и водоснабжения;

3. производство сомономеров – в качестве сырья используется этилен. Конечная продукция – бутен-1, получаемый димеризацией этилена.

Удельный вес завода ПППНД в продукции ПАО «Казаньоргсинтез» – 50,9%, численность работающих на заводе 791 человек. Поскольку для повышения рентабельности производства следует сократить расходы на оплату труда и закупку зданий и сооружений, необходимо оптимизировать заводские площади и работу персонала предприятия, рассмотрим организационную структуру предприятия, проведем анализ использования площадей предприятия и анализ использования рабочего времени руководящим составом предприятия.

Завод состоит из 7 цехов в каждый из которых входят следующие штатные единицы, занимающие офисные помещения не менее 20 кв. м. на человека и усредненной заработной платой 50 тыс. рублей (включая отчисления предприятия в соответствующие налоговые и социальные органы): 1 начальник цеха; 1 заместитель начальника цеха; 1 технолог; 1 механик; 1 кладовщик; 1 табельщик.

Таким образом, 7 цехов состоят из 6 руководителей среднего звена, которые занимают более 720 кв. м. с фондом оплаты труда 1800 тыс. рублей в месяц и усредненной заработной платой 500 рублей в час. Кроме того, в среднем каждый начальник цеха проводит не менее 6 часов в



неделю на совещаниях, а остальные руководители среднего звена не менее 3 часов в неделю. Таким образом, каждый начальник цеха проводит около 300 часов в год на совещаниях и около 150 часов в год каждый руководитель среднего звена.

Для оптимизации производственного процесса на предприятии внедрим управленческие инновации в организационную структуру предприятия.

Мероприятия по совершенствованию организационной структуры завода ПППНД ПАО «Казаньоргсинтез»:

- сокращение численности руководящего состава предприятия и упрощение ее иерархии (а именно сокращение должности заместителя начальника цеха) – что позволит сократить затраты на заработную плату и сократить время согласования документов;

- освобождение индивидуальных офисов среднего руководящего состава предприятия, которые находятся в удалении от цехов и организация их рабочих мест непосредственно в соответствующих цехах – позволит экономить рабочее время (сокращение времени передвижения между объектами), сокращать офисные площади, упростить осуществление контролирующей функции.

- сокращение времени проведения совещаний на всех уровнях, замена некоторых из них видеоконференциями – позволит сократить непроизводительное использование рабочего времени, повысить производительность труда.

Рассчитаем суммарный эффект от предложенных мероприятий по внедрению комплекса управленческих инноваций на завод ПППНД ПАО «Казаньоргсинтез».

Таблица 3

Эффект внедрения комплекса управленческих инноваций ПАО «Казаньоргсинтез»

Table 3

The effect of implementing the complex of managerial innovations of PJSC "Kazanorgsintez"

Мероприятия	Эффект от внедрения мероприятий
сокращение численности руководящего состава предприятия и упрощение ее иерархии (сокращение 7 заместителей начальника цеха)	5880 тыс. рублей в год
освобождение индивидуальных офисов среднего руководящего состава предприятия, организация их рабочих мест непосредственно в соответствующих цехах	3528 тыс. рублей в год
сокращение времени проведения совещаний на всех уровнях, замена некоторых из них видеоконференциями	2940 тыс. руб. в год
Суммарный эффект	12348 тыс. руб. в год

Таким образом, суммарный эффект от предложенных мероприятий по внедрению комплекса управленческих инноваций на завод ПППНД ПАО «Казаньоргсинтез» составит 12348 тыс. рублей в год. Оптимизация производственного процесса позволит сократить время согласования документов, экономить рабочее время (сокращение времени передвижения между объектами), сокращать офисные площади, упростить осуществление контролирующей функции, сократить непроизводительное использование рабочего времени, повысить производительность труда.

#### **Заключение (Conclusions or Discussion and Implication)**

В работе предложен комплекс мероприятий по совершенствованию управления производственной системой предприятия, которая позво-

ляет повысить мотивацию персонала, устранить потери производства, сократить производство брака, сократить затраты на содержание управленческого аппарата и др., что в свою очередь позволит повысить качество и конкурентоспособность выпускаемой продукции, создаст благоприятный имидж компании.

Проведена апробация комплекса мероприятий по совершенствованию организации производства ПАО «Казаньоргсинтез» на примере завода по производству и переработке полиэтилена низкого давления. Предварительный расчет эффекта от предложенных мероприятий по внедрению комплекса управленческих инноваций на завод ПППНД ПАО «Казаньоргсинтез» составит 12348 тыс. рублей в год.

Библиографический список

1. Coherent Structures in unsteady swirling jet flow / E. Cala, C. Fernandes, M. Heitor, S. Shtork // *Experiments in Fluids*. 2006. V.40. P. 267-276.
2. Cooper, R.G., Edgett, S.J. (2010). Developing a product innovation and technology strategy for your business // *Research Technology Management*. Т. 53. №3. P. 33 – 40.
3. Cunningham, J. A., & Link, A. N. (2014). Fostering university-industry R&D collaborations in European Union countries. *International Entrepreneurship and Management Journal*, 1-12.
4. Das, A., Maiti, J., Banerjee, R.N. (2012). Process monitoring and fault detection strategies: a review // *International Journal of Quality & Reliability Management*. Т. 29. №7. P. 720 – 752.
5. Davidson L. Large eddy simulations: how to evaluate resolution // *International Journal of Heat and Fluid Flow*. 2009. V.30. № 5. P. 1016–1025.
6. Dhondt, S., van Hootegem, G. (2015). Reshaping workplaces: Workplace innovation as designed by scientists and practitioners. *European Journal of Workplace Innovation*, no. 1 (1), pp. 17-25.
7. Fiaz, M. An empirical study of university-industry R&D collaboration in China: Implications for technology in society. *Technology in Society*, 35(3), 2013, 191-202
8. Focus on SMEs/ Panorama of EU Industry. EUROSTAT. №6, 1995, pp.61-69.
9. Franklin M. Fisher «Accounting data and economic performance of the firm», «*Journal of Accounting and Public Policy*», 7 (1998): 256.
10. Freeman C.D., ed. *Long Waves in the World Economy*. - L., 1983.
11. Haralick R.M Statistical and structural approaches to texture. *Proc. of IEEE*, 1979, vol. 67, no. 5, pp. 768–804.
12. Lee, K. University-industry R&D collaboration in Korea's national innovation system. *Technology and Society*, 19(1), 2014, 1-25.
13. Levich E. Coherence in turbulence: new perspective // *Concepts of Physics*. 2009. V. 6. №. 3. P. 239-457.
14. Leydesdorff, L. The triple helix model and the study of knowledge-based innovation systems. *International Journal of Contemporary Sociology*, 42, 2005. 1–16.
15. Lubnina A.A., Shinkevich A.I., Chikisheva N.M., Kharisova R.R., Fatikhova L.E., Novikov A.A., Shiryaev D.V. Innovative Collaboration Ensures Industrial Success // *International Journal of Advanced Biotechnology and Research (IJBR)* Vol-8, Issue-4, 2017, pp1389-1396
16. Misbakhova Ch.A., Arestova E.N., Lubnina A.A., Isaichev V.A., Pavlikov S.G., Kozin M.N., Alenina E.E. Innovative strategy for increasing competitiveness in organizational structures of industrial enterprises // *Eurasian Journal of Analytical Chemistry*. 2017. Т. 12. № 7b. С. 1563-1571.
17. Smolyagina, M.V., Lubnina A.A. Concerning the environmental marketing of waste management in the context of sustainable development// *International Journal of Pharmacy and Technology*, 2016, 8, 257-264

Поступила в редакцию – 19 мая 2018 г.

Принята в печать – 15 июня 2018 г.

References

1. Coherent Structures in unsteady swirling jet flow / E. Cala, C. Fernandes, M. Heitor, S. Shtork // *Experiments in Fluids*. 2006. V.40. P. 267-276.
2. Cooper, R.G., Edgett, S.J. (2010). Developing a product innovation and technology strategy for your business // *Research Technology Management*. Т. 53. №3. P. 33 – 40.
3. Cunningham, J. A., & Link, A. N. (2014). Fostering university-industry R&D collaborations in European Union countries. *International Entrepreneurship and Management Journal*, 1-12.
4. Das, A., Maiti, J., Banerjee, R.N. (2012). Process monitoring and fault detection strategies: a review // *International Journal of Quality & Reliability Management*. Т. 29. №7. P. 720 – 752.
5. Davidson L. Large eddy simulations: how to evaluate resolution // *International Journal of Heat and Fluid Flow*. 2009. V.30. № 5. P. 1016–1025.
6. Dhondt, S., van Hootegem, G. (2015). Reshaping workplaces: Workplace innovation as designed by scientists and practitioners. *European Journal of Workplace Innovation*, no. 1 (1), pp. 17-25.

7. Fiaz, M. An empirical study of university-industry R&D collaboration in China: Implications for technology in society. *Technology in Society*, 35(3), 2013, 191-202
8. Focus on SMEs/ Panorama of EU Industry. EUROSTAT. №6, 1995, pp.61-69.
9. Franklin M. Fisher «Accounting data and economic performance of the firm», «Journal of Accounting and Public Policy», 7 (1998): 256.
10. Freeman C.D., ed. *Long Waves in the World Economy*. - L., 1983.
11. Haralick R.M Statistical and structural approaches to texture. *Proc. of IEEE*, 1979, vol. 67, no. 5, pp. 768–804.
12. Lee, K. University-industry R&D collaboration in Korea's national innovation system. *Technology and Society*, 19(1), 2014, 1-25.
13. Levich E. Coherence in turbulence: new perspective // *Concepts of Physics*. 2009. V. 6. №. 3. P. 239-457.
14. Leydesdorff, L.. The triple helix model and the study of knowledge-based innovation systems. *International Journal of Contemporary Sociology*, 42, 2005. 1–16.
15. Lubnina A.A., Shinkevich A.I., Chikisheva N.M., Kharisova R.R., Fatikhova L.E., Novikov A.A., Shiryaev D.V. Innovative Collaboration Ensures Industrial Success // *International Journal of Advanced Biotechnology and Research (IJBR)* Vol-8, Issue-4, 2017, pp1389-1396
16. Misbakhova Ch.A., Arestova E.N., Lubnina A.A., Isaichev V.A., Pavlikov S.G., Kozin M.N., Aletina E.E. Innovative strategy for increasing competitiveness in organizational structures of industrial enterprises // *Eurasian Journal of Analytical Chemistry*. 2017. T. 12. № 7b. С. 1563-1571.
17. Smolyagina, M.V., Lubnina A.A. Concerning the environmental marketing of waste management in the context of sustainable development // *International Journal of Pharmacy and Technology*, 2016, 8, 257-264.

Received – 19 May 2018.

Accepted for publication – 15 June 2018.

DOI: 10.25065/1810-4894-2018-26-2-84-94

УДК 658.274; 658.71

## МОДЕЛЬ ВЫБОРА ОБОРУДОВАНИЯ ПРИ ТЕХНИЧЕСКОМ ПЕРЕВООРУЖЕНИИ ПРЕДПРИЯТИЯ

**К.А. Соловейчик, В.А. Левенцов**

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

**Э.М. Фарбер**

Открытое акционерное общество «ЛЕНПОЛИГРАФМАШ»  
Россия, 197376, Санкт-Петербург, наб. реки Карповки, 5

**Введение.** На сегодняшний день машиностроительная промышленность Российской Федерации сталкивается с множеством проблем, отрицательно влияющих на ее развитие и конкурентоспособность. Одним из возможных и необходимых решений таких проблем является техническое перевооружение предприятий. Целью данной работы стала разработка математической модели выбора оборудования, которая позволит минимизировать усилия и время на анализ и выбор наиболее подходящего для предприятия оборудования, при проведении технического перевооружения.

**Данные и методы.** В данной работе процесс выбора оптимального оборудования представлен в виде задачи многокритериальной оптимизации. Решение задачи проводится графическим методом. Значения критериев определяются с помощью метода балльной оценки. Всем критериям придается вес, определяемый с помощью метода парных сравнений.

**Полученные результаты.** В результате получена математическая модель выбора оборудования, основанная на двух критериях – балльная оценка технических характеристик оборудования и балльная оценка стоимости оборудования. Значениями критериев являются множество оценок характеристик рассматриваемого оборудования и множество оценок стоимости рассматриваемого оборудования соответственно. Целевая функция стремится к максимуму, так как наилучшим считается оборудование, набравшее при оценке больше всего баллов.

**Заключение.** Данная математическая модель выбора оборудования достаточно проста в использовании и показательна. В текущих условиях и реалиях рынка производственного и иного оборудования, при всем его многообразии, такая математическая модель позволит быстро и эффективно структурировать и анализировать информацию и выносить предварительные решения по закупкам оборудования, в соответствии с требованиями, предъявляемыми предприятием. Модель может быть использована в качестве системы оценки и выбора оборудования, включенной в автоматическую систему управления предприятием

**Ключевые слова:** техническое перевооружение, выбор оборудования, математическая модель, метод парной оценки, критерии выбора оборудования

### Для цитирования:

Соловейчик К.А., Левенцов В.А., Фарбер Э.М. Модель выбора оборудования при техническом перевооружении предприятия // Организатор производства. 2018. Т.26. №2. С. 84-94. DOI: 10.25065/1810-4894-2018-26-2-84-94

### Сведения об авторах:

**Кирилл Александрович Соловейчик** (д-р экон. наук, доцент, [kirill@spbcioclub.ru](mailto:kirill@spbcioclub.ru)), заведующий кафедрой Процессы управления наукоемкими производствами.

**Валерий Александрович Левенцов** (канд. экон. наук, доцент, [vlevantsov@spbstu.ru](mailto:vlevantsov@spbstu.ru)), директор Высшей школы промышленного менеджмента и экономики.

**Эдуард Михайлович Фарбер** ([d.farber2010@yandex.ru](mailto:d.farber2010@yandex.ru)), инженер ОГТ по подготовке производства.

### On authors:

**Kirill A. Soloveychik** (Dr. Sci. (Economy), Assistant Professor, [kirill@spbcioclub.ru](mailto:kirill@spbcioclub.ru)), Head of the Department Processes of Management of High-Tech Production.

**Valeriy A. Leventsov** (Cand. Sci. (Economy), Assistant Professor, [vlevantsov@spbstu.ru](mailto:vlevantsov@spbstu.ru)), Director of the Higher School of Industrial Management and Economics.

**Eduard M. Farber** ([d.farber2010@yandex.ru](mailto:d.farber2010@yandex.ru)), Production preparation engineer.

EQUIPMENT SELECTION MODEL AT TECHNICAL RE-EQUIPMENT OF THE ENTERPRISE

**K.A. Soloveychik, V.A. Leventsov**

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

**E.M. Farber**

Public limited company «LENPOLIGRAPHMASH»  
5, nab. reki Karpovki, St. Petersburg, 197376, Russia

**Introduction.** To date, the engineering industry of the Russian Federation faces many problems, negatively affecting its development and competitiveness. One of the possible and necessary solution to such problems is the technical re-equipment of enterprises. The purpose of this work is the development of a selecting equipment mathematical model, that will minimize the effort and time for analysis and selection of the equipment most suitable for the enterprise, while carrying out technical re-equipment.

**Data and Methods.** In this study, the optimal equipment selection process is presented in the form of multi-criteria optimization problem. The solution of the problem is carried out graphically. Values of the criteria are determined using the scoring method. All criteria has weight, determined by the method of paired comparison.

**Results.** As a result, a mathematical model of equipment selection was obtained, based on two criteria - a scoring of the technical characteristics of equipment and a scoring of the cost of equipment. Values of the criteria are a set of estimates of the characteristics of the equipment and a set of estimates of the cost of the equipment. The objective function tends to the maximum, because the equipment that scored the most points is the best.

**Conclusion.** This selection equipment mathematical model is fairly simple to use and indicative. In the current conditions and realities of the production and other equipment market, with all its diversity, such a mathematical model will quickly and efficiently structure and analyze information and make preliminary decisions on equipment purchases, in accordance with the requirements set by the enterprise. The model can be used as a system of assessment and selection of equipment included in the automatic system of enterprise management

**Key words:** technical re-equipment, equipment selection, mathematical model, pair-valuation method, equipment selection criteria

**For citation:**

Soloveychik K.A., Leventsov V.A., Farber E.M. (2018). Equipment selection model at technical re-equipment of the enterprise. *Organizator proizvodstva* = Organizer of Production, 26(2), 84-94. DOI: 10.25065/1810-4894-2018-26-2-84-94 (in Russian)

**Введение (Introduction)**

На сегодняшний день, машиностроительная промышленность Российской Федерации сталкивается с множеством проблем, отрицательно влияющих на ее развитие и конкурентоспособность. Одной из важных проблем является моральное устаревание и высокий износ имеющегося оборудования. За последние 15-20 лет на большинстве предприятий отмечаются не только высокие темпы старения основного оборудования (уровень износа оборудования составляет для обрабатывающих предприятий Российской Федерации – 47% [1]), но и низкое применение

научно-технических достижений, недоиспользование инновационно-технологического потенциала. Все это снижает общую эффективность работы предприятий, не позволяет им достичь нужного качества производимой продукции и эффективно поддерживать свою конкурентноспособность [2].

Одним из возможных и необходимых решений таких проблем является техническое перевооружение предприятий. Однако, при реализации проектов технического перевооружения, предприятия часто сталкиваются с

нехваткой ресурсов на такого рода проекты: финансовых, трудовых и временных [3].

Учитывая так же достаточно большой объем рынка технологического оборудования, большой разброс по стоимости и техническим характеристикам, процесс технологического перевооружения может потребовать много усилий на начальной стадии: анализа рынка и предварительного выбора оборудования.

Целью данной работы стала разработка тематической модели выбора оборудования, которая позволит минимизировать усилия и время на анализ и выбор наиболее подходящего для предприятия оборудования.

### **Понятие технического перевооружения (The concept of technical re-equipment)**

Техническое перевооружение промышленных предприятий (ТППП) — комплекс мероприятий, направленных на повышение технико-экономического уровня деятельности предприятий, отдельных производств, цехов и участков за счет внедрения современной техники и прогрессивной технологии, механизации и автоматизации производственных процессов, модернизации и замены морально устаревшего и физически изношенного оборудования, улучшения организации и структуры производства, а также других организационных мероприятий без расширения производственных площадей и увеличения количества рабочих мест [4,5,6,7].

Как правило, при технологическом перевооружении производится выбор оборудования из определенной рассматриваемой группы. Это может быть как различное оборудование разных поставщиков и производителей, так и оборудование от одного производителя, различающиеся по определенным характеристикам.

Выбор оборудования производится на основе технического задания предприятия, в котором указываются необходимые характеристики оборудования и условия поставки. В качестве характеристик могут выступать как конкретные технические характеристики (скорость вращения шпинделя, количество осей, требуемая оснастка и т.д.), так и общие (страна производитель).

### **Анализ литературы (Analysis of literature)**

На сегодняшний день в литературе присутствует множество моделей и методов выбора оборудования для различных целей. Как правило, они представляют собой отдельные или

совмещенные методики решений многокритериальных задач.

Говоря об иностранной литературе, можно привести в пример работу авторов I. Temiz и G. Calis [8], в которой рассматривается выбор строительного оборудования на основании сочетания метода анализа иерархий (АНП) и метода PROMETHEE (устанавливает отношение предпочтения между рассматриваемыми вариантами).

Такое же сочетание методик в своей работе рассматривает M. Dagdeviren [9], в качестве метода выбора оборудования, который, в конечном итоге, можно включить в систему управления компании.

В свою очередь, Virender S.P. и Ajit P.S. рассматривают проблему выбора оборудования как многокритериальную задачу, и сравнивают в своей работе результативность сразу нескольких способов ее решения – метод анализа иерархий, метод простого суммарного взвешивания (SAW), метода PROMETHEE, метод ELECTRE (относительное сравнение альтернативы с другой альтернативой)[10].

G. Tuzka и др. в своей работе так же решают задачу выбора оптимального оборудования как многокритериальную, и используют те же методы - метода PROMETHEE и аналитический сетевой процесс (АНП) (более общая форма метода анализа иерархий) [11].

В отечественных работах проблематика выбора оборудования на основе определенных требований так же рассматривается в первую очередь как задача многокритериальной оптимизации. Л.И. Нефедов и др. в своей работе показывают решение задачи выбора оборудования на основе метода нечетких множеств [12].

А С.О. Медведев и др. предлагают использовать методику дерева решений для нахождения оптимального оборудования при технологическом перевооружении, в качестве ключевого критерия используя оценку возможного дохода от приобретения рассматриваемого оборудования [13].

В общем и целом, в литературе прослеживается направленность на представлении проблемы выбора оборудования именно как многокритериальной задачи. Однако, стоит отметить, что почти все рассмотренные примеры используют достаточно серьезный, и в некоторой мере сложный математический аппарат, который требует от конечного пользователя определен-

ных знаний, что возможно затруднит использование представленных моделей и методов. В связи с этим, в данной работе будет рассматриваться достаточно простой и понятный, но при этом эффективный метод выбора оборудования.

**Математическая модель выбора оборудования (Equipment selection mathematical model)**

В данной работе представлена математическая модель выбора оборудования, основываясь на двух критериях – балльная оценка технических характеристик оборудования и балльная оценка стоимости оборудования. Критерии представлены двумя переменными -  $x_1$  и  $x_2$ . Значениями первой переменной являются множество оценок характеристик рассматриваемого оборудования, значениями второй переменной – множество оценок стоимости рассматриваемого оборудования.

Математическая модель многокритериальной задачи выбора технологического оборудования имеет следующий вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} F(x) = \alpha_1 * x_1 - \alpha_2 * x_2 \rightarrow \max \\ x_1 = \sum_{i=1}^n a_{ij} \\ x_2 = b_j \\ \sum_{i=1}^n a_{ij} > 0 \\ b_j > 0 \\ \alpha_1 + \alpha_2 = 1; 0 < \alpha_1 < 1; 0 < \alpha_2 < 1 \\ i = 1..n; j = 1..m; \\ m \in N; a_{ij} \in N; n \in N; b_j \in N. \end{array} \right. \quad (1)$$

где  $i = 1..n$  – наименования характеристик оборудования;

$n$  – количество рассматриваемых в соответствии с техническим заданием характеристик;

$j = 1..m$  – перечень альтернативного оборудования;

$m$  – количество рассматриваемого альтернативного оборудования;

$a_{ij}$  – балл сравнительной оценки  $i$ -й характеристики рассматриваемого  $j$ -го оборудования относительно требований к данной характеристике в соответствии с техническим заданием;

$b_j$  – балл ранговой оценки стоимости  $j$ -го рассматриваемого оборудования;

$\alpha_1$  и  $\alpha_2$  – определяемые весовые коэффициенты.

Целевая функция математической модели стремится к максимуму, так как наилучшим считается оборудование, набравшее при оценке больше всего баллов. При этом отметим, что происходит вычитание балльной оценки стоимости из балльной оценки характеристик. Это обусловлено необходимостью максимизации оценки характеристик (лучшее по соответствию техническому заданию оборудование получит большую оценку), и при этом минимизации оценки стоимости (при одинаковом соответствии техническому заданию, выгоднее выбрать более дешевое оборудование). Каждый из рассматриваемых в модели критериев имеет определенный вес, который определяется с помощью метода парной оценки, представленного далее.

Оценка и выбор допустимого оборудования, удовлетворяющего требованиям технического задания и финансовым возможностям предприятия, проходит в несколько этапов:

1. Определение необходимых для оценки оборудования характеристик, их количества ( $n$ ), в соответствие с техническим заданием.

2. Определение оборудования, которое будет участвовать в процессе выбора, количества оборудования ( $m$ ).

3. Оценка характеристик рассматриваемого оборудования в сравнении с требованиями технического задания.

4. Оценка стоимости рассматриваемого оборудования.

5. Определение веса каждого критерия.

6. Построение итогового графика функции  $F$  и выбор оборудования.

Первые два этапа не нуждаются в каком-либо подробном описании, так как являются стандартной процедурой анализа технического задания на технологическое перевооружение предприятия (первый этап), и подбора оборудования, которое необходимо предприятию (второй этап).

На третьем этапе происходит оценивание характеристик выбранного к рассмотрению оборудования, в сравнении с характеристиками, требуемыми в техническом задании на технологическое перевооружение предприятия. Ниже представлен пример таблицы, в которую выставлены оценки (табл. 1).

Таблица 1

Оценка оборудования на основе технического задания

Table 1

Assessment based on the technical specifications of equipment

Характеристики	Оборудование 1	...	Оборудование j
Характеристика 1	$a_{11}$	...	$a_{1j}$
...	...	...	...
Характеристика i	...	...	$a_{ij}$
Суммарная оценка	...	...	$\sum_{i=1}^n a_{ij}$

Где  $a_{ij}$  – балл сравнительной оценки  $i$ -й характеристики рассматриваемого  $j$ -го оборудования относительно требований к данной характеристике в техническом задании,  $n$  – количество характеристик,  $m$  – количество рассматриваемого оборудования,  $i = 1 \dots n, j = 1 \dots m$ ,  $\sum_{i=1}^n a_{ij}$  – суммарная оценка  $j$ -го оборудования по всем  $n$  критериям.

Выставление сравнительных оценок проходит по следующим условиям:

$$a_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{если } h_{ij} = h_{iT} \\ 2 & \text{если } h_{ij} > h_{iT} \\ 0 & \text{если } h_{ij} < h_{iT} \end{cases}$$

Где  $h_{ij}$  – значение  $i$ -й характеристики для  $j$ -го оборудования;  $h_{iT}$  – значение  $i$ -й характеристики в соответствии с требованием технического задания.

Таким образом, если  $i$ -я характеристика  $j$ -го рассматриваемого оборудования полностью совпадает с требованием технического задания по закупке оборудования – ставится балл 1. Если рассматриваемая характеристика выше, чем того требует техническое задание – ставится 2 балла, и соответственно, если характеристика не удовлетворяет техническому заданию, ставится 0 баллов.

Сравнение характеристик рассматриваемого оборудования и их оценка позволяет получить суммарную оценку по каждому рассматриваемому оборудованию. В зависимости от количества рассматриваемых характеристик, каждое из рассматриваемого оборудования может набрать различное количество баллов. Итоговая суммарная оценка становится первым показателем, на основе которого будет произведен выбор оборудования.

На четвертом этапе происходит балльная оценка стоимости рассматриваемого оборудова-

ния. Итогом этого этапа является получение баллов оценки для каждого  $j$ -го оборудования.

Для оценки необходимо из рассматриваемого оборудования выбрать оборудования с наибольшей и с наименьшей стоимостью. Далее проводим следующий расчет:

$$\max p_j - \min p_j = P$$

Где  $\max p_j$  – наибольшая стоимость рассматриваемого оборудования,  $\min p_j$  – наименьшая стоимость рассматриваемого оборудования,  $P$  – основной промежуток распределения стоимости оборудования.

После определения границ промежутка, необходимо определить размер балльной шкалы оценки. Размер шкалы  $S$  определяется по формуле:

$$S = m + 2$$

Где  $m$  – количество рассматриваемого оборудования,  $S \in N$ .

Далее, необходимо разделить основной промежуток распределения стоимости оборудования на меньшие числовые промежутки, а каждому полученному промежутку присвоить свою собственную балльную оценку, в соответствии со шкалой  $S$ . Для этого необходимо рассчитать шаг (размер) промежутков по формуле:

$$R = P / S$$

где  $R$  – шаг промежутков.

С помощью полученного значения  $R$  и ранее определенных значений размера шкалы получаем  $S$  промежутков, на основании которых будут делаться оценки:

$$[\min p_j ; \min p_j + R], (\min p_j + R; \min p_j + 2R) \dots (\min p_j + (S - 1) * R; \min p_j + S * R) \\ \text{при этом } (\min p_j + S * R) = \max p_j.$$

На основании полученных промежутков будет производиться балльная оценка стоимости рассматриваемого оборудования. Каждому из промежутков присваиваются баллы по шкале, от меньшего к большему (прямая зависимость).



Оборудованию с наименьшей стоимостью ( $\min p_j$ ) (соответственно и промежутку, в который включена цена этого оборудования) сразу присваивается наименьший возможный балл  $b_j$ , и в соответствие с условиями математической модели, наименьший возможный балл равен 1. Оборудованию с наибольшей стоимостью ( $\max p_j$ ) присваивается наибольшая из возможных оценок равная  $S$  – размеру балльной шкалы.

Далее, происходит оценка стоимости рассматриваемого оборудования. В зависимости от того, в какой числовой промежуток попадает стоимость рассматриваемого  $j$ -го оборудования, оборудование получает балльную оценку  $b_j$ , присвоенную данному промежутку.

То есть, если  $[\min p_j < p_j < \min p_{j+1} R]$ , то  $b_j = 1$ . И так далее оценивается все оборудование.

Пятый этап, в соответствие с математической моделью, необходим для определения весов

$$k_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{если критерий } i \text{ более важен чем критерий } j \\ 0 & \text{если критерий } i \text{ менее важен чем критерий } j \\ 0,5 & \text{если критерий } i \text{ и } j \text{ имеют одинаковую важность} \end{cases}$$

При этом должно выполняться условие  $k_{el} + k_{le} = 1$ .

Далее рассчитывается суммарный уровень важности каждого критерия:

$$k_e = \sum_{l=1}^p k_{el} \quad (3)$$

где  $k_e$  - суммарный уровень важности каждого критерия,  $e = 1 \dots p, l = 1 \dots p$ .

После этого рассчитывается суммарный уровень всех критериев

$$k_c = \sum_{e=1}^p k_e \quad (4)$$

где  $k_c$  - суммарный уровень важности всех критериев,  $e = 1 \dots p$ .

На основании предыдущих расчетов получаем возможность рассчитать вес каждого критерия:

$$\alpha_e = \frac{k_e}{k_c} \quad (5)$$

где  $\alpha_e$  - вес критерия  $e, e = 1 \dots p, \sum_{e=1}^p \alpha_e = 1$ .

Стоит отметить, что фактически, учитывая количество критериев (два) и особенность метода парного сравнения критериев, конечные весовые коэффициенты будут принимать значения либо 0,75 и 0,25, когда один из критериев

критериев. Определение весов критериев происходит на основе классического метода парного сравнения критериев [14,15]. Для этого уполномоченным экспертом предприятия составляется матрица  $\|k_{el}\|$  размерностью, равной количеству критериев. Матрица заполняется коэффициентами  $k_{el}$ , которые показывают предпочтение критерия  $e$  относительно критерия  $l, e = 1 \dots p, l = 1 \dots p, p$  – количество критериев, в данном конкретном случае – 2. В данном случае матрица выглядит следующим образом:

$$k_{el} = \begin{vmatrix} k_{11} & k_{12} \\ k_{21} & k_{22} \end{vmatrix} \quad (2)$$

При использовании данного метода, значения коэффициентов определяются по следующим условиям:

будет важнее другого, либо 0,5 и 0,5, когда критерии будут равноценны.

Последний, шестой этап, необходим для принятия окончательного решения по выбору оборудования для технического перевооружения предприятия. В соответствие с математической моделью, каждое из рассматриваемого оборудования имеет два критерия, описанных двумя переменными, объединенными в функцию  $F$ , на основании которой и будет производиться итоговый выбор оптимального оборудования.

Для выбора наиболее оптимального оборудования необходимо построить значения итоговой функции  $F$  для каждого рассматриваемого оборудования. При этом по оси абсцисс будут располагаться наименования оборудования (от 1 до  $m$ ), по оси ординат – значения итоговой функции. В соответствие с математической моделью, наиболее подходящим будет то оборудование, для которого значение итоговой функции  $F$  будет максимальным. Результат выбора оптимального оборудования достаточно сильно зависит от того, как распределены веса критериев. При различных распределениях весов оптимальным может быть различное оборудование из перечня рассматриваемого.

Далее будет представлен пример использования математической модели, при выборе

оборудования для предприятия ОАО «ЛЕНПОЛИГРАФМАШ».

**Пример использования математической модели (An example of using the mathematical model)**

Пример использования математической модели основывается на предприятии ОАО «ЛЕНПОЛИГРАФМАШ» - предприятие, расположенное в г. Санкт-Петербург, и специализирующееся на разработке и производстве продукции точного машиностроения, предназначенного, в том числе, для работы в жестких механико-климатических условиях.

В соответствии с математической моделью выбора наиболее оптимального оборудования, первично, на основе технического задания на технологическое перевооружение предприятия, были определены требуемые технические характеристики для интересующего предприятия оборудования, а именно – вертикально-фрезерный обрабатывающий центр с числовым программным управлением. Необходимы следующие характеристики:

1. Количество осей обработки – 4;
2. Числовое программное управление (ЧПУ) – HEIDENHAIN;
3. Размер стола – не менее 900\*500 мм;
4. Вылет инструмента по оси Z – не менее 300 мм;
5. Максимальная частота вращения шпинделя – не менее 8000 об/мин;

6. Оснащение щупами обмера заготовки и инструмента;
7. Жесткая конструкция станины;
8. Вес не более 12 тонн;
9. Наличие системы замера вылета и износа инструмента;
10. Страна происхождения – Германия / Швейцария / Англия / Чехия / Япония / Корея;

Таким образом, количество рассматриваемых технических характеристик равно 10, а, следовательно,  $n = 10$ .

Следующим этапом, в соответствии с математической моделью выбора оборудования, на основании представленных требований, были определены четыре альтернативные единицы оборудования, которые будут рассматриваться и оцениваться, для определения наиболее оптимального оборудования и дальнейшей его закупки. В статье они будут представлены под наименованиями – Оборудование 1, Оборудование 2, Оборудование 3 и Оборудование 4. Исходя из этого, получаем, что количество рассматриваемого оборудования равно четырем, т.е.  $m = 4$ .

На третьем этапе, в соответствии с математической моделью, производится оценка характеристик рассматриваемого для выбора оборудования в сравнении с характеристиками, указанными в техническом задании, и получение суммарных оценок по каждому оборудованию. Непосредственные оценки характеристик оборудования и суммарные оценки представлены в табл. 2.

Таблица 2

Оценка оборудования

Table 2

Evaluation of equipment

№	Характеристика	Оборудование 1	Оборудование 2	Оборудование 3	Оборудование 4
1	Кол-во осей обработки - 4	1	1	1	1
2	ЧПУ HEIDENHAIN	0	0	0	1
3	Размер стола - не менее 900*500 мм	2	2	2	1
4	Вылет инструмента по оси Z – не менее 300 мм	2	2	2	2
5	Макс. частота вращения шпинделя – не менее 8000 об/мин	1	2	2	1
6	Оснащение щупами обмера заготовки и инструмента	0	0	1	1
7	Жесткая конструкция станины	1	1	1	1
8	Вес не более 12 тонн	1	1	1	1
9	Наличие системы замера вылета и износа инструмента	1	1	1	1
10	Страна происхождения	0	0	0	1
Суммарная оценка		9	10	11	11

Как видно из табл. 2, оцениваемое оборудование получило примерно одинаковые оценки.

Здесь стоит, однако, прояснить некоторые оценки. Определенные характеристики в техни-

ческом задании описаны как минимальные ограничения (не менее...). Если характеристика оцениваемого оборудования равна минимальному ограничению (в данном случае для оборудования 4 максимальная частота вращения шпинделя равна 8000 об/мин), в соответствие с математической моделью ставится 1 балл – полное удовлетворение требованиям. Для оборудования, характеристики которого выше заявленного ограничения – ставится 2 балла (Оборудование 2 и 3). В случае, если бы в оценке участвовало оборудование, чья частота вращения шпинделя ниже указанного минимума, такому оборудованию следовало бы поставить 0 баллов по данной характеристике.

В свою очередь, для четко указанных в техническом задании характеристик, например, требование по наличию ЧПУ определенного производителя (ЧПУ HEIDENHAIN), в соответствие с математической моделью, возможно выставление только двух оценок – полное удовлетворение требованию – 1 балл, неудовлетворение требованию – 0 баллов.

На четвертом этапе, как было отмечено ранее, проводится балльная оценка стоимости рассматриваемого оборудования. Для этого представим стоимости рассматриваемого при выборе оборудования:

1. Оборудование 1 – 9756437 рублей.
2. Оборудование 2 – 11338922 рублей.
3. Оборудование 3 – 11682753 рублей.
4. Оборудование 4 – 12438922 рублей.

Из представленных стоимостей необходимо выбрать оборудование с наибольшей и наименьшей стоимостью, это оборудование 1 (наименьшая стоимость), и оборудование 4 (наибольшая). Путем вычитания минимальной стоимости оборудования из максимальной получаем значение основного промежутка распределения стоимости:  $P = 2682485$ .

Количество рассматриваемого оборудования  $m = 4$ . Тогда балльная шкала оценки  $S = m + 2 = 6$ . Далее, шаг промежутков  $R = 2682485 / 6 = 447080,8$ . Таким образом, мы получаем следующие 6 числовых промежутков, на основании которых будет проводиться оценка стоимости оборудования:

1. [9756437 ; 10203518] - 1 балл;
2. (10203518 ; 10650599] – 2 балла;
3. (10650599 ; 11097680] – 3 балла;
4. (11097680 ; 11544760] – 4 балла;

5. (11544760 ; 11991841] – 5 баллов;

6. (11991841 ; 12438922] – 6 баллов.

Оборудованию 1 сразу присваивается 1 балл, как оборудованию с минимальной стоимостью, оборудованию 4 – 6 баллов, как оборудованию с максимальной стоимостью. Оценивается так же оборудование 2 и 3 – 4 и 5 баллов соответственно, так как стоимости этого оборудования попадают в числовые промежутки номер 4 и 5 соответственно. Таким образом получены следующие оценки:

1. Оборудование 1 – 1 балл.
2. Оборудование 2 – 4 балла.
3. Оборудование 3 – 5 баллов.
4. Оборудование 4 – 6 баллов.

Далее, на пятом этапе, необходимо определить весовые коэффициенты для каждого критерия, на основании которых производится выбор наиболее подходящего оборудования. В соответствие с математической моделью, составляется матрица парного сравнения критериев и производится оценка:

$$k_{el} = \begin{vmatrix} 0,5 & 1 \\ 0 & 0,5 \end{vmatrix} \quad (6)$$

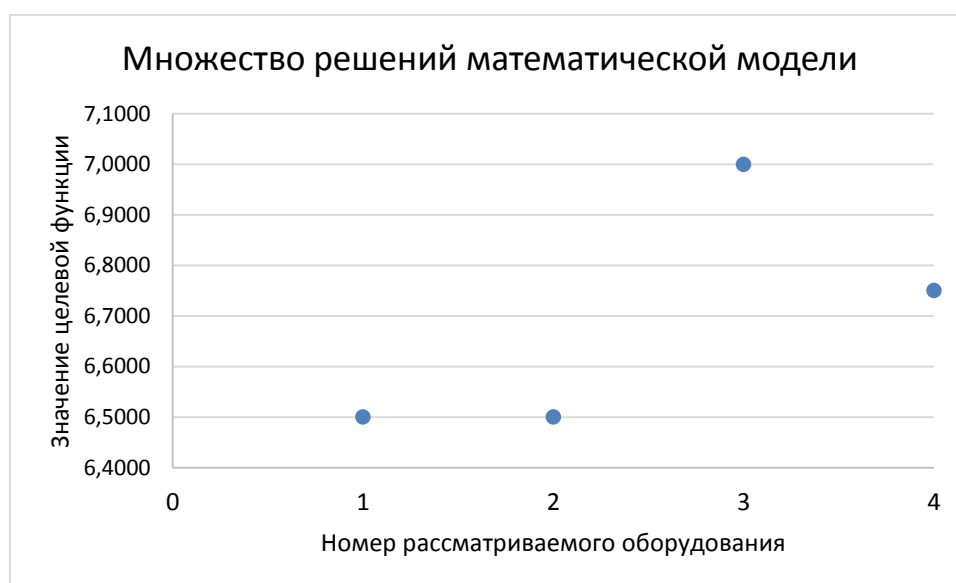
На основании матрицы получаем суммарный уровень важности первого и второго критерия:  $k_1 = 1,5$ ;  $k_2 = 0,5$ .

Далее рассчитывается суммарный уровень важности всех критериев:  $k_c = 2$ . На основании полученных уровней важности каждого критерия, и суммарного уровня важности, в соответствие с формулой 5 математической модели, получаем вес каждого критерия:  $\alpha_1 = 0,75$ ,  $\alpha_2 = 0,25$ .

На последнем, шестом этапе использования математической модели производится построение множества решений математической модели выбора наиболее оптимального оборудования для каждого  $j$ -го оборудования. Для этого необходимо рассчитать значения функции  $F$  для каждого рассматриваемого оборудования, основываясь на значениях критериев и их весовых коэффициентов. На основании предыдущих данных получаем:

1. Оборудование 1:  $F = 6,5$ ;
2. Оборудование 2:  $F = 6,5$ ;
3. Оборудование 3:  $F = 7$ ;
4. Оборудование 4:  $F = 6,75$ ;

Графическая интерпретация полученных значений представлена на рисунке.



Множество решений модели выбора оборудования  
The solution set of the equipment model selection

Из рисунка следует, что оптимальным оборудованием в текущих условиях и при текущих ценах является оборудование 3, так как значение функции  $F$  для данного оборудования максимальное, что и является конечной целью, в соответствии с математической моделью.

Таким образом, представленная математическая модель позволяет четко оценить рассматриваемое оборудование, визуальнo ранжировать его (с помощью графика) и определить наиболее оптимальное оборудование, в соответствии с требованиями технического задания и финансовыми возможностями предприятия.

#### **Заключение (Conclusions or Discussion and Implication)**

Представленная в работе математическая модель выбора оборудования достаточно проста в использовании и показательна. В текущих условиях и реалиях рынка производственного и иного оборудования, при всем его многообразии, такая математическая модель позволит быстро и эффективно структурировать и анализировать информацию и выносить предварительные решения по закупкам оборудования, в соответствии с требованиями, предъявляемыми предприятием. Это позволит предприятиям, сталкивающимся с

необходимостью проведения объемного технического перевооружения, минимизировать затраты времени на анализ рынка и выбор оптимального оборудования.

Использование графического представления множества решений позволяет определить не просто одну единственную наилучшую единицу оборудования, но группу оптимального оборудования, и из этой группы выявить лучшего из лучших. При этом, в случае нехватки финансирования, или каких-либо иных проблем, всегда есть возможность повторного выбора из группы наилучшего оборудования.

Учитывая простоту и понятность математической модели, можно говорить о возможности ее внедрения в систему управления предприятием.

В дальнейшем, возможно усложнение математической модели, добавление дополнительных критериев, для оценки не только оборудования, но и поставщика, поставляющего это оборудование, что позволит быстро и точно находить оптимальный вариант сочетания качественного и высококласного оборудования от ответственного и надежного поставщика.

**Библиографический список**

1. Сухарев О.С. Промышленность России: проблемы развития и системные решения / Вестник института экономики российской академии наук. 2016. №2. С. 69-87.
2. Татарских Б.Я. Организационные и инновационно-технологические факторы повышения эффективности российского машиностроения / Экономические науки. 2017. №4(149). С. 49-52.
3. Хорев М.А. Современные проблемы развития промышленных предприятий среднего бизнеса / Современные наукоемкие технологии. 2008. №6. С. 32-34.
4. Слуцкий В.А., Константинова Ф.С., Ханицкая Г.Я., Капаев А.А., Шпигель М.Я. Техническое перевооружение – назревшая проблема российской промышленности. Часть 5. Нормативно-технические аспекты технического перевооружения / Вестник химической промышленности. 2016. №6(93). С.40 – 44.
5. Беляков Г.П., Еремеев Д.В. Исследование содержания понятий: техническое перевооружение, техническое переоснащение, модернизация / Вестник СибГУ им. М.Ф. Решетнева. 2011. № 3(49). С. 177—182.
6. Семянко А.Г. Об оценке эффективности технического перевооружения / Вопросы современной науки и практики Университет имени В.И.Вернадского. 2010. №1-3(28). С.146 – 157.
7. Крайнов М. Как снизить издержки производства / Пластикс. 2016. №7(158). С.40 – 45.
8. Temiz I., Calis G. Selection of Construction Equipment by Using Multi-criteria Decision Making Methods / Procedia Engineering. 2017. №196 С. 286 – 293.

9. Dağdeviren M. Decision making in equipment selection: an integrated approach with AHP and PROMETHEE / Journal of Intelligent Manufacturing. 2008. №4. С. 397 – 406.
10. Virender S.P., Ajit P.S. Selection of equipment for Construction of Hilly Road using Multi Criteria Approach / Procedia - Social and Behavioral Sciences. 2013. №104. С. 282 – 291.
11. Tuzkaya G., Gulsun B., Kahraman C., Ozgen D. An integrated fuzzy multi-criteria decision making methodology for material handling equipment selection problem and an application / Expert Systems with Applications. 2010. №37. С. 2853-2863.
12. Нефедов Л.И., Петренко Ю.А., Кононыхин А.С. Модель выбора оборудования проектного офиса в условиях нечеткой информации / Вестник НТУ «ХПИ». 2014. №7(1050). С.71 – 76.
13. Медведев С.О., Мохирев А.П., Рогачева С.В. Выбор оптимального оборудования для технического перевооружения на лесопромышленном предприятии / Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. №9. 2015. С.324 – 328.
14. Brown T.C., Peterson G.L. An enquiry into the method of paired comparison: reliability, scaling, and Thurstone’s Law of Comparative Judgment – методическое пособие. Gen Tech. Rep. RMRS-GTR-216WWW. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. 2009. – 98 p.
15. Tsukida K., Gupta M.R. How to Analyze Paired Comparison Data / UWEE Technical Report. 2011. №4. С.2 – 21.

Поступила в редакцию – 7 мая 2018 г.

Принята в печать – 15 июня 2018 г.

**References**

1. Suharev O.S. (2016). Industry of Russia: problems of development and system decisions. *Vestnik instituta jekonomiki rossijskoj akademii nauk*=The Bulletin of the Institute of Economics of the Russian Academy of Sciences, №2, 69-87.
2. Tatarskih B.Ja. (2017). Organizational and innovation-technological factors of improving the efficiency of Russian engineering. *Jekonomicheskie nauki*=Economic science, №4(149), 49-52.
3. Horev M.A. (2008). Problems of development of the industrial enterprises of middle business. *Sovremennye naukoemkie tehnologii*=Modern high technologies, №6, 32-34.

4. Sluckij V.A., Konstantinova F.S., Hanickaja G.Ja., Kapaev A.A., Shpigel' M.Ja. (2016). Technical re-equipment - the urgent problem of Russian industry. Part 5. Regulatory and technical aspects of technical re-equipment. *Vestnik himicheskoj promyshlennosti*= The Bulletin of chemical production, №6(93), 40-44.
5. Beljakov G.P., Eremeev D.V. (2011) Study of concepts: technical upgrading, retooling, modernization, modernizacija. *Vestnik SibGU im. M.F. Reshetneva*= Scientific Journal of Science and Technology, №4(49), 177-182.
6. Semjanko A.G. (2010). About Estimation of Technical Re-Equipping Efficiency. *Voprosy sovremennoj nauki i praktiki Universitet imeni V.I.Vernadskogo*=Problems of Contemporary Science and Practice, Vernadsky University, №1-3(28), 146-157.
7. Krajnov M. (2016) How to reduce production costs. *Plastiks*, №7(158), 40-45.
8. Temiz I., Calis G. (2017). Selection of Construction Equipment by Using Multi-criteria Decision Making Methods. *Procedia Engineering*, №196, 286 – 293.
9. Dağdeviren M. (2008). Decision making in equipment selection: an integrated approach with AHP and PROMETHEE. *Journal of Intelligent Manufacturing*, №4, 397 – 406.
10. Virender S.P., Ajit P.S. (2013). Selection of equipment for Construction of Hilly Road using Multi Criteria Approach. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, №104, 282 – 291.
11. Tuzkaya G., Gulsun B., Kahraman C., Ozgen D. (2010). An integrated fuzzy multi-criteria decision making methodology for material handling equipment selection problem and an application. *Expert Systems with Applications*, №37, 2853–2863.
12. Nefedov L.I., Petrenko Ju.A., Kononyhin A.S. (2014) Model of selection of project office equipments in fuzzy information. *Vestnik NTU «HPI»*=Bulletin of NTU “KhPI”, №7(1050), 71-76.
13. Medvedev S.O., Mohirev A.P., Rogacheva S.V. (2015). The choice of optimal equipment for technical reequipment of the timber industry enterprise. *Actual directions of scientific researches of the XXI century: theory and practice*, №9, 324 -328. DOI: 10.12737/16934.
14. Brown T.C., Peterson G.L. (2009) An enquiry into the method of paired comparison: reliability, scaling, and Thurstone’s Law of Comparative Judgment. *Gen Tech. Rep. RMRS-GTR-216WWW*. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, 98 s.
15. Tsukida K., Gupta M.R. (2011) How to Analyze Paired Comparison Data. *UWEE Technical Report*, №4, 2 – 21.

Received – 7 May 2018.

Accepted for publication – 15 June 2018.

## **ОРГАНИЗАТОР ПРОИЗВОДСТВА**

**Теоретический и научно-практический журнал**

В авторской редакции

Подписано в печать 15. 06. 2018. Формат 60×84/8.  
Бумага офсетная. Усл. печ. л. 11,9. Уч. - изд. л. 10,7.  
Тираж 1000 экз. Заказ № 123.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»  
394026 Воронеж, Московский просп., 14

Отдел оперативной полиграфии ВГТУ  
394006 Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84