

**НАУКА. ТЕХНИКА.  
ТЕХНОЛОГИИ**  
(политехнический вестник)

---

**SCIENCE. ENGINEERING.  
TECHNOLOGY**  
(polytechnical bulletin)

**№ 1**

**2016**



# **НАУКА. ТЕХНИКА. ТЕХНОЛОГИИ**

**(политехнический вестник)**

**2016, № 1**

**(печатная версия научного  
мультидисциплинарного журнала  
«Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник)»**

**[www.id-yug.com](http://www.id-yug.com)**

**Основан в 2013 г.**

**ISSN 2309-3250 (print)    ISSN 2309-3269 (on-line)**

**Свидетельство о регистрации СМИ:**

**ПИ № ФС77-53093 от 07 марта 2013 г.**

**Эл № ФС77-53092 от 07 марта 2013 г.**

**Лицензионный договор Научная Электронная Библиотека (НЭБ)  
(Российский индекс научного цитирования)  
№ 446-07/2013 от 30 июля 2013 г.**

---

# **SCIENCE. ENGINEERING. TECHNOLOGY**

**(polytechnical bulletin)**

**2016, № 1**

**(printing version of the scientific multidisciplinary magazine  
«Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin)»**

**[www.id-yug.com](http://www.id-yug.com)**

**It is founded in 2013.**

**ISSN 2309-3250 (print)    ISSN 2309-3269 (on-line)**

**Certificate on registration of mass media:**

**ПИ № ФС77-53093 of March 07, 2013.**

**Эл № ФС77-53092 of March 07, 2013.**

**License contract Scientific Electronic Library (SEL)  
(Russian index of scientific citing)  
№ 446-07/2013 of July 30, 2013.**



**ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР ----- EDITOR-IN-CHIEF**

**БЕРЕЖНОЙ Сергей Борисович,**

член-корреспондент Инженерной академии РФ, доктор технических наук, профессор, декан факультета машиностроения и автосервиса, заведующий кафедрой технической механики ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет» (КубГТУ).

**BEREZHNOY Sergey Borisovich,**

Corresponding member of Engineering academy Russian Federation, Doctor of Engineering, Professor, Dean of faculty of mechanical engineering and car service, Head of the department of technical mechanics of federal public budgetary educational institution of higher education «Kuban state technological university» (KubSTU).

**ЗАМЕСТИТЕЛИ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА: ----- DEPUTY CHIEF EDITORS:**

**КАСЬЯНОВ Геннадий Иванович,**

Заслуженный деятель науки РФ, заслуженный изобретатель РФ, заслуженный деятель науки Кубани, академик Российской инженерной академии, академик Российской академии продовольственной безопасности, профессор кафедры технологии продуктов питания животного происхождения (КубГТУ).

**KASYANOV Gennady Ivanovich,**

Honored worker of science of the Russian Federation, honored inventor of the Russian Federation, honored worker of science of Kuban, academician of the Russian engineering academy, academician of the Russian academy of food security, professor of chair of technology of food of an animal origin (KubSTU).

**ФОМЕНКО Олег Яковлевич,**

кандидат технических наук, доцент,  
директор ООО «Издательский Дом – Юг».

**FOMENKO Oleg Yakovlevich,**

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,  
Director of JSC «Publishing House – South».

**АНТОНИАДИ Дмитрий Георгиевич,**

действительный член Российской академии естественных наук, доктор технических наук, профессор, директор института нефти, газа и энергетики ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет» (КубГТУ), заведующий кафедрой нефтегазового дела имени профессора Г.Т. Вартумяна КубГТУ.

**ANTONIADI Dmitry Georgiyevich,**

Full member of the Russian academy of natural sciences, Doctor of Engineering, Professor, Director of institute of oil, gas and power of federal public budgetary educational institution of higher education «Kuban state technological university» (KubSTU), Head of the department of oil and gas business of a name professor G.T. Vartumyan (KubSTU).

**АТРОЩЕНКО Валерий Александрович,**

член-корреспондент Российской академии естествознания, доктор технических наук, профессор, декан факультета компьютерных технологий и автоматизированных систем, заведующий кафедрой информатики и вычислительных систем ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет» (КубГТУ).

**ATROSHCHENKO Valery Aleksandrovich,**

Corresponding member of the Russian academy of natural sciences, Doctor of Engineering, Professor, Dean of faculty of computer technologies and the automated systems, Head of the department of informatics and computing systems of federal public budgetary educational institution of higher education «Kuban state technological university» (KubSTU).

**БАБУШКИН Виктор Михайлович,**

член-корреспондент академии аграрного образования, член-корреспондент Международной академии аграрного образования, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры кадастра и мониторинга земель ФГБОУ ВПО «Новочеркасская государственная мелиоративная академия» (НГМА).

**BABUSHKIN Victor Mikhailovich,**

Corresponding member of academy of agrarian education, Corresponding member of the International academy of agrarian education, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Professor of chair of the inventory and monitoring of lands of federal public budgetary educational institution of higher education «Novocherkassk state meliorative academy» (NSMA).

**БЛЕДНОВА Жесфина Михайловна,**

Федеральный эксперт научно технической сферы, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой динамики и прочности машин ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет» (КубГТУ).

**BLEDNOVA Zhesfina Mikhaelovna,**

Federal expert of scientifically technical sphere, Doctor of Engineering, Professor, Head of the department of dynamics and durability of cars of federal public budgetary educational institution of higher education «Kuban state technological university» (KubSTU).

**ГЛАДИЛИН Александр Васильевич,**

член-корреспондент Российской академии естественных наук, доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры экономики и технологии управления Института экономики и управления ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет» (СКФУ).

**GLADILIN Alexander Vasilyevich,**

Corresponding member of the Russian academy of natural sciences, Doctor of Economics, Professor, Professor of department of economy and technology of management of Institute of economy and management of federal public autonomous educational institution of higher education «North Caucasian federal university» (NCFU).

-----  
**ДОМБРОВСКИЙ Александр Николаевич,**

академик Российской академии транспорта, кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры организации перевозок и дорожного движения ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет» (КубГТУ), вице-президент банка «Акрополь».

**DOMBROVSKY Alexander Nikolaevich,**

Academician of the Russian academy of transport, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of chair of the organization of transportations and traffic of federal public budgetary educational institution of higher education «Kuban state technological university» (KubSTU), Vice-president of Akropol bank.

-----  
**КАЗЕЕВ Камиль Шагидуллович,**

кандидат биологических наук, доктор географических наук, профессор, профессор кафедры экологии и природопользования факультета биологических наук ФГАОУ ВПО «Южный федеральный университет» (ЮФУ).

**KAZEEV Kamil Shagidullovich,**

Candidate of Biology, Doctor of geographical sciences, Professor, Professor of department of ecology and environmental management of faculty of biological sciences of federal public autonomous educational institution of higher education «Southern federal university» (SFU).

-----  
**КОЛЕСНИКОВ Сергей Ильич,**

кандидат географических наук, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой экологии и природопользования факультета биологических наук ФГАОУ ВПО «Южный федеральный университет» (ЮФУ).

**KOLESNIKOV Sergey Ilyich,**

Candidate of geographical sciences, Doctor of agricultural sciences, Professor, Head of the department of ecology and environmental management of faculty of biological sciences of federal public autonomous educational institution of higher education «Southern federal university» (SFU).

**КОРЕНА Елена Павловна,**

член-корреспондент Международной академии высшей школы, доктор технических наук, профессор, заместитель директора по научной и инновационной деятельности государственного научного учреждения «Краснодарский научно-исследовательский институт хранения и переработки сельскохозяйственной продукции Российской академии сельскохозяйственных наук» (ГНУ КНИИХП Россельхозакадемии).

**KORNENA Elena Pavlovna,**

Corresponding member of the International academy of the higher school, Doctor of Engineering, Professor, Deputy director for scientific and innovative activity of the public scientific institution «Krasnodar Research Institute of Storage and Processing of Agricultural Production of the Russian Academy of Agricultural Sciences» (PSI KRISP Rosselkhozakademii).

**МОСКВИЧ Вадим Константинович,**

кандидат технических наук, профессор кафедры транспортных сооружений ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет» (КубГТУ), декан факультета автомобильно-дорожных и кадастровых систем ФГБОУ ВПО КубГТУ.

**MOSKVICH Vadim Konstantinovich,**

Candidate of Technical Sciences, Professor of chair of transport constructions of federal public budgetary educational institution of higher education «Kuban state technological university» (KubSTU), Dean of faculty of automobile and road and cadastral systems.

**ПОЛИДИ Александр Анатольевич,**

член международного альянса бизнес-консультантов Восточной Европы, бизнес-тренер Академии менеджмента Нижней Саксонии, доктор экономических наук, профессор, заслуженный экономист Кубани, профессор кафедры экономики и финансового менеджмента ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет» (КубГТУ).

**POLIDI Alexander Anatolyevich,**

Member of the International Alliance of Business Consultants of Eastern Europe, Business coach of Academy of management of Lower Saxony, Doctor of Economics, Professor, Honored economist of Kuban, Professor of department of economy and financial management of federal public budgetary educational institution of higher education «Kuban state technological university» (KubSTU).

**СИМАНКОВ Владимир Сергеевич,**

действительный член Международной академии наук прикладной радиоэлектроники, член Южной секции содействия развитию экономической науки отделения экономики РАН, доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет» (КубГТУ), научный руководитель НТЦ РАН.

**SIMANKOV Vladimir Sergeyeovich,**

Full Member of the International academy of Sciences of applied radio electronics, Member of the Southern section of assistance to development of economic science of office of economy of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Engineering, Professor of federal public budgetary educational institution of higher education «Kuban state technological university» (KubSTU), Research Supervisor of scientific and technological center of the Russian Academy of Sciences (STC RAS).



**СМЕЛЯГИН Анатолий Игоревич,**

доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой теоретической механики ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет» (КубГТУ).

**SMELYAGIN Anatoly Igorevich,**

Doctor of Engineering, Professor, Head of the department of theoretical mechanics of federal public budgetary educational institution of higher education «Kuban state technological university» (KubSTU).

-----  
**СТРЕЛЬНИКОВ Виктор Владимирович,**

доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой прикладной экологии ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет» (КубГАУ), координатор международной экологической программы ТЕМПУС — STREAM по теме «Совершенствование системы экологического образования с элементами ОВОС и экологического менеджмента в России»

**STRELNIKOV Victor Vladimirovich,**

Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the department of applied ecology of federal public budgetary educational institution of higher education «Kuban state agricultural university» (KubSAU), the coordinator of the international ecological program TEMPUS — STREAM on the subject «Improvement of System of Ecological Education with the AIE Elements and Ecological Management in Russia».

-----  
**ТРУФЛЯК Евгений Владимирович,**

доктор технических наук, профессор кафедры процессов и машин в агробизнесе ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет» (КубГАУ), начальник управления науки и инноваций КубГАУ.

**TRUFLYAK Evgeny Vladimirovich,**

Doctor of Engineering, Professor of chair of processes and cars in agrobusiness of federal public budgetary educational institution of higher education «Kuban state agricultural university» (KubSAU), Head of department of science and innovations of KubSAU.

-----  
**ТУЛЕШОВ Амандык Куатович,**

академик Национальной инженерной академии Республики Казахстан, академик Проектной академии «KAZGOR», член-корреспондент Академии наук высшей школы Казахстана, действительный член Международной инженерной академии, доктор технических наук, профессор, заместитель председателя комитета науки Министерства образования и науки Республики Казахстан.

**TULESHOV Amandyk Kuvatovich,**

Academician of National engineering academy of the Republic of Kazakhstan, Academician of Design academy «KAZGOR», Corresponding Member of Academy of Sciences of the higher school of Kazakhstan, Full Member of the International engineering academy, Doctor of Engineering, Professor, Vice-chairman of committee of science of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan.

**УРТЕНОВ Махамет Али Хусеевич,**

доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой прикладной математики ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный университет» (КубГУ).

**URTENOV Makhamet Ali Huseevich,**

Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Head of the department of applied mathematics of federal public budgetary educational institution of higher education «Kuban state university» (KubSU).

**УСАТИКОВ Сергей Васильевич,**

доктор физико-математических наук, доцент, профессор кафедры общей математики ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет» (КубГТУ).

**USATIKOV Sergey Vasilyevich,**

Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Professor of department of the general mathematics of federal public budgetary educational institution of higher education «Kuban state technological university» (KubSTU).

**ЧЕРНЫХ Анатолий Иосифович,**

кандидат технических наук, доктор педагогических наук, профессор, профессор кафедры философии ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет» (КубГТУ).

**CHERNYKH Anatoly Iosifovich,**

Candidate of Technical Sciences, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Professor of department of philosophy of federal public budgetary educational institution of higher education «Kuban state technological university» (KubSTU).

**ЧЕШЕВ Анатолий Степанович,**

академик Российской академии естественных наук, академик Академии аграрного образования, доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой экономики природопользования и кадастра ФГБОУ ВПО Ростовский Государственный строительный университет (РГСУ).

**CHESHEV Anatoly Stepanovich,**

Academician of the Russian academy of natural sciences, Academician of Academy of agrarian education, Doctor of Economics, Professor, Head of the department of economy of environmental management and inventory of federal public budgetary educational institution of higher education «Rostov state construction university» (RSCU).

**ШАЗЗО Аслан Юсуфович,**

действительный член Международной академии энергоинформационных наук, член-корреспондент Международной академии промышленной экологии, доктор технических наук, профессор, директор Института пищевой и перерабатывающей промышленности (ИПиПП) (КубГТУ).

**SHAZZO Aslan Yusufovich,**

Full Member of the International academy of power information sciences, Corresponding Member of the International academy of industrial ecology, Doctor of Engineering, Professor, Director of Institute of food and processing industry (IFPI) (KubSTU).

**ШАЗЗО Рамазан Измаилович,**

академик Международной академии холода, член-корреспондент Российской академии сельскохозяйственных наук, доктор технических наук, профессор.

**SHAZZO Ramazan Izmailovich,**

Academician of the International academy of cold, Corresponding Member of the Russian academy of agricultural sciences, Doctor of Engineering, Professor.

-----  
**ШАПОШНИКОВА Татьяна Леонидовна,**

кандидат физико-математических наук, доктор педагогических наук, профессор, заведующий кафедрой физики ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет» (КубГТУ).

**SHAPOSHNIKOVA Tatyana Leonidovna,**

Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Head of the department of physics of federal public budgetary educational institution of higher education «Kuban state technological university» (KubSTU).

-----  
**ЯСЬЯН Юрий Павлович,**

доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологии нефти и газа ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет» (КубГТУ).

**YASYAN Yury Pavlovich,**

Doctor of Engineering, Professor, Head of the department of technology of oil and gas of federal public budgetary educational institution of higher education «Kuban state technological university» (KubSTU).

**УЧРЕДИТЕЛЬ**

ООО «Издательский Дом — Юг»

**FOUNDER**

JSC «Publishing House — South»

**АДРЕС РЕДАКЦИИ И  
ИЗДАТЕЛЯ:**

Россия, 350042, Краснодарский край,  
г. Краснодар, ул. Московская, 2

**ADDRESS OF EDITION  
AND PUBLISHER:**

Russia, 350042, Krasnodar Krai,  
Krasnodar, Moskovskaya St., 2

**ЗАВЕДУЮЩИЙ РЕДАКЦИЕЙ**

Фоменко Ирина Ивановна  
Тел.: +7(918) 41-50-571

**MANAGER OF EDITION**

Fomenko Irina Ivanovna  
Ph.: +7(918) 41-50-571

e-mail: id.yug2016@gmail.com, set@id-yug.com

**ДИРЕКТОР ИЗДАТЕЛЬСТВА**

Фоменко Олег Яковлевич  
Тел.: +7(918) 41-50-571

**DIRECTOR OF PUBLISHING HOUSE**

Fomenko Oleg Yakovlevich  
Ph.: +7(918) 41-50-571

e-mail: id.yug2016@gmail.com, set@id-yug.com

**[www.id-yug.com](http://www.id-yug.com)**

## СОДЕРЖАНИЕ / CONTENTS

### ОТРАСЛЕВЫЕ НАУЧНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

### BRANCH SCIENTIFIC AND APPLIED RESEARCHES

#### Физико-математические науки Physical and mathematical sciences

##### **И.А. Волобуев**

О возможности применения стримерного подкритического СВЧ-разряда  
в детонационном двигателе ..... 19

##### **I.A. Volobuev**

About usage possibility of undercritical streamer SHF discharge in detonation engine

##### **В.С. Гуров**

Разработка математической модели процесса сушки поливинилацетатной  
дисперсии методом составления дифференциального уравнения  
теплового и материального балансов установки ..... 27

##### **V.S. Gurov**

Development of mathematical model of the polyvinylacetate dispersion drying process  
with the help of differential equation of heat and material balance of a unit

##### **Н.В. Продан**

О возможности численного моделирования квазистационарных колебаний  
донного давления в сверхзвуковом потоке ..... 32

##### **N.V. Prodan**

About possibility of numerical calculations of quasi stationary oscillations of  
base pressure in supersonic flow

##### **В.В. Упырев, Н.В. Продан**

Переход из нерегулярной в регулярную интерференцию догоняющих  
скачков уплотнения ..... 38

##### **V.V. Upyrev, N.V. Prodan**

Transition between regular and irregular interference of catching up shock waves

#### Строительство. Транспорт

#### Construction. Transport

##### **Т.В. Коновалова, К.А. Кирий, С.Л. Надирян, А.О. Недашковская**

Выбор системы транспортного обслуживания производственных предприятий  
(на примере Холмского сельского поселения) ..... 44

##### **T.V. Konovalova, C.A. Kiriya, S.L. Nadiryana, A.O. Nedashkovskaya**

The choice of system of transport service of production enterprises  
(for example Kholmok rural settlement)

##### **М.А. Кузьмина, И.Н. Котенкова, С.Л. Надирян, С.А. Барова, Л.Г. Зайкова**

Инновационный вариант развития транспортной системы ..... 48

##### **M.A. Kuzmina, I.N. Kotenkova, S.L. Nadiryana, S.A. Barova, L.G. Zaikova**

The innovative scenario of development of the transport system

<b>А.А. Изюмский, С.Л. Надирян, И.С. Сенин</b> Применение имитационного моделирования в сфере моделирования транспортных потоков .....	52
<b>A.A. Izyumskii, S.L. Nadiryan, I.S. Senin</b> The use of simulation in modelling and simulation of traffic flows	

### **Топливо-энергетический комплекс** **Fuel and energy complex**

<b>Я.М. Кашин, А.Я. Кашин, А.С. Князев, Д.А. Акимов</b> Многовходовые и многомерные электрические машины: общий подход к исследованию .....	55
<b>Ya.M. Kashin, A.Ya. Kashin, A.S. Knyazev, D.A. Akimov</b> Multi-input and multi-dimensional electric machines: general approach to research	

<b>В.А. Шабанов, Р.З. Юсупов, А.Р. Валишин, С.Е. Клименко, В.Д. Кондрацкий, А.Н. Колобов</b> Анализ методик расчета гарантированного срока службы энергооборудования НПС .....	63
<b>V.A. Shabanov, R.Z. Yusupov, A.R. Valishin, S.E. Klimenko, V.D. Kondratsky, A.N. Kolobov</b> Analysis method of calculating the guaranteed service life of power equipment oil pumping stations	

### **Информационные технологии** **Information technologies**

<b>Д.Г. Сиротин, В.К. Алиев, Р.А. Пахомов</b> Расчёт коэффициентов передаточной функции регулятора расхода газа на линии подачи ДЭГ в абсорбер на установке комплексной подготовки газа № 9 Уренгойского газоконденсатного месторождения .....	67
<b>D.G. Sirotin, V.K. Aliyev, R.A. Pakhomov</b> Calculation of the coefficients of the transfer function of the gas flow regulator on the supply line DEG absorber on a comprehensive gas № 9 of the Urengoy gas condensate field	

### **Экономика и управление по отраслям** **Economy and management on branches**

<b>Т.В. Арутюнов</b> Формальные и реальные условия обеспечения экономической безопасности в России .....	82
<b>T.V. Arutyunov</b> Formal and real conditions of economic security in Russia	

<b>Н.А. Савченко</b> Направления оптимизации мотивации труда преподавателя .....	98
<b>N.A. Savchenko</b> Directions of optimisation of motivation of work of lecturer	

**И.В. Ключева, Л.П. Евсеева**

Вопросы соблюдения прав потребителей на примере изучения упаковки импортной спортивной обуви ..... 106

**I.V. Klyueva, L.P. Evseeva**

Issues of consumer protection on the example of import of sports shoes

## **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РАЗРАБОТКИ**

## **TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT**

**Я.М. Кашин, А.Я. Кашин, А.С. Князев, Б.Н. Абзалов**

Определение основных размеров аксиальных электрических машин ..... 111

**Ya.M. Kashin, A.Ya. Kashin, A.S. Knyazev, B.N. Abzalov**

Determination of the main sizes of axial electrical machines

**И.В. Ключева, Л.П. Евсеева**

Разработка требований к конструкции чехла для виолончели ..... 123

**I.V. Klyueva, L.P. Evseeva**

Development of requirements for the design of the cover for cello

**Е.О. Петрушин, А.С. Арутюнян, А.С. Самойлов**

Исследование нагнетательных скважин на Самотлорском нефтегазовом месторождении ..... 127

**E.O. Petrushin, A.S. Arutyunyan, A.S. Samoylov**

Study of injection wells in the Samotlor oil and gas field

**А.Л. Яковлев, Ю.А. Шамара, Е.Н. Даценко**

Технические средства для обработок скважин с использованием виброволнового воздействия. Скважинные генераторы колебаний ..... 139

**A.L. Yakovlev, Yu.A. Shamara, E.N. Datsenko**

Technical means for the treatment of wells with using vibration wave impact. Borehole oscillators

## **ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАНИИ**

## **INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN EDUCATION**

**С.В. Кабанова, Л.А. Корнилова, З.П. Красноок**

Профессиональная подготовка преподавателей-исследователей в аспирантуре ..... 151

**S.V. Kabanova, L.A. Kornilova, Z.P. Krasnook**

Professional training of teachers and researchers in graduate school

<b>Л.А. Корнилова, С.В. Кабанова, З.П. Красноок</b> Формирование коммуникативной компетентности в процессе профессиональной подготовки будущего специалиста .....	154
<b>L.A. Kornilova, S.V. Kabanova, Z.P. Krasnook</b> Formation of communicative competence in the process of future specialist professional training	
<b>З.П. Красноок, С.В. Кабанова, Л.А. Корнилова</b> Формирование эмоциональной направленности как фактор произвольной активности личности .....	157
<b>Z.P. Krasnook, S.V. Kabanova, L.A. Kornilova</b> The formation of emotional orientation as a factor of arbitrary activity of the person	



**ОТРАСЛЕВЫЕ НАУЧНЫЕ  
И ПРИКЛАДНЫЕ  
ИССЛЕДОВАНИЯ**



**BRANCH SCIENTIFIC  
AND APPLIED  
RESEARCHES**



УДК 629.7

## О ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СТРИМЕРНОГО ПОДКРИТИЧЕСКОГО СВЧ-РАЗРЯДА В ДЕТОНАЦИОННОМ ДВИГАТЕЛЕ

### ABOUT USAGE POSSIBILITY OF UNDERCRITICAL STREAMER SHF DISCHARGE IN DETONATION ENGINE

**Волобуев Игорь Алексеевич**

Университет ИТМО  
volobuev\_ig@mail.ru

**Volobuev Igor Alekseevich**

ITMO University  
volobuev\_ig@mail.ru

**Аннотация.** В работе рассматривается проблема эффективного инициирования детонации в приложении к задаче создания детонационного двигателя. Исследовано объемное инициирование детонации стримерным подкритическим СВЧ разрядом. Изучалась начальная стадия развития процесса – задолго до перехода медленного горения в детонацию. Выполнено сравнение со случаем, когда топливная смесь поджигается обычной электрической искрой. Показано, что использование стримерного разряда приводит к существенному увеличению скорости процесса, появлению множества очагов зарождения детонационных волн, а также полному сгоранию топливной смеси. Известно, что для прямого инициирования детонации необходимо подвести большую энергию в как можно более тонкий слой, примыкающий к твердой стенке, т.е. организовать поверхностный взрыв. В работе исследован подрыв топливной смеси стримерным разрядом, присоединенным к плоской и вогнутой поверхности различной формы. Для создания стримерных разрядов применялся полуволновой электромагнитный вибратор, который за счет резонанса уменьшал энергию поля, необходимую для электрического пробоя газа примерно в 500–600 раз.

**Ключевые слова:** газовая динамика, квазиоптическое СВЧ излучение, детонация, инициирование детонации, переход горения в детонацию.

**Annotation.** The problem of efficient detonation combustion initiation in application to detonation engines is considered. Volumetric detonation initiated by undercritical SHF streamer discharge is researched. Article focuses on the first stage of process development – one before transition of deflagration into detonation combustion. Comparison with the case of spark fuel combustion initiation is conducted. Usage of streamer discharge shows considerable increase in process speed, appearance of spots of detonation wave generation, and total fuel combustion. Applying high amounts of energy in thinnest layer possible near the wall is necessary to initialize detonation combustion directly, i.e. to organize surface explosion. In this work, explosion of fuel by streamer discharge connected to a plane and concave surface different forms. Creation of streamer discharge was conducted by half-wave electromagnet vibrator, that reduces field energy necessary for electric puncture by means of resonance in 500–600 times.

**Keywords:** fluid dynamics, quasioptical SHF radiation, detonation, initiation of detonation combustion, deflagration – detonation transition.

В работе исследуется возможность применения в детонационных двигателях стримерных разрядов для инициирования детонации. Детонационные двигатели теоретически на 20–25 % превосходят традиционные реактивные двигатели, использующие термодинамический цикл Брайтона горения при постоянном давлении [1]. Преимущество достигается за счет того, что топливо сгорает на детонационной волне [2] в чрезвычайно тонком слое, что позволяет её считать газодинамическим разрывом нулевой протяженности [3]. Газодинамические разрывы могут образовывать ударно-волновые структуры, взаимодействовать между собой, испытывать перестройки и трансформации [4]. Поскольку детонационная волна – это обычная ударная волна, т.е. обычный газодинамический разрыв, то все, сказанное выше, касается и детонационных волн. Единственное отличие заключается в способе их образования и механизме распространения в среде. Он, как правило, имеет химическую природу.

Детонационная волна может возникнуть в результате перехода из стадии медленного горения за счет турбулизации фронта пламени. Фронт теряет устойчивость по одному из известных механизмов, появляются языки пламени, распространяющихся перед фронтом горения с большими локальными скоростями (рис. 1). Между этими языками возникают, так называемые, «горячие точки» (hot spot), в которых резко воз-

растает давление и температура (рис. 2). Эти точки являются источником локальных ударных волн, которые начинают распространяться вверх по потоку с существенно сверхзвуковой скоростью, взаимодействуют друг с другом и формируют через некоторое время единую детонационную волну, которая поджигает горючую смесь и за счет этого распространяется дальше по потоку.

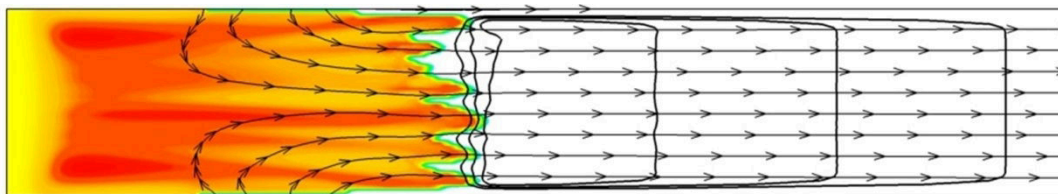


Рисунок 1 – Потеря устойчивости фронта горения, его ускорение с образованием высокоскоростных языков пламени

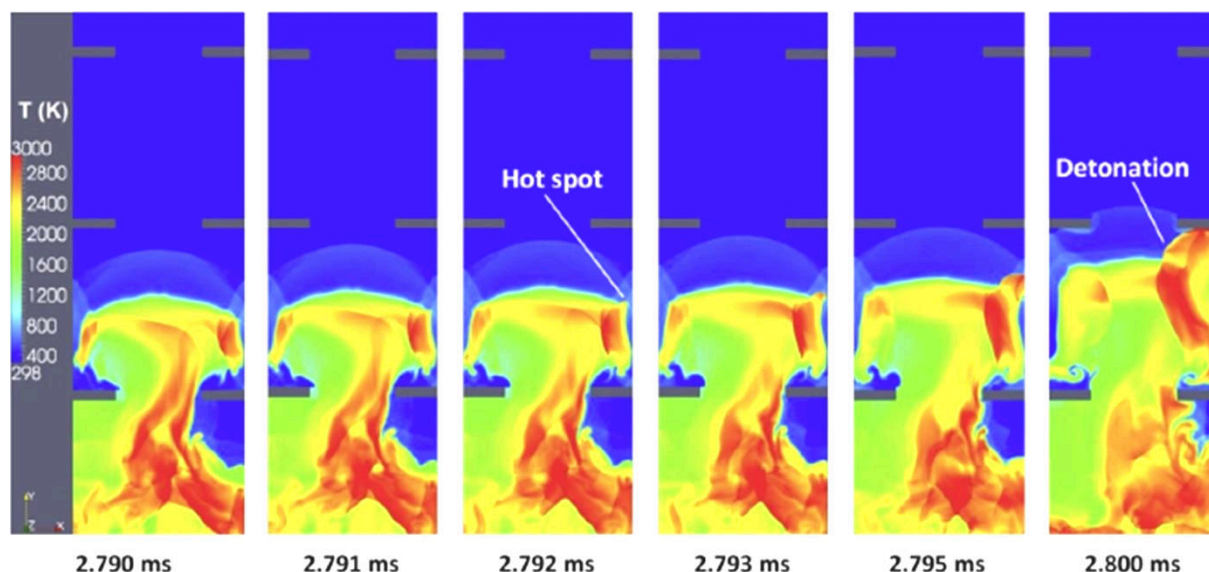


Рисунок 2 – Образование на турбулентном фронте горения «горячих точек» (Hot spot), в которых зарождаются детонационные волны (Detonation) [5]

Эффективность перехода от горения к детонации зависит, главным образом, от интенсивной турбулизации фронта горения, для чего обычно используют различные ухищрения, помещая в поле распространения фронта горения препятствия в виде перегородки, спирали Щелкина и т.п. Преимущество создания детонации путем перехода от медленного горения состоит в низких первоначальных затратах энергии. Недостаток – существенный путь и время развития процесса от горения до детонации. Не отличаются стабильностью и параметры – дистанция перехода от горения к детонации может изменяться от случая к случаю.

Другим способом является непосредственное инициирование детонации сильным взрывом. Для этого в сопоставимых условиях необходимы затраты энергии примерно в 1000 раз больше, чем при переходе в детонацию от медленного горения. Существует критический уровень энергии детонации, который зависит от многих факторов: формы области, куда подводится энергия, времени разряда, формы взрыва, соотношения горючего и окислителя и т.п. Весьма полный обзор проблемы приведен, например, в статье [6]. Однако, можно сделать некоторое обобщение, что энергию лучше всего подводить в максимально тонкий слой на плоской или вогнутой поверхности. Для этого пробовали использовать мощные лазеры и коронные разряды, но низкий КПД таких систем делает эти методы мало привлекательными.

Сотрудниками Московского Радиотехнического Института Российской Академии Наук (МРТИ РАН) был разработан и исследован способ инициирования в газе стриминга

мерного СВЧ-разряда (рис. 3) в квазиоптическом электромагнитном поле, энергия которого намного меньше энергии электрического пробоя газа (так называемые, глубоко подкритические разряды). В настоящей работе исследуется возможность ускорения перехода от горения к детонации при использовании для инициирования такого рода разрядов, а также возможность организации подрыва смеси при помощи разряда, зажженного на криволинейной поверхности.

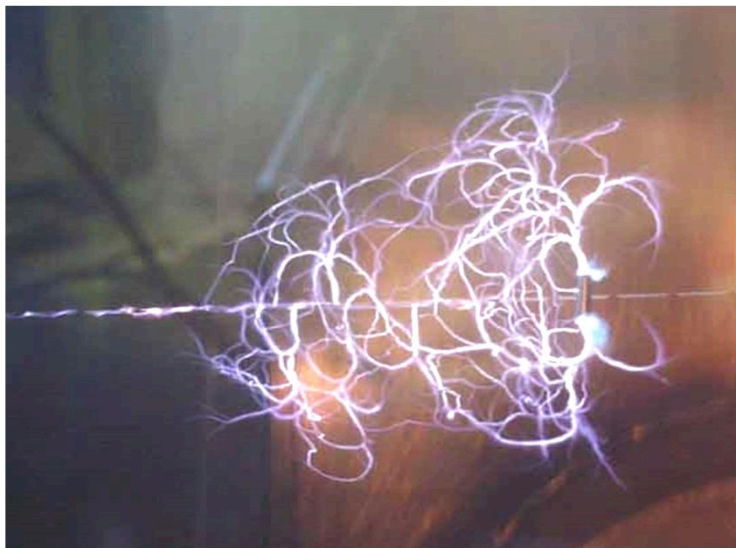


Рисунок 3 – Стримерный разряд

На первом этапе изучалась возможность создания условий для ускоренного перехода горения в детонацию. Для этого в фокус установки, схема которой изображена на рисунке 4 помещался инициатор разряда (инициатор пробоя воздуха), представлявший собой полуволновой электромагнитный вибратор. Он позволяет реализовать СВЧ разряд при атмосферном давлении воздуха.

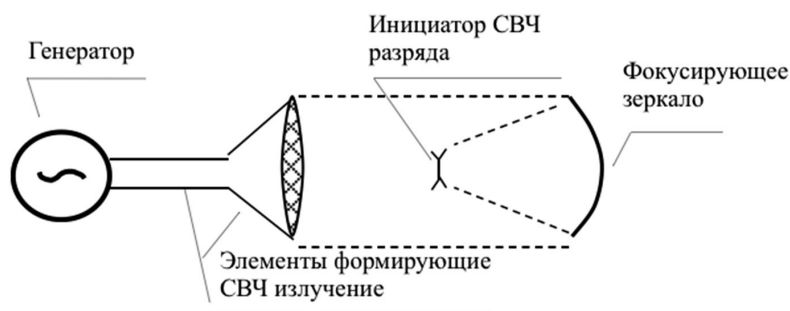


Рисунок 4 – Схема экспериментальной установки для инициирования стримерного разряда

В установку входит СВЧ генератор, генерирующий электромагнитные колебания с частотой  $f \approx 3 \cdot 10^9$  Гц, или длиной волны  $\lambda = 8,9$  см, при длительности СВЧ импульса  $\tau_{\text{имп}} = 40$  мкс. Электромагнитные колебания распространяются по элементам, формирующим линейно поляризующий квазиоптический СВЧ пучок поперечным диаметром 60 см. Излучение поступает на фокусирующее зеркало. В области фокуса поперечный размер СВЧ пучка примерно равен 10 см и имеет характерную протяженность около 15 см. В элементы формирующие СВЧ излучение включен attenuator, который позволяет менять мощность СВЧ пучка  $P_{\text{пучка}}$  в диапазоне от  $10^2$  Вт до  $\approx 10^6$  Вт. Непосредственно к инициатору прикреплен резиновый шарик диаметром около 10 см, наполненный смесью пропана и воздуха. При подаче импульса длительностью около 40 мкс к инициатору подводится энергия около 1 Дж (максимальная располагаемая мощность

импульса – порядка 1 МВт). При этом внутри шарика пробегает стримерный разряд, поджигающий смесь (рис. 5). В результате, шарик лопается.

Для сравнения был проведен эталонный эксперимент по инициированию горения при помощи стандартного искрового зажигания с подведенной энергией также 1 Дж. Развитие процесса воспламенения смеси записывалось на скоростную камеру со скоростью 1,200 кадров/с. На рисунке 6 видно, что от очага воспламенения (область оранжевого цвета) распространяется классический диффузионный фронт горения, скорость которого порядка 1.5 м/с. «Горячие точки» не образуются и предпосылок для детонации нет. Область горения – голубого цвета, характерного для диффузионного горения пропана.

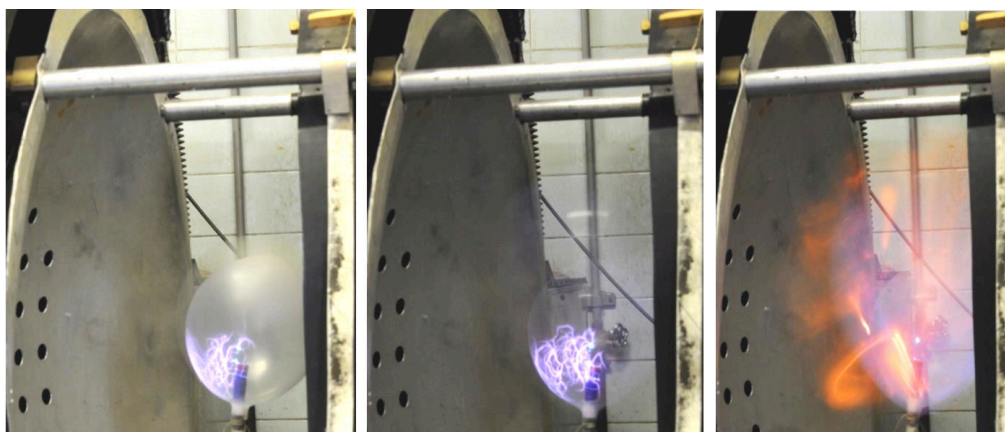


Рисунок 5 – Поджигание шарика, наполненного пропаном, стримерным разрядом

В момент, когда шарик лопнул, произошел мощный выброс турбулентного пламени оранжевого цвета, что свидетельствует о неполноте сгоревшем пропане (см. последний кадр на рис. 6).

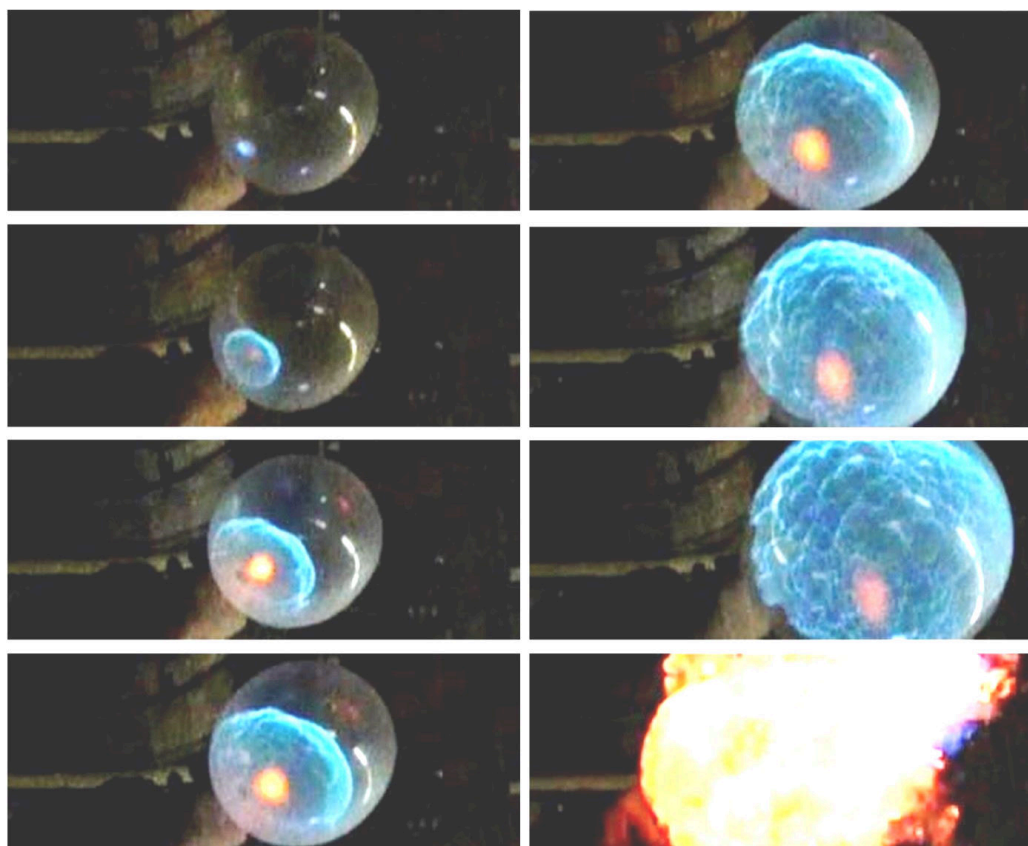


Рисунок 6 – Поджиг шарика с пропаном искровым зажиганием (1200 кадров/с)

Совершенно иначе развивается процесс при стримерном иницировании горения. Процесс развивается примерно в четыре раза быстрее. Фронт горения имеет сложную форму (рис. 7). В результате самопересечений фронта образуются мощные волны сжатия (ярко голубые линии на рис. 7), а также множество «горячих точек», которые являются предпосылками для иницирования детонационной волны. Скорость распространения фронта горения составляет на разных участках от 4 до 15 м/с. В момент, когда шарик лопається, выброс пламени отсутствует, что свидетельствует о практически полном выгорании пропана к этому моменту (см. последний кадр на рис. 7). Таким образом, примерно в четыре раза увеличивается не только скорость распространения фронта пламени, но и полнота сгорания топлива, что может быть использовано при разработке малоэмиссионных камер сгорания.

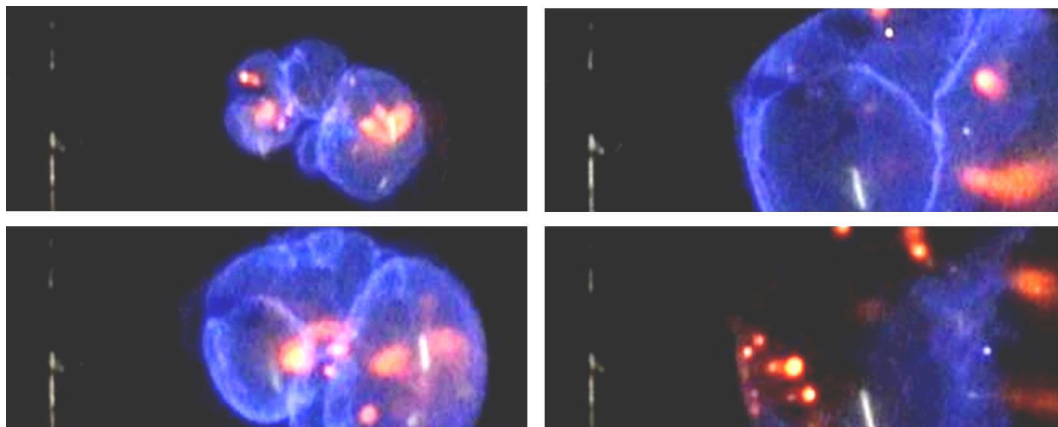


Рисунок 7 – Поджиг шарика с пропаном стримерным разрядом (1200 кадров/с)

Особенно перспективным выглядит образование множество «горячих точек» – центров образования будущих детонационных волн. Для детального исследования данного процесса был выполнен эксперимент (рис. 8), в ходе которого съемка велась уже со скоростью 69.000 кадров/с. На первом кадре видна вспышка стримерного разряда. Скорости камеры не хватает, чтобы увидеть структуру разряда, поэтому в дальнейшем был проведен еще один эксперимент, когда видео фиксировалось со скоростью 500.000 кадров/с. Он позволил определить тот факт, что горение начинает развиваться уже после того, как разряд погас.

Начиная со второго кадра, на рисунке 8 видно, как развивается область горения. Уже в начальный момент времени она отличается сильной турбулентностью, фронт пламени имеет сложную форму, состоящую из множества языков пламени. В узлах фронта в большом количестве образуются «горячие точки». Их количество сначала быстро растет, а потом остается примерно постоянным до момента, когда шарик лопается. От «горячих точек» распространяются сильные волны сжатия, которые образуют новые узлы фронта пламени и новые «горячие точки».

Таким образом, можно сделать вывод, что стримерный разряд, благодаря своей развитой пространственной структуре (рис. 5) сразу формирует форму фронта пламени, наиболее благоприятную для перехода горения в детонацию. Появление множество «горячих точек» и жесткое ультрафиолетовое излучение значительно (в разы) увеличивает скорость горения и полноту сгорания топлива.

Представляется целесообразным использовать стримерное иницирование детонации вместо искрового в импульсно-детонационном двигателе. Другим перспективным направлением исследований является изучение ускорения медленного горения в поле СВЧ разряда, а также уменьшение выбросов окислов азота в результате уменьшения времени пребывания продуктов сгорания в области высоких температур.

Исследовалась возможность иницирования детонации поверхностным разрядом. Для этого использовалась та же установка (рис. 3), но в фокус помещалась диэлектрические поверхности разной формы (рис. 9), на которые крепился инициатор разряда.

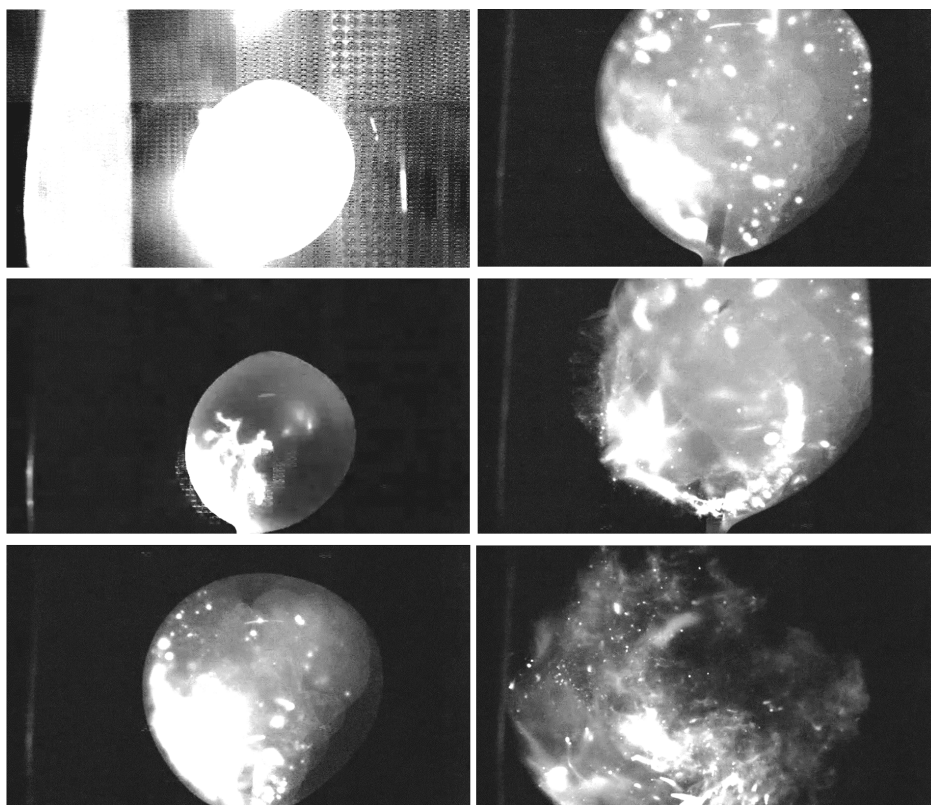


Рисунок 8 – Поджиг шарика с пропаном стримерным разрядом (69000 кадров/с)

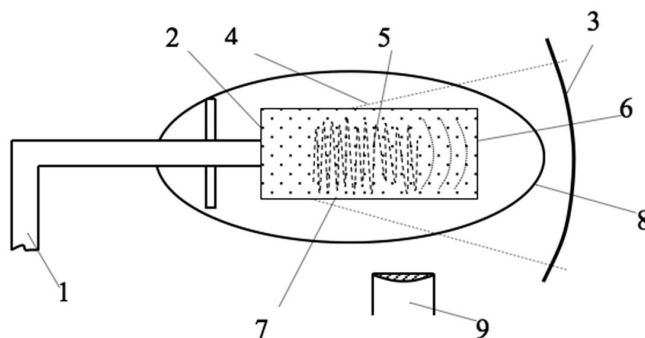


Рисунок 9 – Схема установки рабочей модели для исследования присоединенного стримерного разряда:

- 1 – Подача пропан-воздушной горючей смеси; 2 – Инициатор СВЧ разряда; 3 – Фокусирующее зеркало;  
 4 – СВЧ пучок; 5 – СВЧ разряд; 6 – Фронт пламени; 7 – Стеклотекстолитовая пластина;  
 8 – Тонкая радиопрозрачная оболочка; 9 – Фоторегистратор

Эксперименты показали, что стримерный разряд бежит навстречу полю со скоростью 10–15 км/с, повторяя форму поверхности. Разряд можно зажечь как на поверхности прямолинейного плоского куска диэлектрика, так и на торце цилиндрической поверхности и на внутренней поверхности цилиндра (рис. 10). Нанесение на поверхности неровности (царапина, углубление) приводит к формированию вдоль этого дефекта шнурового разряда.

Хотя разряд развивается поступательно по направлению от инициатора к источнику излучения, скорость его распространения настолько велика, что поджигание горючей смеси происходит сразу на всей поверхности, по которой пробежал разряд (рис. 11). Именно это и требуется для инициирования фронта детонации. На покадровой развертке видно, что от плоской пластины параллельно оси симметрии распространяются в разные стороны практически прямолинейные фронты горения. Если по краям пластины поместить стенки, то возникнет кумулятивный эффект и образуется детонационная волна.



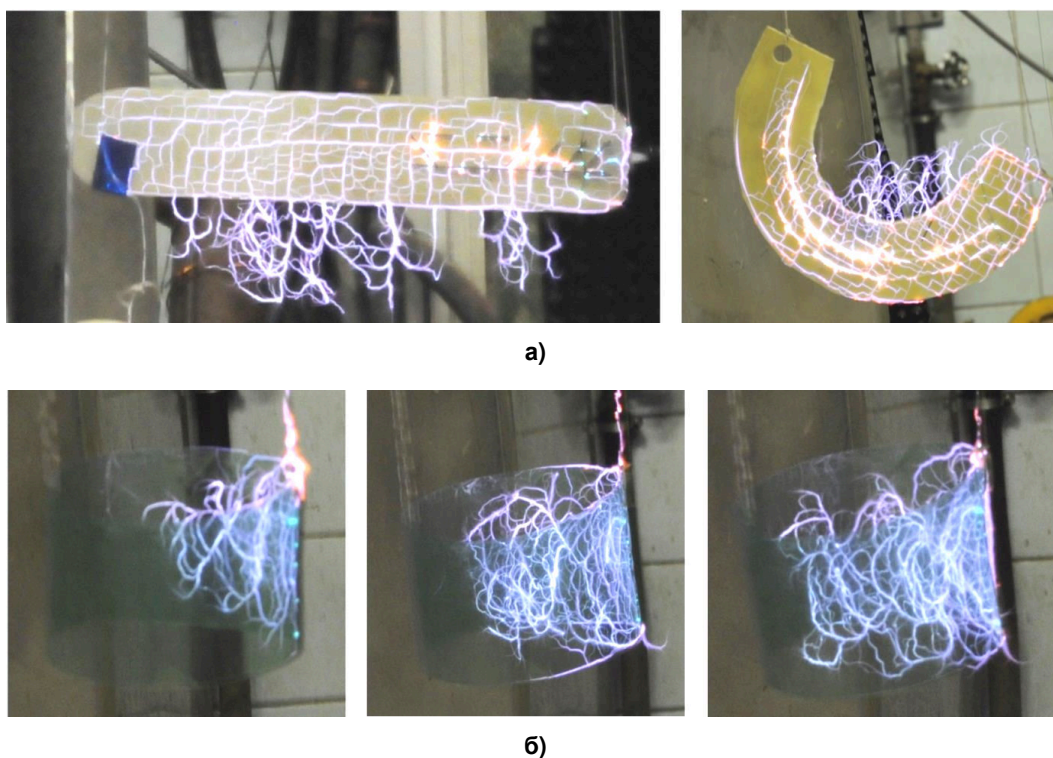


Рисунок 10 – Иницирование присоединенного стримерного СВЧ разряда на плоской (а) и вогнутой (б) поверхности

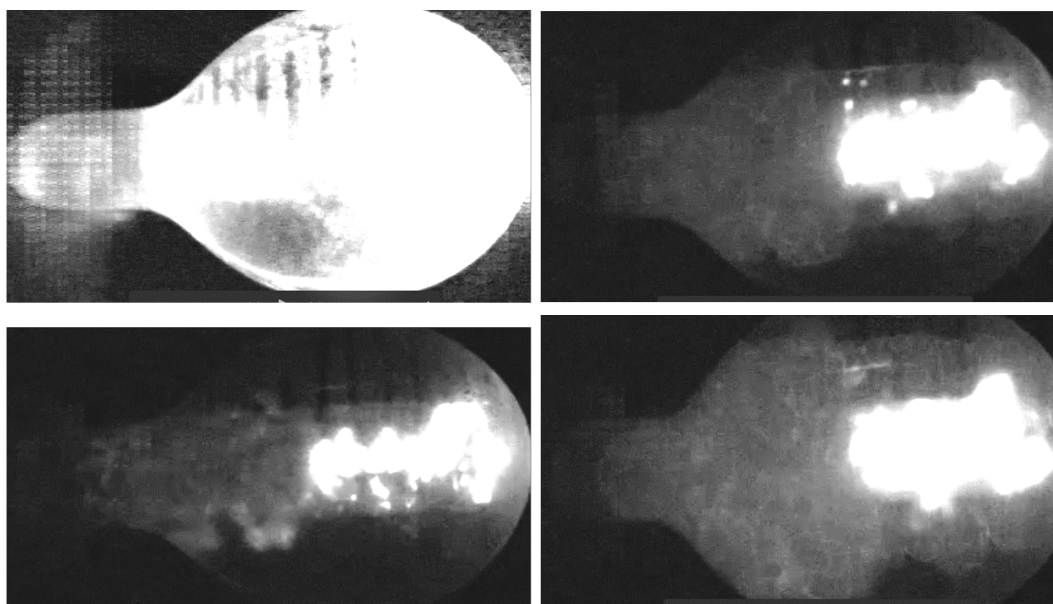


Рисунок 11 – Цилиндрический взрыв, инициированный стримерным разрядом, присоединенным к плоской пластине (см. рис. 10, а)

Таким образом, по итогам проведенных исследований можно сделать вывод, что применение иницирования горючей смеси при помощи стримерного СВЧ разряда вместо искрового или лазерного способа зажигания является перспективным как для ускорения перехода от медленного горения к детонации, так и для прямого иницирования детонационной волны. Существенно ускоряется горение, что может быть использовано для уменьшения размеров камер сгорания, сокращения выбросов в атмосферу окислов азота, повышения термодинамического КПД.

Исследования необходимо продолжить с целью приближения условий проведения эксперимента к реальным параметрам реактивных двигателей.

### Литература:

1. Булат П.В. Тенденции разработки детонационных двигателей для высокоскоростных воздушно-космических летательных аппаратов и проблема тройных конфигураций ударных волн. Часть I – Исследования детонационных двигателей / П.В. Булат, П.В. Денисенко, К.Н. Волков // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. – 2016. – Т. 16. – № 1. – С. 1–21.
2. Bulat P.V., Uskov V.N. Shock and detonation wave in terms of view of the theory of interaction gasdynamic discontinuities / P.V. Bulat, V.N. Uskov // Life Science Journal. – 2014. – 11, 8s. – 307–10 P. – URL : [www.lifesciencesite.com/life1108s/068\\_24921life1108s14\\_307\\_310.pdf](http://www.lifesciencesite.com/life1108s/068_24921life1108s14_307_310.pdf)
3. Bulat P.V. Gas-dynamic discontinuity conception / P.V. Bulat, V.N. Uskov, L.P. Arkhipova // Research Journal of Applied Sciences. – 2014. – 8, 22. – 2255–59 P. – URL : [www.maxwellsci.com/print/rjaset/v8-2255-2259.pdf](http://www.maxwellsci.com/print/rjaset/v8-2255-2259.pdf)
4. Bulat P.V. Classification of gas-dynamic discontinuities and their interference problems / P.V. Bulat, V.N. Uskov, L.P. Arkhipova // Research Journal of Applied Sciences. – 2014. – 8, 22. – 2248–54 P. – URL : <http://maxwellsci.com/print/rjaset/v8-2248-2254.pdf>
5. Emami S. et. al. // IJHE. – 2015.
6. А.А. Брисов. Иницирование детонации в газовых и двухфазных смесях / В книге «Импульсные детонационные двигатели» / Под ред. С.М. Фролова. – М. : Торус Пресс, 2006. – С. 159–186.
7. I. Esakov, L. Grachev, K. Khodataev, V. Vinogradov and D. Van Wie, «Deeply Subcritical MW Discharge in the Submerged Stream of Propane-Air Mixture», Proc. 46<sup>rd</sup> AIAA Aerospace Sciences Meeting and Exhibit, Reno, Nevada, 7–10 Jan. 2008. – AIAA 2008–1403.
8. D.V. Bychkov, I.I. Esakov, L.P. Grachev, K.V. Khodataev, D.M. Van Wie, «Electrical discharge in deeply subcritical field of MW beam in a high-speed air stream and in propane-air mixture», Proc. 47<sup>rd</sup> AIAA Aerospace Sciences Meeting and Exhibit, Orlando, USA, 7–10 Jan. 2009. – AIAAPaper 2009–1551.

### References:

1. Bulat P.V. Tendencies of development of detonation engines for high-speed aerospace aircraft and a problem the troinykh of a configuration shock waves. Part I – Researches of detonation engines / P.V. Bulat, P.V. Denisenko, K.N. Volkov // Scientific-technical messenger information technologies, mechanics and optics. – 2016. – V. 16. – № 1. – P. 1–21.
2. Bulat P.V., Uskov V.N. Shock and detonation wave in terms of view of the theory of interaction gasdynamic discontinuities / P.V. Bulat, V.N. Uskov // Life Science Journal. – 2014. – 11, 8s. – 307–10 P. – URL : [www.lifesciencesite.com/life1108s/068\\_24921life1108s14\\_307\\_310.pdf](http://www.lifesciencesite.com/life1108s/068_24921life1108s14_307_310.pdf)
3. Bulat P.V. Gas-dynamic discontinuity conception / P.V. Bulat, V.N. Uskov, L.P. Arkhipova // Research Journal of Applied Sciences. – 2014. – 8, 22. – 2255–59 P. – URL : [www.maxwellsci.com/print/rjaset/v8-2255-2259.pdf](http://www.maxwellsci.com/print/rjaset/v8-2255-2259.pdf)
4. Bulat P.V. Classification of gas-dynamic discontinuities and their interference problems / P.V. Bulat, V.N. Uskov, L.P. Arkhipova // Research Journal of Applied Sciences. – 2014. – 8, 22. – 2248–54 P. – URL : <http://maxwellsci.com/print/rjaset/v8-2248-2254.pdf>
5. Emami S. et. al. // IJHE. – 2015.
6. A.A. Brisov. Initiation of a detonation in gas and two-phase mixes / In the book Pulse detonation engines / Under the editorship of S.M. Frolov. – M. : Torus Press, 2006. – P. 159–186.
7. I. Esakov, L. Grachev, K. Khodataev, V. Vinogradov and D. Van Wie, «Deeply Subcritical MW Discharge in the Submerged Stream of Propane-Air Mixture», Proc. 46<sup>rd</sup> AIAA Aerospace Sciences Meeting and Exhibit, Reno, Nevada, 7–10 Jan. 2008. – AIAA 2008–1403.
8. D.V. Bychkov, I.I. Esakov, L.P. Grachev, K.V. Khodataev, D.M. Van Wie, «Electrical discharge in deeply subcritical field of MW beam in a high-speed air stream and in propane-air mixture», Proc. 47<sup>rd</sup> AIAA Aerospace Sciences Meeting and Exhibit, Orlando, USA, 7–10 Jan. 2009. – AIAAPaper 2009–1551.

УДК 51-74

**РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРОЦЕССА СУШКИ  
ПОЛИВИНИЛАЦЕТАТНОЙ ДИСПЕРСИИ МЕТОДОМ СОСТАВЛЕНИЯ  
ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ ТЕПЛОвого  
И МАТЕРИАЛЬНОГО БАЛАНСОВ УСТАНОВКИ**

**DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL MODEL OF THE POLYVINYLACETATE  
DISPERSION DRYING PROCESS WITH THE HELP OF DIFFERENTIAL  
EQUATION OF HEAT AND MATERIAL BALANCE OF A UNIT**

**Гуров Виктор Семенович**

главный инженер,  
ООО «ЛЮМЭКС»  
vg805@ya.ru

**Gurov Victor Semenovich**

Chief Engineer,  
«LUMEX» Ltd  
vg805@ya.ru

**Аннотация.** Рассмотрена задача идентификации процесса сушки поливинилацетатной дисперсии как объекта регулирования. Разработано математическое описание процесса сушки, представленное в виде дифференциального уравнения теплового и материального балансов установки, с последующей его линеаризацией при малых отклонениях от номинального режима работы.

**Ключевые слова:** распылительная сушка, поливинилацетатная дисперсия, дифференциальные уравнения теплового и материального балансов, математическое описание процесса сушки.

**Annotation.** Identification process of polyvinylacetate dispersion drying as an object of regulation is examined. Mathematical description of the drying process, presented in the form of differential equations of heat and material balance of a unit, with its subsequent linearization in case of normal mode error is developed.

**Keywords:** spray drying, polyvinylacetate dispersion, differential equations of heat and material balance, a mathematical description of the drying process.

## 1. Введение

Автоматическое регулирование процесса распылительной сушки центробежного типа направлено на обеспечение получения кондиционного сухого продукта при максимальной производительности сушилки и минимальных энергетических затратах.

Вопросы автоматизации сушильных установок в настоящее время являются весьма актуальными. До сих пор еще очень мало проведено экспериментальных работ по выявлению оптимальных схем автоматизации распылительных сушилок, нет статических и динамических характеристик и т.д. Однако полная автоматизация распылительных сушек позволит повысить качество высушиваемого продукта, интенсифицировать процесс сушки, сократить удельные расходы топлива и электроэнергии.

С точки зрения автоматизации распылительные сушилки являются объектами с взаимосвязанными параметрами.

Математическое описание процесса сушки и решение вопросов по разработке оптимальной схемы автоматизации может быть осуществлено тремя основными путями. [1]

*Первый способ* – это математическое описание процесса сушки с решением системы дифференциальных уравнений. Этот путь имеет в будущем большие перспективы. Однако в настоящее время пока еще не удалось решить системы нелинейных дифференциальных уравнений с переменными коэффициентами, описывающих процессы сушки в распылительных установках. Практически не выявлены законы движения комплекса частиц полидисперсного состава с переменной массой в сушильной камере и т.д.

*Второй метод* заключается в решении дифференциальных уравнений теплового и материального балансов установки с последующей их линеаризацией при малых отклонениях от номинального режима работы сушилки. Достоинством этого метода является его простота и достаточная для инженерных расчетов точность. Этот метод для распылительных сушилок пока еще не был использован.

*Третий способ* – экспериментальное получение динамических характеристик установки методами активного и пассивного экспериментов с последующей аппроксимацией этих данных в характеристики типовых динамических звеньев. При методах активного эксперимента, выводя объект на заранее заданный режим и добившись стабилизации всех входных и выходных величин, в некоторый момент времени наносят возмущение по одному из входящих каналов. При этом снимают кривые изменения выходных величин. Так как реальные объекты почти всегда являются нелинейными, то эксперименты необходимо проводить на нескольких (минимум трех) различных режимах работы установки.

Данная статья посвящена вопросу разработки математического описания процесса сушки методом составления дифференциального уравнения теплового и материального баланса с последующей его линеаризацией при малых отклонениях от номинального режима работы сушилки.

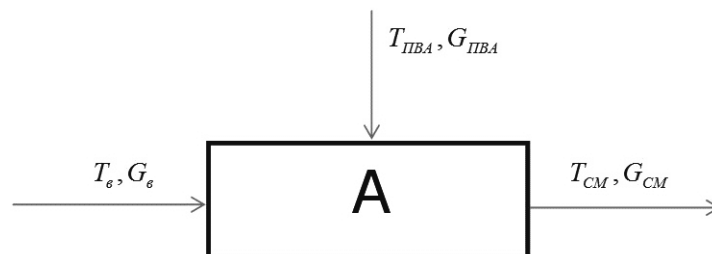
## 2. Разработка математической модели процесса сушки поливинилацетатной дисперсии методом составления дифференциального уравнения теплового и материального балансов установки

Известно, что процесс обезвоживания поливинилацетатной дисперсий на распылительных сушильных установках целесообразно представить следующими основными операциями:

- распыление жидкости в нагретом воздушном потоке одним из способов, в частности, центробежным;
- сушка распыленного материала;
- удаление высушенного продукта вместе с отработанным воздухом из зоны сушки.

Для количественного описания выше сказанного целесообразно представить сушку материала в виде схемы теплового и материального балансов (рис. 1).

Тепловая схема сушки поливинилацетатной дисперсии



**Рисунок 1 – Схема теплового и материального балансов сушки поливинилацетатной дисперсии:** А – сушильная камера;  $T_B, G_B$  – температура и расход нагретого воздуха на входе в сушильную камеру;

$T_{ПВА}, G_{ПВА}$  – температура и расход поливинилацетатной дисперсии на входе в сушильную камеру;

$T_{СМ}, G_{СМ}$  – температура и расход смеси высушенного продукта и воздуха на выходе из сушильной камеры

Допущения принятые в разрабатываемой модели:

1. Не учитываются потери тепла:

- стенкам сушильной камеры;
- на нагрев дисперсии до температуры кипения.

2. Не учитывается разница температур жидкости и образующихся паров, так как эта разница составляет (0,4-0,8 С) [2].

Поэтому плотности и удельные теплоемкости жидкости и паров принимаются постоянными. Теплоемкость:

- поливинилацетатной дисперсии  $c_{ПВА} = \text{const}$ ;
- смеси на выходе из сушильной камеры  $c_{СМ} = \text{const}$ .

3. Температура нагретого воздуха поступающего в сушильную камеру поддерживается постоянной  $T_B = \text{const}$ .

4. Расход нагретого воздуха поступающего в сушильную камеру поддерживается постоянным  $G_B = \text{const}$ .

5. Температура поливинилацетатной дисперсии поддерживается постоянной  $T_{ПВА} = \text{const}$ .

На основании тепловой схемы сушки поливинилацетатной дисперсии и принятых допущений решение задачи реализовано в следующей последовательности:

Количество тепла, поступающего в сушильную камеру А с воздухом, определяется следующей зависимостью:

$$Q_B = G_B \cdot c_B \cdot T_B \quad (1)$$

где  $G_B = \frac{V}{t} \rho_B$  – расход воздуха  $\left(\frac{\text{м}^3}{\text{час}}\right)$ ;  $t$  – время;  $\rho_B = \frac{m}{V}$  – плотность воздуха

$\left(\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}\right)$ ;  $m$  – масса воздуха;  $V$  – объем воздуха;  $T_B$  – температура воздуха ( $^{\circ}\text{C}$ );

$c_B$  – теплоемкость воздуха  $\left(\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C}}\right)$ .

Количество тепла, которое необходимо затратить для нагревания поливинилацетатной дисперсии, поступающей в сушильную камеру А до  $T_{ПВА} = 100^{\circ}\text{C}$ , определяется следующей зависимостью:

$$Q_{ПВА} = G_{ПВА} \cdot c_{ПВА} \cdot T_{ПВА} \cdot \quad (2)$$

где  $G_{ПВА} = \frac{V}{t} \rho_{ПВА}$  – расход поливинилацетатной дисперсии  $\left(\frac{\text{м}^3}{\text{час}}\right)$ ;  $t$  – время;

$\rho_{ПВА} = \frac{m}{V}$  – плотность поливинилацетатной дисперсии  $\left(\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}\right)$ ;  $m$  – масса поливинилацетатной дисперсии;  $V$  – объем поливинилацетатной дисперсии;  $T_{ПВА}$  – температура поливинилацетатной дисперсии;  $c_{ПВА}$  – теплоемкость поливинилацетатной дисперсии.

Количество тепла, которое уходит из сушильной камеры А с воздушным потоком, представляющим собой смесь обезвоженной поливинилацетатной дисперсии и влажного воздуха, определяется следующей зависимостью:

$$Q_{СМ} = G_{СМ} \cdot c_{СМ} \cdot T_{СМ} \cdot \quad (3)$$

где  $G_{СМ} = \frac{V}{t} \rho_{СМ}$  – расход смеси обезвоженной поливинилацетатной дисперсии и

влажного воздуха  $\left(\frac{\text{м}^3}{\text{час}}\right)$ ;  $t$  – время;  $\rho_{СМ} = \frac{m}{V}$  – плотность смеси обезвоженной

поливинилацетатной дисперсии и влажного воздуха  $\left(\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}\right)$ ;  $m$  – масса смеси обезвоженной поливинилацетатной дисперсии и влажного воздуха;  $V$  – объем смеси обезвоженной поливинилацетатной дисперсии и влажного воздуха;  $T_{СМ}$  – температура смеси обезвоженной поливинилацетатной дисперсии и влажного воздуха;  $c_{СМ}$  – теплоемкость смеси обезвоженной поливинилацетатной дисперсии и влажного воздуха.

В равновесном состоянии приток  $Q_B$  и отвод  $Q_{СМ}$ ,  $Q_{ПВА}$  тепла одинаковы и температура смеси  $T_{СМ}$ , уходящей из сушилки постоянна.

Уравнение теплового баланса:

$$Q_B = Q_{ПВА} + Q_{СМ} \text{ или}$$

$$Q_B - Q_{ПВА} - Q_{СМ} = 0. \quad (4)$$

В случае изменения какого-либо количества тепла или одновременно обоих (притока и отвода), температура смеси  $T_{СМ}$  будет изменяться.

Уравнение переходного процесса при этом запишется в следующем виде:

$$\frac{d(V_{СМ} \cdot \rho_{СМ} \cdot c_{СМ} \cdot T_{СМ})}{dt} = \Delta Q_B - \Delta Q_{ПВА} - \Delta Q_{СМ}. \quad (5)$$

Зависимости  $Q_i$  в (1), (2), (3) от  $c_i$  и  $T_i$  линейны, поэтому:

$$Q_B = \Delta G_B \cdot c_B \cdot T_B + G_B \cdot c_B \cdot \Delta T_B. \quad (6)$$

$$Q_{ПВА} = \Delta G_{ПВА} \cdot c_{ПВА} \cdot T_{ПВА} + G_{ПВА} \cdot c_{ПВА} \cdot \Delta T_{ПВА}. \quad (7)$$

$$Q_{СМ} = \Delta G_{СМ} \cdot c_{СМ} \cdot T_{СМ} + G_{СМ} \cdot c_{СМ} \cdot \Delta T_{СМ}. \quad (8)$$

Подставляя (6), (7), (8) в (5) получим:

$$V_{СМ} \cdot \rho_{СМ} \cdot c_{СМ} \cdot \frac{dT_{СМ}}{dt} = \Delta G_B \cdot c_B \cdot T_B + G_B \cdot c_B \cdot \Delta T_B -$$

$$- \Delta G_{ПВА} \cdot c_{ПВА} \cdot T_{ПВА} - G_{ПВА} \cdot c_{ПВА} \cdot \Delta T_{ПВА} -$$

$$- \Delta G_{СМ} \cdot c_{СМ} \cdot T_{СМ} - G_{СМ} \cdot c_{СМ} \cdot \Delta T_{СМ}. \quad (9)$$

Разделим обе части уравнения на коэффициент при  $\Delta T_{СМ}$ , будем иметь:

$$T_1 \cdot \frac{dT_{СМ}}{dt} + T_{СМ} = k_1 \cdot \Delta G_B + k_2 \cdot \Delta T_B - k_3 \cdot \Delta G_{ПВА} - k_4 \cdot \Delta T_{ПВА} - k_5 \cdot \Delta G_{СМ}. \quad (10)$$

где  $T_1 = \frac{V_{СМ} \cdot \rho_{СМ}}{G_{СМ}}$  (час);

$$k_1 = \frac{c_B \cdot T_B}{G_{СМ} \cdot c_{СМ}};$$

$$k_2 = \frac{G_B \cdot T_B}{G_{СМ} \cdot c_{СМ}};$$

$$k_3 = \frac{c_{ПВА} \cdot T_{ПВА}}{G_{СМ} \cdot c_{СМ}};$$

$$k_4 = \frac{G_{ПВА} \cdot c_{ПВА}}{G_{СМ} \cdot c_{СМ}};$$

$$k_5 = \frac{T_{СМ}}{G_{СМ}}.$$

Полученное линейное дифференциальное уравнение в отклонениях (10) является математическим описанием процесса сушки поливинилацетатной дисперсии.

### 3. Заключение

В настоящей работе рассмотрена методика идентификации процесса сушки поливинилацетатной дисперсии. Разработана математическое описание процесса сушки на основе уравнений теплового и материального балансов установки.

#### *Достоинства методики*

Позволяет установить связь между теплотехническими параметрами процесса сушки ПВАД.

Позволяет получить универсальное дифференциальное уравнение в отклонениях параметров сушки ПВАД, что расширяет возможности в разработке и исследовании различных параметров моделей систем управления процессом.

Дальнейшее направление исследования по теме данной работы будет нацелено на решение следующих задач:

- Синтеза различных вариантов: САР системы автоматического регулирования процесса сушки ПВАД.
- Выбор наиболее приемлемого варианта САР по критерию количественных показателей качества получаемого продукта после реализации разработанных регуляторов на действующей установке.

#### **Литература:**

1. Баумштейн И.П. Автоматизация процессов сушки в химической промышленности / И.П. Баумштейн, Ю.А. Майзель. – М. : Химия, 1970.
2. Дианов В.Г. Автоматизация процессов в нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности / В.Г. Дианов. – М. : Химия, 1968.

#### **References:**

1. Baumstein I.P. Automation of processes of drying in chemical industry / I.P. Baumstein, Yu.A. Mayzel. – M. : Chemistry, 1970.
2. Dianov V.G. Automation of processes in the oil-processing and petrochemical industry / V.G. Dianov. – M. : Chemistry, 1968.

УДК 532.529+629

**О ВОЗМОЖНОСТИ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ  
КВАЗИСТАЦИОНАРНЫХ КОЛЕБАНИЙ ДОННОГО ДАВЛЕНИЯ  
В СВЕРХЗВУКОВОМ ПОТОКЕ**

**ABOUT POSSIBILITY OF NUMERICAL CALCULATIONS OF QUASI  
STATIONARY OSCILLATIONS OF BASE PRESSURE IN SUPERSONIC FLOW**

**Продан Николай Васильевич**  
инженер,  
Университет ИТМО, Санкт-Петербург

**Prodan Nikolai Vasilievich**  
Engineer,  
ITMO University, Saint Petersburg

**Аннотация.** В работе исследуется возможность численного моделирования квазистационарных низкочастотных колебаний донного давления в сверхзвуковых течениях с внезапным расширением. До начала расчетов было выполнено тестирование широко представленных в современных коммерческих вычислительных пакетах моделей турбулентности:  $k-\omega$  модель турбулентности, модель Realizable  $k-\epsilon$ , модель RNG  $k-\epsilon$ , SAS модель, стандартная SST (Shear Stress Transport)  $k-\omega$  модель, Transition SST модель. Проведенное тестирование показало, что наилучшие результаты при расчетах сверхзвуковых отрывных течений, характерных для многосопловых блоков и донных частей ракет, дают Realizable  $k-\epsilon$  и Transition SST-модели турбулентности. В настоящей работе приводятся результаты расчетов колебательного цикла при помощи Realizable  $k-\epsilon$  и Transition SST-моделей турбулентности.

**Annotation.** This article describes the research of possibility of numerical simulation of quasi stationary low-frequency oscillation of base pressure in supersonic flow with sudden expansion. Tests of turbulence models in widely represented computational packages were conducted before the calculations, such as:  $k-\omega$  turbulence model, Realizable  $k-\epsilon$  model, RNG model  $k-\epsilon$ , SAS model, standard SST (Shear Stress Transport)  $k-\omega$  model, Transition SST model. Conducted tests has showed that the best results for supersonic separated flow. This type of flow has application in multi nozzle blocks and base parts of the rocket. In the current work calculation results of oscillation cycle with model were given for Realizable  $k-\epsilon$  and Transition SST turbulence models.

**Ключевые слова:** донное давление, низкочастотные расходные колебания, течение с внезапным расширением.

**Keywords:** base pressure, low-frequency consumption oscillations, flow with sudden expansion.

**Введение**

Течения в окрестности донного среза являются классическим объектом исследования [1]. В последнее время интерес к проблеме возник с новой силой в связи с необходимостью организации горения в сверхзвуковом потоке. Одним из перспективных способов является организация сверхзвукового течения в окрестности обратного уступа [2], за которым образуется рециркуляционное течение с медленным горением, которое и стабилизирует поток. Известно, что в течениях с внезапным расширением возможно возбуждение низкочастотных колебаний давления, которые имеют расходную природу, т.е. определяются мгновенным нарушением баланса газа, втекающего в донную область и эжектируемого из неё [3]. Существует необходимость уметь рассчитывать такие колебания. Ранее были выполнены тестовые расчеты стационарных отрывных течений с внезапным расширением [4], которые выявили преимущества и недостатки различных моделей турбулентности и позволили остановиться на Realizable  $k-\epsilon$  и Transition SST-моделях турбулентности.

Первая модель при небольшом перепаде давления на срезе сопла и в окружающей среде обеспечивает получение надежных данных о распределении давления по оси струи, донном давлении, распределении давления по стенкам сопла и эжектора. Хорошую точность удается получить на достаточно грубой сетке без применения каких-либо специальных приемов и ухищрений. Transition SST модель турбулентности обеспечивает лучшее совпадение с результатами эксперимента в случае большого перепада давления между срезом сопла и окружающей средой. Она более требовательна к разностной сетке, граничным и начальным условиям, отличается существен-



но большим временем счета. Вместе с тем, Transition SST модель гарантированно позволяет получить качественно верную картину ударно-волновой структуры при приемлемой точности определения распределения давления по оси струи. Понятие газодинамического разрыва, детонационной волны, ударно-волновой структуры рассмотрено в работах [5–7].

Проблема моделирования колебаний может быть разделена на две:

1) моделирование слоя смешения на границе струи, его взаимодействия со стенкой, эжекции газа из донной области (здесь лучше работает Realizable k-ε и Transition SST-модель турбулентности);

2) моделирование элементов ударно-волновых структур, таких как отражение косога скачка уплотнения от стенки [8], а также отражение косога скачка от оси симметрии [9] с образованием диска Маха.

В работе выполнено сравнение результатов расчетов при помощи двух упомянутых выше моделей турбулентности.

### Методика расчета

На рисунке 1 представлена схема расчетной модели, которая образует расчетную область. Расчетная область ограничена внутренней областью трубы, с одной стороны ограничена соплом, с другой имеет свободный выход в окружающее пространство с нормальными условиями.

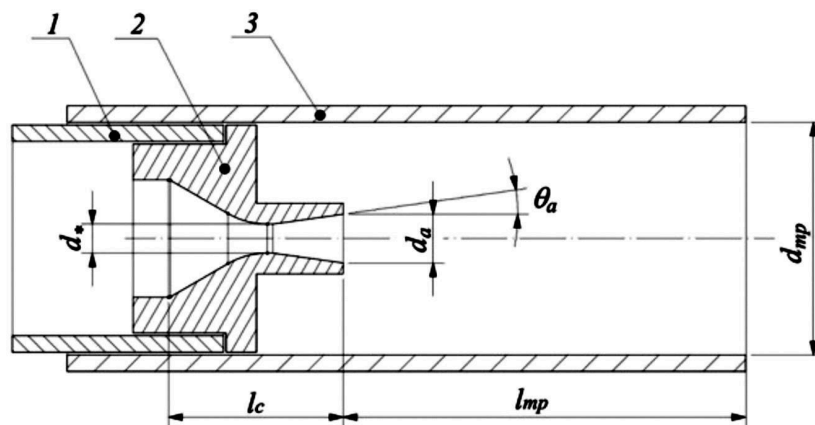


Рисунок 1 – Схема расчетной модели:

1 – ресивер; 2 – сверхзвуковое сопло; 3 – цилиндрическая труба;  
 $d_a$  – диаметр среза сопла;  $d_{тp}$  – диаметр трубы,  $d_*$  – диаметр критического сечения сопла;  
 $l_c$  – длина сопла;  $l_{тp}$  – длина трубы;  $\theta_a$  – угол полураствора сопла

Методика расчета заключается в численном решении системы уравнений, содержащая уравнения Навье-Стокса. Для замыкания системы уравнений используются различные модели турбулентности, в основу которых положено понятие турбулентной вязкости [10].

Задача решается в двумерной осесимметричной постановке, в качестве рабочей среды используется воздух, сжимаемость учитывается переменной плотностью, рассчитываемой по уравнению идеального газа. В качестве граничных условий на входной границе перед соплом задаются параметры торможения газа: давление 0–90 ата, температура 300K и характеристики турбулентной вязкости в виде гидравлического диаметра и интенсивности турбулентности. На выходной границе задаются параметры окружающей покоящейся среды. На твердых стенках задаются условия прилипания и не протекания. Единственным изменяемым параметром в расчетах является полное давление, задаваемое перед соплом.

Режимы рассматриваемого сверхзвукового струйного течения в канале могут, как не зависеть от времени и быть стационарным, так и зависеть от времени и быть нестационарными. Нестационарные процессы характеризуются наличием низкочастотных колебаний, которые носят квазистационарный характер, что позволяет использовать квазистационарную модель газодинамического расчета.

Квазистационарная модель заключается в получении стационарного решения для фиксированного значения давления перед соплом. Далее, полученное решение используется в качестве начального условия для следующего расчета, в котором полное давление перед соплом меняется с определенным шагом. В результате таких дискретных решений по давлению строится зависимость давления в донной области от полного давления перед соплом и от времени на нестационарных режимах течения.

### Анализ результатов

На рисунке 2 представлена зависимость давления в донной области от полного давления перед соплом.

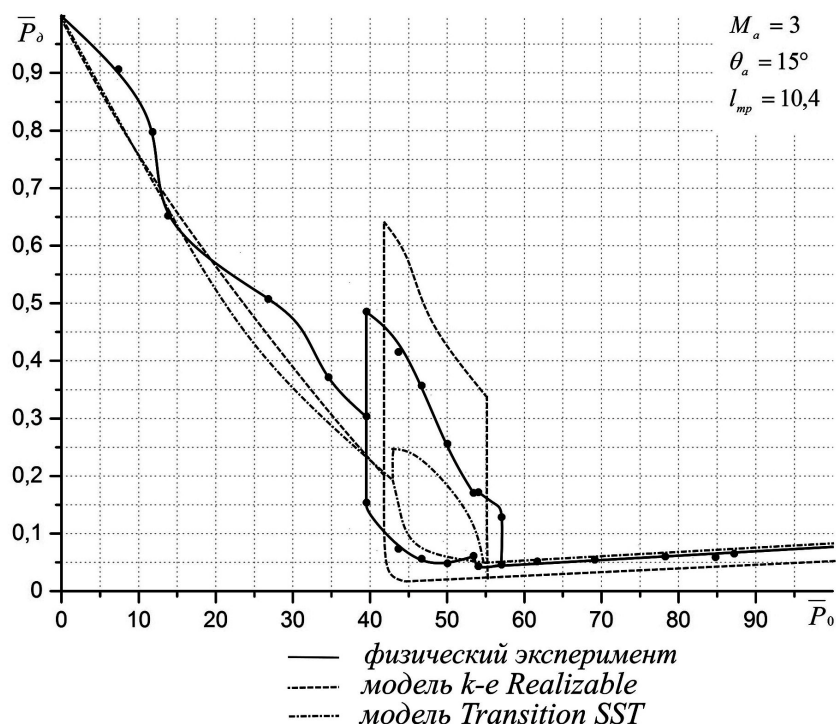


Рисунок 2 – Экспериментальная и расчетная зависимость давления в донной области от полного давления перед соплом:

Сопло  $M_a = 3$ ; угол полураствора сопла  $\theta_a = 15^\circ$ ; длина трубы  $l_{rp} = 10,4$

На графике видно, что расчетные зависимости имеют разный характер отличия от экспериментальной зависимости. Если рассматривать стационарные режимы видно, что модель *Transition SST* лучше описывает автомодельный режим, когда зависимость давления в донной области линейно зависит от полного давления перед соплом. Модель *Realizable k-ε* в данном случае занижает величину давления в донной области. На режиме открытой донной области, когда она связана с окружающей средой результаты расчета имеют похожие значения и занижают величину давления в донной области.

Рассмотрим нестационарный режим течения, на котором наблюдаются наибольшие отклонения значений от экспериментальной зависимости, причем характер этих отклонений различен. Если расчеты с моделью дают значительно больший размах колебаний, то расчеты с моделью, наоборот, занижают величину амплитуды колебаний давления в донной области.

Сравним форму колебательного цикла. На рисунке 3 представлена форма колебательного цикла, полученная в результате использования модели турбулентности *Transition SST*. Для нее характерно сходство с гармоническими колебаниями и отсутствие области, соответствующей открытой донной области. В результате можно сделать вывод о том, что при моделировании течения в канале донная область остается постоянно закрытой и газ из окружающей среды не попадает в нее. Такие колебания можно отнести к псевдогармоническим.

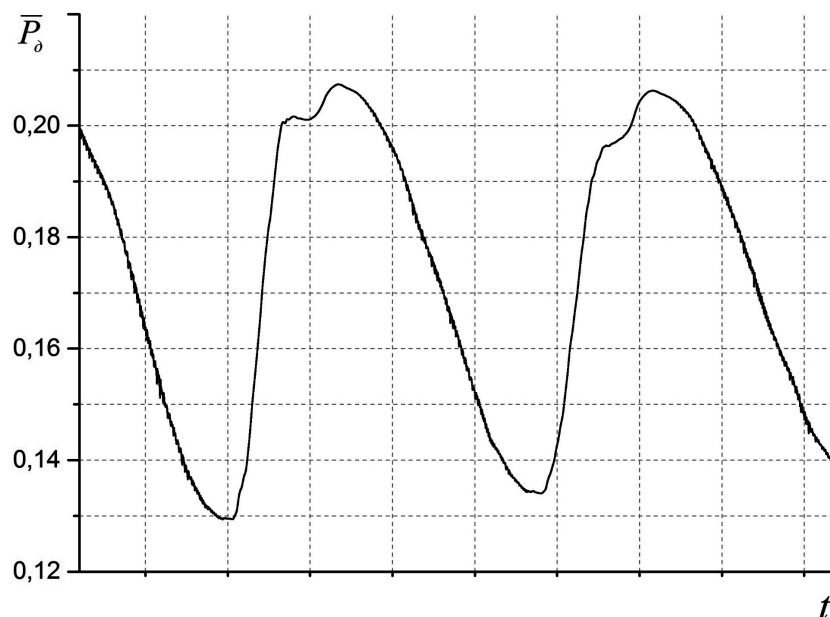


Рисунок 3 – Форма колебательного цикла. Модель Transition SST. Полное давление  $P_0 = 45$  ата

На рисунке 4 представлена форма колебательного цикла для расчета с моделью турбулентности Realizable k-ε. Сразу обращает на себя внимание практически мгновенный рост величины донного давления из точки минимального значения и последующее её плавное понижение с растянутой зоной медленного разряжения в донной области.

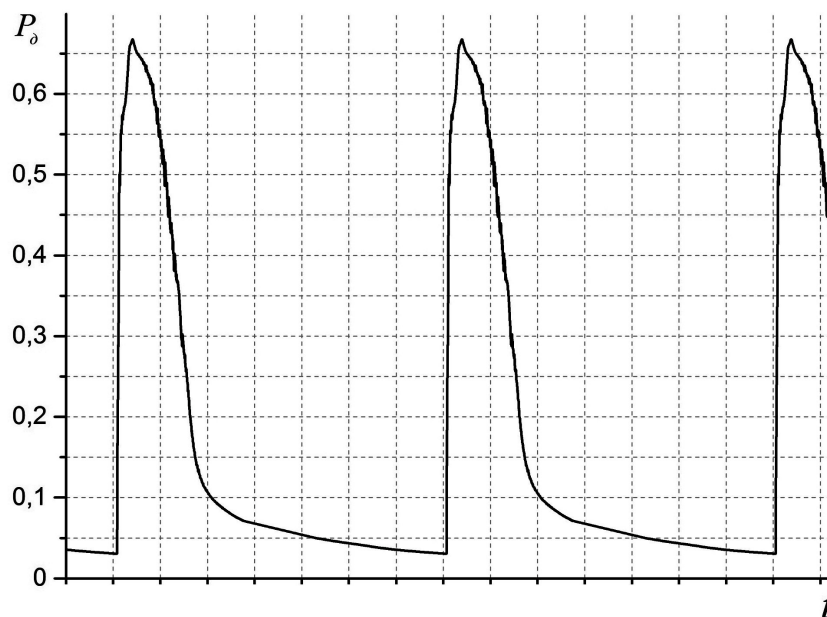


Рисунок 4 – Форма колебательного цикла. Модель k-ε Realizable. Полное давление  $P_0 = 50$  ата

В форме колебательного цикла можно выделить верхний участок, отвечающий за момент открытой донной области, а сами колебания отнести к составным. Колебательный цикл, полученный в результате расчета с моделью Realizable k-ε ближе к характерному экспериментальному циклу.

### Заключение

По результатам исследования можно сделать следующий вывод: обе рассматриваемые модели турбулентности пригодны для моделирования отрывного сверхзвукового течения в канале, но с определенными для каждой модели ограничениями.

Решение с моделью Realizable  $k$ - $\epsilon$  точнее воспроизводит течение на режимах, для которых наибольшее значение имеет воспроизведение внешней формы струи, т.е. её внешних границ и слоя смешения вблизи стенок канала, где ударно-волновая структура (УВС) не имеет значительного влияния, к таким можно отнести режим с открытой донной областью, когда газ из окружающей среды попадает в донную область, образуя мощное возвратное течение, режим составных низкочастотных колебаний. Большой размах колебаний можно объяснить завышением в расчете турбулентной вязкости, что приводит к большим перепадам давления на предельных участках цикла.

Решения с моделью Transition SST хуже согласуются с экспериментами на режимах с открытой донной областью, но на режимах, где УВС оказывает решающее значение, и взаимодействие струи с твердой стенкой определяется не слоем смешения, а взаимодействием скачков уплотнения с твердой стенкой, более точного совпадения качественных и количественных параметров можно добиться именно с Transition SST моделью. Например, целесообразнее использовать модель Transition SST на предельных режимах в момент перехода от неавтономного режима к автономному и на самом автономном режиме, где Realizable  $k$ - $\epsilon$  модель в силу все того же завышения турбулентной вязкости занижает значение давления в донной области, обеспечивая большее разрежение в ней. На нестационарных режимах модель Transition SST применима для воспроизведения псевдогармонических колебаний, так как в этом случае отсутствует режим открытой донной области с мощным возвратным течением.

Ни одна из рассмотренных моделей не может обеспечить достаточного согласования с экспериментом на всех возможных режимах течения, поэтому наиболее оптимальная методология исследования стационарных и квазистационарных сверхзвуковых течений должна содержать как модель Realizable  $k$ - $\epsilon$ , так и модель Transition SST.

### Благодарности

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ (Соглашение № 14.575.21.0057, уникальный идентификатор прикладных научных исследований RFMEFI57514X0057).

### Литература:

1. Засухин О.Н. История экспериментальных исследований донного давления / О.Н. Засухин, П.В. Булат, Н.В. Продан // *Фундаментальные исследования*. – 2011. – № 12, Ч. 3. – 670–74 С. – URL : [www.rae.ru/fs/?section=content&op=show\\_article&article\\_id=7981793](http://www.rae.ru/fs/?section=content&op=show_article&article_id=7981793)
2. Старов А.В. Определение пределов устойчивого горения при высоких сверхзвуковых скоростях потока в канале / А.В. Старов // *Вестник НГУ. Серии: Физика*. – 2008. – Т. 3. – Выпуск 2. – С. 47–60.
3. Булат П.В. О низкочастотных расходных колебаниях донного давления / П.В. Булат, Н.В. Продан // *Фундаментальные исследования*. – 2013. – № 4–3. – С. 545–549.
4. Bulat M.P. Comparison of turbulence models in the calculation of supersonic separated flows / M.P. Bulat, P.V. Bulat // *World Applied Sciences Journal*. – 2013. – 27, 10 – 1263–66 P. – URL : [http://www.idosi.org/wasj/wasj27\(10\)13/4.pdf](http://www.idosi.org/wasj/wasj27(10)13/4.pdf) – DOI : 10.5829/idosi.wasj.2013.27.10.13715
5. Bulat P.V. Shock and detonation wave in terms of view of the theory of interaction gasdynamic discontinuities / P.V. Bulat, V.N. Uskov // *Life Science Journal*. – 2014. – 11, 8s. – 307–10 С. – URL : [http://www.lifesciencesite.com/ljsj/life1108s/068\\_24921life1108s14\\_307\\_310.pdf](http://www.lifesciencesite.com/ljsj/life1108s/068_24921life1108s14_307_310.pdf)
6. Bulat P.V. Gas-dynamic discontinuity conception / P.V. Bulat, V.N. Uskov, L.P. Arkhipova // *Research Journal of Applied Sciences*. – 2014. – 8, 22 – 2255–59 P. – URL : <http://www.maxwellsci.com/print/rjaset/v8-2255-2259.pdf>
7. Bulat P.V. Classification of gas-dynamic discontinuities and their interference problems / P.V. Bulat, V.N. Uskov, L.P. Arkhipova // *Research Journal of Applied Sciences*. – 2014. – 8, 22. – 2248–54 P. – URL : <http://maxwellsci.com/print/rjaset/v8-2248-2254.pdf>
8. Bulat P.V. Oblique shock wave reflection from the wall / P.V. Bulat, V.V. Upyrev, P.V. Denisenko // *Scientific and Technical Journal of Information Technologies, Mechanics and Optics*. – 2015. – V. 15. – № 2. – P. 338–345.
9. Bulat P.V. Mach reflection of a shock wave from the symmetry axis of the supersonic nonisobaric jet / P.V. Bulat, V.N. Uskov // *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology*. – 2014. – 8, 1. – 135–42 P. – URL : <http://maxwellsci.com/print/rjaset/v8-135-142.pdf>
10. Волков К.Н. Течения и теплообмен в каналах и вращающихся полостях / К.Н. Волков, В.Н. Емельянов. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2010. – 488 с.

**References:**

1. Zasuhin O.N. History of experimental research base pressure / O.N. Zasuhin, P.V. Bulat, N.V. Prodan // Modern problems of science and education. – 2011. – № 12 (part 3). – P. 670–674. – URL : [http://www.rae.ru/fs/?section=content&op=show\\_article&article\\_id=7981793](http://www.rae.ru/fs/?section=content&op=show_article&article_id=7981793)
2. Starov A.V. Defining the limits of stable combustion at high supersonic flow velocities in the channel / A.V. Starov // Vestnik of NSU. Physics Series. – 2008. – № 2 (part 3). – P. 47–60.
3. Bulat P.V. On the low-frequency oscillations of expenditure base pressure / P.V. Bulat, N.V. Prodan // Modern problems of science and education. – 2013. – №4 (part 3). – P. 545–549. – URL : <http://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=31229>
4. Bulat M.P. Comparison of turbulence models in the calculation of supersonic separated flows / M.P. Bulat, P.V. Bulat // World Applied Sciences Journal. – 2013. – 27, 10 – 1263–66 P. – URL : [http://www.idosi.org/wasj/wasj27\(10\)13/4.pdf](http://www.idosi.org/wasj/wasj27(10)13/4.pdf) – DOI : 10.5829/idosi.wasj.2013.27.10.13715
5. Bulat P.V. Shock and detonation wave in terms of view of the theory of interaction gasdynamic discontinuities / P.V. Bulat, V.N. Uskov // Life Science Journal. – 2014. – 11, 8s. – 307–10 C. – URL : [http://www.lifesciencesite.com/ljsj/life1108s/068\\_24921life1108s14\\_307\\_310.pdf](http://www.lifesciencesite.com/ljsj/life1108s/068_24921life1108s14_307_310.pdf)
6. Bulat P.V. Gas-dynamic discontinuity conception / P.V. Bulat, V.N. Uskov, L.P. Arkhipova // Research Journal of Applied Sciences. – 2014. – 8, 22 – 2255–59 P. – URL : <http://www.maxwellsci.com/print/rjaset/v8-2255-2259.pdf>
7. Bulat P.V. Classification of gas-dynamic discontinuities and their interference problems / P.V. Bulat, V.N. Uskov, L.P. Arkhipova // Research Journal of Applied Sciences. – 2014. – 8, 22. – 2248–54 P. – URL : <http://maxwellsci.com/print/rjaset/v8-2248-2254.pdf>
8. Bulat P.V. Oblique shock wave reflection from the wall / P.V. Bulat, V.V. Upyrev, P.V. Denisenko // Scientific and Technical Journal of Information Technologies, Mechanics and Optics. – 2015. – V. 15. – № 2. – P. 338–345.
9. Bulat P.V. Mach reflection of a shock wave from the symmetry axis of the supersonic nonisobaric jet / P.V. Bulat, V.N. Uskov // Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology. – 2014. – 8, 1. – 135–42 P. – URL : <http://maxwellsci.com/print/rjaset/v8-135-142.pdf>
10. Volkov K.N. Flows and Heat Transfer in Channels and Rotating Cavities / K.N. Volkov, V.N. Emelyanov. – M. : FIZMATLIT, 2010. – 488 p.

УДК 629.7

## ПЕРЕХОД ИЗ НЕРЕГУЛЯРНОЙ В РЕГУЛЯРНУЮ ИНТЕРФЕРЕНЦИЮ ДОГОНЯЮЩИХ СКАЧКОВ УПЛОТНЕНИЯ

### TRANSITION BETWEEN REGULAR AND IRREGULAR INTERFERENCE OF CATCHING UP SHOCK WAVES

**Упырев Владимир Владимирович**  
аспирант,  
Университет ИТМО (г. Санкт-Петербург)  
upyrevvv@yandex.ru

**Продан Николай Васильевич**  
инженер,  
Университет ИТМО (г. Санкт-Петербург)

**Аннотация.** В работе рассматривается проблема областей существования регулярной и маховской интерференции скачков уплотнения, разворачивающих поток в одну сторону. Такие скачки еще называют догоняющими по аналогии с ударными волнами, распространяющимися в одном направлении. Маховская интерференция догоняющих скачков является нерасчетным случаем для работы сверхзвуковых воздухозаборников внешнего сжатия, она может сопровождаться помпажем и другими нежелательными нестационарными явлениями. В работе приведен численный расчет интерференции догоняющих скачков и решение с помощью ударных поляр для типичных режимов крейсерского полета со сверхзвуковой скоростью. Обнаружены ударно-волновые структуры, о существовании которых ранее было неизвестно.

**Ключевые слова:** скачок уплотнения, догоняющие скачки, газодинамический разрыв, ударно – волновая структура.

**Upyrev Vladimir Vladimirovich**  
Postgraduate,  
ITMO University, Saint Petersburg  
upyrevvv@yandex.ru

**Prodan Nikolai Vasilievich**  
engineer,  
ITMO University, Saint Petersburg

**Annotation.** This article focuses on the problem of interference type determination in the case of shock waves, which deflects stream in same direction. This interaction is also known as interference of catching up shock waves, analogous to a one-dimensional shock waves moving in same direction. Mach interference configuration of catching up shock waves is underexpanded case for supersonic airlet with external intake. Mach interference can be coupled with surge and other unwanted nonstationary phenomena. Numerical calculation combined with analytical calculation using shock polar methods for typical cruiser flight speed is presented. New shock wave structures were discovered.

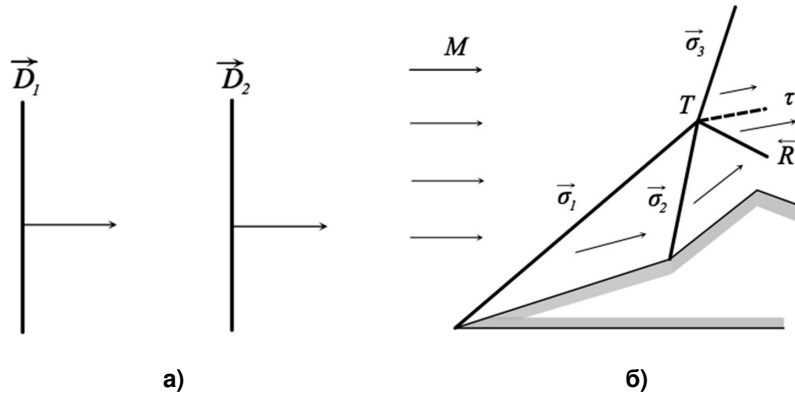
**Keywords:** shock waves, catching up shock waves, fluid dynamic discontinuity, shock wave structure.

#### Введение

По аналогии с ударными волнами, распространяющимися в одну сторону (рис. 1, а), догоняющими называют взаимодействующие между собой скачки уплотнения, разворачивающие поток в одну сторону.

Догоняющие скачки в типичных случаях образуют в точке интерференции ударно-волновую структуру, состоящую из двух входящих скачков, главного исходящего скачка, отраженного разрыва, который может быть волной разрежения или скачком уплотнения и разделяющего главный и отраженный разрывы тангенциального разрыва (рис. 1, б). Изображенная на рисунке 1, б картина течения называется регулярной интерференцией (РИ) догоняющих скачков уплотнения (ДСУ). Теория РИ ДСУ подробно рассмотрена в [1].

Догоняющие скачки изучаются достаточно давно [2–4], но почти все исследования обходят вниманием маховскую интерференцию (МИ), сопровождающуюся образованием ножки Маха, течение за которой дозвуковое. Случай МИ в последнее время активно изучается для взаимодействия газодинамических разрывов [5–7], разворачивающих потоки в разных направлениях. Такие явления характерны для случая отражения скачка от оси симметрии [8] или твердой стенки [9]. Вообще, интерференция встречных скачков сопровождается таким явлением, как гистерезис [10], когда при одних и тех же параметрах возможна как РИ, так и МИ. Ниже аналогичная проблема изучается для случая ДСУ.



**Рисунок 1 – Интерференция разрывов одного направления:**

а – догоняющие одномерные ударные волны  $D_1$  и  $D_2$ , стрелками показано направление движения;  
 б – косые догоняющие скачки уплотнения;  $M$  – число Маха;  $T$  – точка пересечения скачков уплотнения;  
 $R$  – отраженный разрыв;  $\sigma_1, \sigma_2$  – догоняющие скачки уплотнения;  $\sigma_3$  – главный скачок уплотнения,  
 $\tau$  – тангенциальный разрыв; стрелками показаны линии тока, левая  $\leftarrow$  или правая  $\rightarrow$  стрелка  
 над обозначением газодинамического разрыва означает, соответственно, левое или правое  
 направление этого разрыва

### Методика расчета

Интенсивность скачка уплотнения связана с углом разворота потока по следующей формуле:

$$\beta_\sigma(M, J) = \operatorname{atan} \left( \sqrt{\frac{J_m(M) - J}{J + \varepsilon} \cdot \frac{(1 - \varepsilon)(J - 1)}{(J_m(M) + \varepsilon) - (1 - \varepsilon)(J - 1)}} \right), \quad (1)$$

где  $\varepsilon = (\gamma - 1)/(\gamma + 1)$ ;  $\gamma$  – показатель адиабаты среды;  $J_m$  – максимальная интенсивность скачка уплотнения для данного потока, рассчитываемый по формуле:

$$J_m(M) = (1 + \varepsilon)M^2 - \varepsilon. \quad (2)$$

Скачок уплотнения замедляет поток на значение, которое зависит от интенсивности и числа Маха данного скачка:

$$M_1(J, M) = \sqrt{\frac{(J + \varepsilon)M^2 - (1 - \varepsilon)(J^2 - 1)}{J(1 + \varepsilon J)}}. \quad (3)$$

Множество точек, связанные зависимостью (1), образуют сердцевидную кривую, которую называют ударной полярой. Ударная поляра обычно строится в координатах  $\{\Lambda = \ln J, \beta\}$ .

Определение типа интерференции и расчет интенсивности отраженных разрывов заключается в анализе каскада таких поляр (рис. 2).

Первый скачок уплотнения  $\sigma_1$  является точкой на ударной поляре, построенной по числу Маха  $M$  невозмущенного потока, называемой основной полярой. Из этой точки исходит поляра, называемая вторичной, с числом Маха  $M_1$  за первым скачком, используя формулу (2). Последняя, третичная поляра, строится из точки соответствующей второму скачку  $\sigma_2$ , которая, находится на вторичной поляре. Число Маха  $M_2$  третичной поляры определяется из подстановки  $J_2$  и  $M_1$  в (2). Третичная поляра соответствует всем возможным скачкам уплотнения, которые могут быть за первыми двумя скачками.

Пересечение этих поляр соответствует возможным ударно-волновым конфигурациям. Так, например, пересечение третичной поляры с первой (рис. 2, точка № 1) приводит к таким параметрам главного скачка  $\sigma_3$  и отраженного разрыва  $R$ , при которых соблюдается равенство углов отклонения потока по обе стороны тангенциального разрыва  $\tau$ . Математически это условие можно записать как уравнение:

$$\beta(M, J_3) = \beta(M, J_1) + \beta(M_1, J_2) - \beta\left(M_2, \frac{J_3}{J_1 J_2}\right). \quad (4)$$

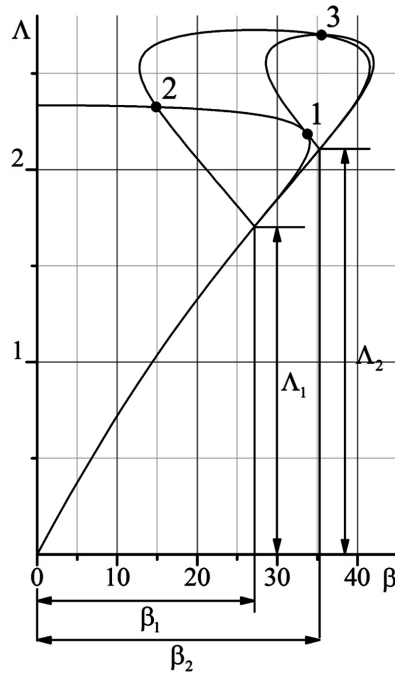


Рисунок 2 – Ударные поляры, соответствующие интерференции догоняющих скачков уплотнения

Эта конфигурация соответствует регулярной интерференции показанной на рисунке 1, б. Нерегулярная интерференция происходит в том случае, когда пересечение между третичной и основной полярой отсутствует. В таком случае может образовываться множество различных структур на основании расположения точек 2 и 3. В данной статье будет рассматриваться только тот случай, когда интенсивность точки № 2 (рис. 2) превышает ту интенсивность, которая замедляет поток до  $M < 1$  относительно потока за первым скачком. Такая конфигурация показана на рисунке 3.

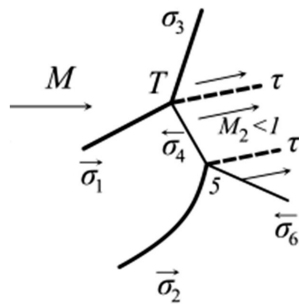


Рисунок 3 – Нерегулярная интерференция:

$M$  – число Маха;  $T$  – точка пересечения скачков уплотнения;  $\sigma_1, \sigma_2$  – догоняющие скачки уплотнения;  $\sigma_3$  – главный скачок уплотнения;  $\tau$  – тангенциальный разрыв;  $\sigma_4$  – ножка Маха, стрелками показаны линии тока, левая  $\leftarrow$  или правая  $\rightarrow$  стрелка над обозначением газодинамического разрыва означает, соответственно, левое или правое направление этого разрыва

Параметры скачка 3 и 4 определяется точкой № 2 на рисунке 2. Параметры скачка 3 определяются относительно начала координат. Скачок 4 определяется относительно точки первого скачка уплотнения. Параметры скачка 6 определяются точкой № 3 на том же рисунке относительно точки второго скачка уплотнения.

### Анализ результатов

Скачки уплотнения задавались углом преломления потока  $\beta_1 = 20^\circ, \beta_2 = 10^\circ$ . Расчет производился для показателя адиабаты 1.4. Совместно с расчетом на полярах проводилось аналогичное моделирование методом конечных разностей. Расчетная полость показана на рисунке 4. На левой границе полости задается равномерное распределение чи-



сел Маха, в результате на клинья натекает сверхзвуковой поток с заданным числом  $M$ , который варьируется квазистационарно, то есть соответствует бесконечно медленному изменению числа Маха. На рисунке 5 показан вид течения при различных числах Маха.

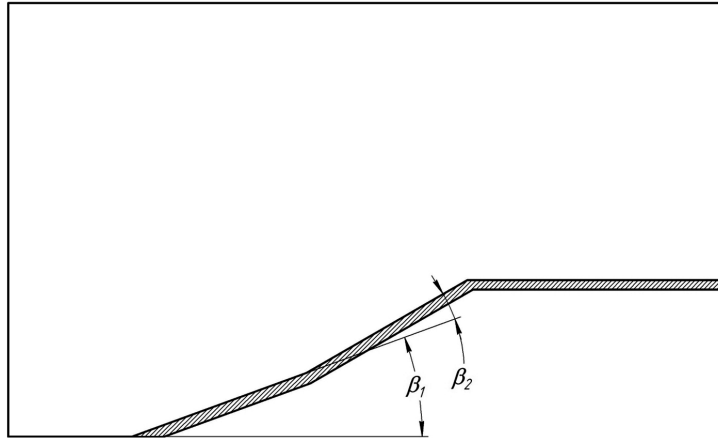


Рисунок 4 – Расчетная модель

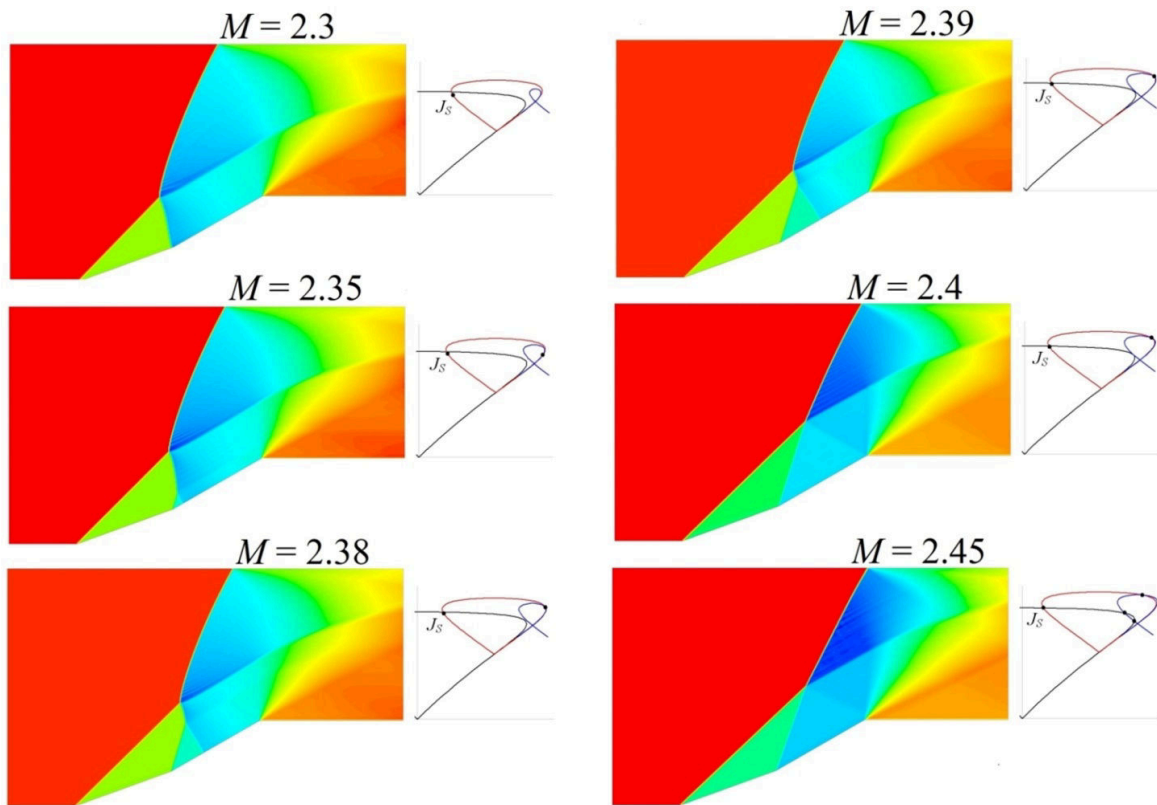


Рисунок 5 – Вид течения при численном моделировании и построенные по параметрам ударные поляры. Цвет соответствует скорости потока в данной точке

При числах Маха ниже 2,35 второй скачок является отошедшим скачком, не имеется отраженных разрывов вдоль потока, за отошедшим скачком дозвуковая скорость. Уменьшение числа Маха отодвигает отошедшую волну в направлении против потока. По анализу поляр эта область делится на две. Первая область определяется как та, где не существует такого скачка уплотнения, что может развернуть поток на угол  $\beta_2$  (для данной задачи эта область при  $M < 2,24$ ). Во второй области скачок может развернуть поток на заданный угол, но у третичной поляры нет пересечения ни с вторичной, ни с основной полярой (для данной задачи эта область при  $2,24 < M < 2,325$ ).

Нерегулярная интерференция образуется при касании третичной поляры со второй. Её конфигурация наблюдается в численном расчете при числах Маха от 2,32 до 2,4.

Переход из нерегулярной интерференции в регулярную происходит при касании третичной поляры с основной. Расчет, основанный на полярах, выдает переход при числе Маха 2,402. По моделированию методом конечных разностей переход был отмечен в промежутке между 2,39 и 2,4 числами Маха.

### Заключение

В данной статье был показан принцип расчета нерегулярной интерференции при дозвуковой скорости за главным скачком, и регулярной интерференции при отраженном разрыве как скачок уплотнения. Были показаны основные причины перестроек из одного типа отражения в другое. Проведено сравнение анализа на полярах с численным моделированием.

Сравнение показало хорошую корреляцию расчета с теоретическим анализом. Интерес представляет случай в промежутке от 2,24 до 2,325 чисел Маха для данной задачи. Параметры дают возможность присутствия присоединенного к клину скачка уплотнения, но не позволяет создать интерференцию между приходящими скачками. Последующие работы будут сконцентрированы на следующих вопросах: всегда ли это ведет к отошедшему скачку уплотнения? Каким образом связана интерференция скачков уплотнения и образование скачка на клине?

### Литература:

1. Булат П.В. Интерференция скачков уплотнения одного направления / П.В. Булат, П.В. Денисенко // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. – 2015. – Т. 15. – № 3. – С. 500–508.
2. Веккен В.К. Предельные положения вилкообразных скачков уплотнения / В.К. Веккен // Механика. – 1950. – № 4. – С. 131–143.
3. Росляков Г.С. Взаимодействие плоских скачков уплотнения одного направления / Г.С. Росляков // Численные методы в газовой динамике. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1965. – С. 28–51.
4. Росляков Г.С. Интерференция стационарных скачков уплотнения одного направления / Г.С. Росляков, А.Л. Старых, В.Н. Усков // Изв. АН СССР. МЖГ. – 1987. – № 4. – С. 143–52.
5. Bulat P.V. Shock and detonation wave in terms of view of the theory of interaction gasydynamic discontinuities / P.V. Bulat, V.N. Uskov // Life Science Journal. – 2014 – 11, 8s – 307–10 P. – URL : [http://www.lifesciencesite.com/lj/life1108s/068\\_24921life1108s14\\_307\\_310.pdf](http://www.lifesciencesite.com/lj/life1108s/068_24921life1108s14_307_310.pdf)
6. Bulat P.V. Gas-dynamic discontinuity conception / P.V. Bulat, V.N. Uskov, L.P. Arkhipova // Research Journal of Applied Sciences. – 2014 – 8, 22. – 2255–59 P. – URL : <http://www.maxwellsci.com/print/rjaset/v8-2255-2259.pdf>
7. Bulat P.V. Classification of gas-dynamic discontinuities and their interference problems / P.V. Bulat, V.N. Uskov, L.P. Arkhipova // Research Journal of Applied Sciences. – 2014. – 8, 22 – 2248–54 P. – URL : <http://maxwellsci.com/print/rjaset/v8-2248-2254.pdf>
8. Bulat P.V. Mach reflection of a shock wave from the symmetry axis of the supersonic nonisobaric jet / P.V. Bulat, V.N. Uskov // Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology. – 2014. – 8, 1. – 135–42 P. – URL : <http://maxwellsci.com/print/rjaset/v8-135-142.pdf>
9. Булат П.В. Отражение косоугольного скачка уплотнения от стенки / П.В. Булат, В.В. Упырев, П.В. Денисенко // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. – 2015. – Т. 15. – № 2. – С. 338–45. – URL : [http://ntv.ifmo.ru/ru/journal/617/journal\\_617.htm](http://ntv.ifmo.ru/ru/journal/617/journal_617.htm)
10. Булат П.В. Интерференция встречных скачков уплотнения / П.В. Булат, П.В. Денисенко, Н.В. Продан // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. – 2015. – Т. 15. – № 2. – С. 346–55. – URL : [http://ntv.ifmo.ru/ru/journal/617/journal\\_617.htm](http://ntv.ifmo.ru/ru/journal/617/journal_617.htm)

### References:

1. Bulat P.V. Interferention's of jumps of consolidation of one direction / P.V. Bulat, P.V. Denisenko // Scientific and technical messenger of information technologies, mechanics and optics. – 2015. – V. 15. – № 3. – P. 500–508.
2. Vekken V.K. Limit provisions of forked jumps of consolidation / V.K. Vekken // Mechanics. – 1950. – № 4. – P. 131–143.
3. Roslyakov G.S. Interaction of flat jumps of consolidation of one direction / G.S. Roslyakov // Numerical methods in gas dynamics. – M.: Mosk. publishing house. Un., 1965. – P. 28–51.

4. Roslyakov G.S. Interference of stationary jumps of consolidation of one direction / G.S. Roslyakov, A.L. Starykh, V.N. Uskov // *Izv. Academy of Sciences of the USSR. MZhG.* – 1987. – № 4. – 143-52 P.
5. Bulat P.V. Shock and detonation wave in terms of view of the theory of interaction gasdynamic discontinuities / P.V. Bulat, V.N. Uskov // *Life Science Journal.* – 2014 – 11, 8s – 307–10 P. – URL : [http://www.lifesciencesite.com/ljsj/life1108s/068\\_24921life1108s14\\_307\\_310.pdf](http://www.lifesciencesite.com/ljsj/life1108s/068_24921life1108s14_307_310.pdf)
6. Bulat P.V. Gas-dynamic discontinuity conception / P.V. Bulat, V.N. Uskov, L.P. Arkhipova // *Research Journal of Applied Sciences.* – 2014 – 8, 22. – 2255–59 P. – URL : <http://www.maxwellsci.com/print/rjaset/v8-2255-2259.pdf>
7. Bulat P.V. Classification of gas-dynamic discontinuities and their interference problems / P.V. Bulat, V.N. Uskov, L.P. Arkhipova // *Research Journal of Applied Sciences.* – 2014. – 8, 22 – 2248–54 P. – URL : <http://maxwellsci.com/print/rjaset/v8-2248-2254.pdf>
8. Bulat P.V. Mach reflection of a shock wave from the symmetry axis of the supersonic nonisobaric jet / P.V. Bulat, V.N. Uskov // *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology.* – 2014. – 8, 1. – 135–42 P. – URL : <http://maxwellsci.com/print/rjaset/v8-135-142.pdf>
9. Bulat P.V. Reflection of slanting jump of consolidation from a wall / P.V. Bulat, V.V. Upyrev, P.V. Denisenko // *Scientific technical messenger information technologies, mechanics and optics.* – 2015. – V. 15. – № 2. – 338–45 P. – URL : [http://ntv.ifmo.ru/ru/journal/617/journal\\_617.htm](http://ntv.ifmo.ru/ru/journal/617/journal_617.htm)
10. Bulat P.V. Interferention's of counter jumps of consolidation / P.V. Bulat, P.V. Denisenko, N.V. Prodan // *Scientific technical messenger information technologies, mechanics and optics.* – 2015. – V. 15. – № 2. – 346–55 P. – URL : [http://ntv.ifmo.ru/ru/journal/617/journal\\_617.htm](http://ntv.ifmo.ru/ru/journal/617/journal_617.htm)

УДК 656.073

**ВЫБОР СИСТЕМЫ ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ  
ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ  
(НА ПРИМЕРЕ ХОЛМСКОГО СЕЛЬСКОГО ПОСЕЛЕНИЯ)**

**THE CHOICE OF SYSTEM OF TRANSPORT SERVICE OF PRODUCTION  
ENTERPRISES (FOR EXAMPLE KholmSK RURAL SETTLEMENT)**

**Коновалова Татьяна Вячеславовна**

Кубанский государственный  
технологический университет

**Кирий Консуэлла Алексеевна**

Кубанский государственный  
технологический университет

**Надирян София Леоновна**

Кубанский государственный  
технологический университет  
sofi008008@yandex.ru

**Недашковская Анастасия Олеговна**

Кубанский государственный  
технологический университет

**Konovalova Tatiana Vyacheslavovna**  
Kuban State University of Technology

**Kiriy Consuela Alekseevna**  
Kuban State University of Technology

**Nadiryay Sofiya Levonovna**  
Kuban State University of Technology  
sofi008008@yandex.ru

**Nedashkovskaya Anastasia Olegovna**  
Kuban State University of Technology

**Аннотация.** В данной статье мы рассмотрим выбор системы транспортного обслуживания производственных предприятий (на примере Холмского сельского поселения). В результате исследований было выявлено, что при реализации хозяйственной деятельности производственные предприятия неизбежно сталкиваются с проблемой повышения эффективности системы транспортного обслуживания для снижения доли транспортных затрат в себестоимости продукции. Научное обоснование принимаемых решений в области транспортного обслуживания производства может существенно снизить риски повышения транспортных затрат, а следовательно и себестоимости продукции. Выбор системы транспортного обслуживания зачастую происходит интуитивно на основе практического опыта.

**Ключевые слова:** логистика, транспортные затраты, себестоимость, транспортное обслуживание, коммерциализация.

**Annotation.** In this article we will discuss the choice of system of transport service of production enterprises (for example KholmSK rural settlement). As a result of the studies, it was found that in case of implementation of economic activity of industrial enterprises inevitably face the problem of increasing the efficiency of the transport service system to reduce the share of transport expenses in the cost of production. Scientific substantiation of the decisions made in the field of transport service of production can significantly reduce the risks of increased transportation costs and hence production costs. The choice of the transport service system often occurs intuitively on the basis of practical experience.

**Keywords:** logistics, transport cost, cost, transportation, commercialization.

Усложнение рыночных отношений и усиление конкуренции в настоящее время приводят к трансформации цепей поставок, выражающейся в следующих основных моментах:

1. Возрастает скорость, интенсивность и сложность материальных и информационных потоков. Усложняются информационные и финансовые взаимоотношения между контрагентами цепей поставок.
2. Сокращается число звеньев и уменьшается количество организационно-экономических отношений в цепях поставок, но сложность их возрастает.
3. Уменьшается надежность цепей поставок, так как минимизируются запасы в производстве и каналах распределения.

Следствием этих тенденций является увеличение потенциальной неустойчивости цепей поставок. Для повышения устойчивости и надежности цепей поставок необ-

ходима системная кооперация контрагентов цепей в разрезе операционной, информационной и организационной интеграции.

Устойчивость может быть определена как способность цепи поставок восстанавливаться, возвращаться в исходное состояние после какого-либо возмущения внешней среды, которое проявляется в отклонении значений параметров функционирования цепи. Данный принцип может быть проинтерпретирован как снижение устойчивости при повышении интенсивности проходящих через цепь поставок материальных и информационных потоков, что тем самым увеличивает нагрузку на все звенья цепи, повышая коэффициент использования их мощности. Потеря устойчивости одного звена цепи может привести не только к нарушению заданных параметров функционирования (KPI) данного звена, но и всей цепи поставок. В рамках SCM это может быть выражено в ситуации, когда у компании, например, отсутствуют альтернативные поставщики, производственные или логистические мощности (например, распределительные центры), – в такой ситуации выход из строя данного звена может привести к нарушению функционирования всей цепи поставок.

Под надежностью, в общем смысле понимается свойство системы сохранять значения установленных параметров функционирования в определённых пределах, соответствующих заданным режимам и условиям использования, технического обслуживания, хранения и транспортирования. Таким образом, надежность цепи поставок может быть определена как ее свойство сохранять заданные параметры в соответствии со стандартами KPI или же их варьирование в определенном интервале (допуске) при нормальных условиях функционирования. При этом цепь поставок можно рассматривать как сложную систему, где существует несколько работоспособных состояний за счет наличия альтернативных вариантов логистических и производственных мощностей, что определяет ее гибкость и адаптируемость к изменяющимся условиям внешней среды.

Существенное влияние на надежность цепи поставок оказывает транспортная составляющая производственного процесса. В связи с этим поиск оптимального соотношения объема работы для собственного и наёмного автопарка приобретает важное значение.

Проанализируем преимущества и недостатки собственного и наёмного транспорта при обслуживании производственных процессов.

*Преимущества собственного автопарка:*

- клиентам предоставляется максимально высокий уровень сервиса за счёт гибкого регулирования сроков и частоты отправления грузов;
- полный контроль технического состояния и местонахождения транспортных средств (при условии оборудования их радиостанциями, RFID-метками, GPS-приборами и пр.), что обеспечивает высокий уровень точности соблюдения сроков доставки;
- возможность применения гибких мотивационных схем для водителей и экспедиторов.

*К недостаткам собственного транспортного парка следует отнести [1, 2]:*

- вынужденное долгосрочное замораживание финансовых средств, затраченных на приобретение транспортных средств и объектов недвижимости для организации гаражных боксов, ремонтных мастерских, складов для хранения ГСМ, запчастей и пр.;
- увеличение налогооблагаемой базы;
- амортизация основных средств;
- расходы на страхование;
- необходимость регулярного контроля технического состояния автомобилей (расходы на техобслуживание машины и её ремонт составляют приблизительно 60 % от общего числа затрат на автопарк);
- затраты на администрирование автомобильного хозяйства;
- затраты на наём дополнительного транспорта в случае недостатка собственного;
- холостой пробег и простои в периоды сезонных спадов, ремонта транспортного средства;
- распыление усилий и финансовых средств на непрофильную деятельность.

*Преимущества наёмного автопарка:*

- полное отсутствие недостатков, присущих собственному транспорту;
- простота управления процессом доставки.

*Недостатки наёмного транспортного парка:*

- затраты на компенсацию подачи автотранспорта под погрузку;
- риски при выборе поставщиков услуг;
- необходимость постоянного мониторинга рынка на предмет более выгодных вариантов сотрудничества;
- ошибки, совершенные сторонней транспортной компанией, всё равно ложатся на вашу компанию;
- недостаточная гибкость транспортной компании – поставщика услуг при необходимости ранее незапланированных доставок;
- недостаточное развитие рынка аутсорсинга транспортных услуг;
- высокая стоимость транспортных услуг.

Относительно последнего пункта – высокой стоимости услуг наёмного автотранспорта – можно сказать, что таковой она кажется до момента, пока не будут подсчитаны издержки на содержание собственного транспортного парка.

В результате исследований было выявлено, что при реализации хозяйственной деятельности производственные предприятия неизбежно сталкиваются с проблемой повышения эффективности системы транспортного обслуживания для снижения доли транспортных затрат в себестоимости продукции [2, 3]. Научное обоснование принимаемых решений в области транспортного обслуживания производства может существенно снизить риски повышения транспортных затрат, а следовательно и себестоимости продукции.

Выбор системы транспортного обслуживания зачастую происходит интуитивно на основе практического опыта. Нами был разработан алгоритм выбора подвижного состава по заданному критерию [4]. Он заключается в поэтапном анализе составляющих и выводе оптимизационного решения. Данный алгоритм будет использован для определения наиболее выгодного варианта транспортного обслуживания предприятий Холмского сельского поселения.

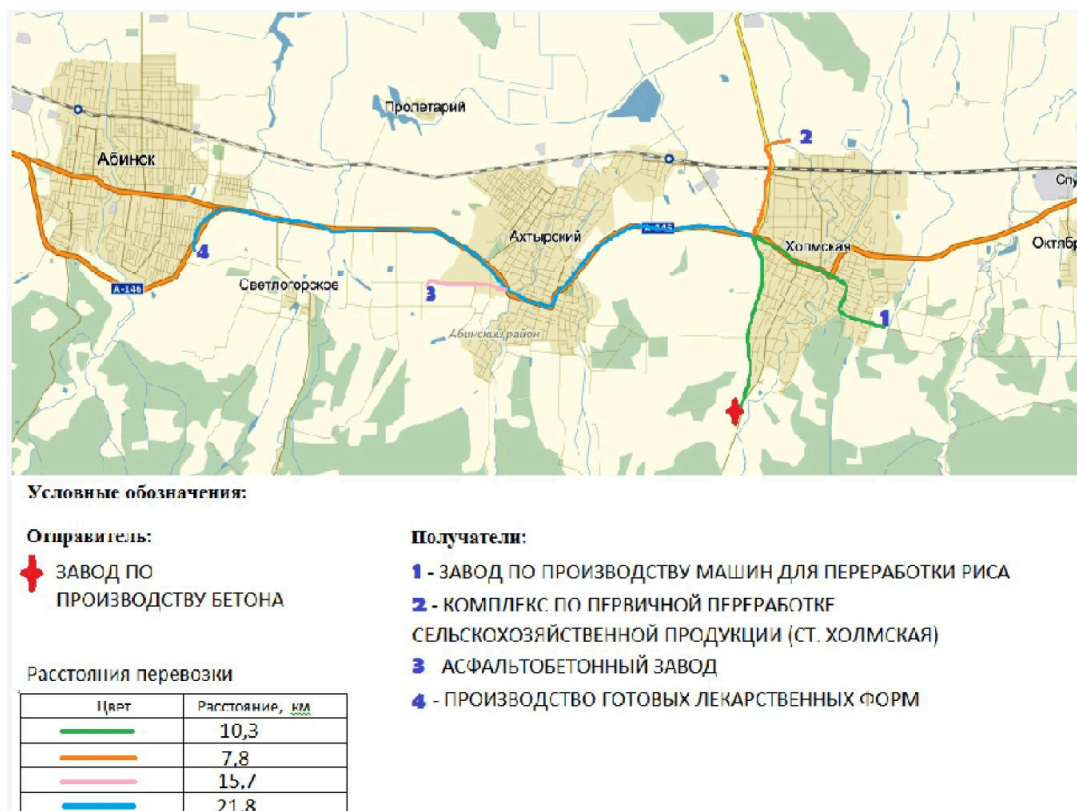


Рисунок 1 – Транспортные связи производственного предприятия в Холмском сельском поселении

На рисунке 1 представлен пример маршрутов перевозок при организации транспортного обслуживания завода по производству бетона, строительство которого реализуется в настоящее время в рамках инвестиционных проектов, направленных на развитие экономики Холмского сельского поселения.

В Холмском сельском поселении планируется также реализация ряда крупных инвестиционных проектов, которые также требуют транспортного обеспечения хозяйственной деятельности. Перед всеми новыми производственными предприятиями также неизбежно встанет проблема выбора системы транспортного обслуживания, поэтому задачу последующих исследований авторы позиционируют, как поиск возможных путей реализации их комплексного транспортного обслуживания в рамках конкретного региона.

### Литература:

1. Коновалова Т.В. Выбор способов повышения эффективности системы транспортного обслуживания промышленных предприятий / Т.В. Коновалова, С.Л. Надирян, А.О. Недашковская // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2015. – № 4. – С. 81–84.
2. Коновалова Т.В. Методика выбора системы транспортного обслуживания производственных предприятий / Т.В. Коновалова, С.Л. Надирян, А.О. Недашковская // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. – 2015. – № 11-2. – С. 38–40.
3. Коновалова Т.В. Особенности системы транспортного обслуживания производственных предприятий в регионе / Т.В. Коновалова, С.Л. Надирян, А.О. Недашковская // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2015. – № 3. – С. 120–122.
4. Коновалова Т.В. Особенности финансово-экономического анализа деятельности автотранспортных предприятий / Т.В. Коновалова, С.Л. Надирян, С.В. Ненастин // Вестник Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. – 2015. – № 3. – С. 137–141.

### References:

1. Konovalova T.V. Choice of ways of increase of system effectiveness of transport service of the industrial enterprises / T.V. Konovalova, S.L. Nadiryan, A.O. Nedashkovskaya // Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin). – 2015. – № 4. – P. 81–84.
2. Konovalova T.V. Technique of the choice of system of transport service of manufacturing enterprises / T.V. Konovalova, S.L. Nadiryan, A.O. Nedashkovskaya // Humanitarian, social and economic and social sciences. – 2015. – № 11-2. – P. 38–40.
3. Konovalova T.V. Features of system of transport service of manufacturing enterprises in region / T.V. Konovalova, S.L. Nadiryan, A.O. Nedashkovskaya // Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin). – 2015. – № 3. – P. 120–122.
4. Konovalova T.V. Features of the financial and economic analysis of activity of the motor transportation enterprises / T.V. Konovalova, S.L. Nadiryan, S.V. Nenastin // Bulletin of the Siberian state automobile and road academy. – 2015. – № 3. – P. 137–141.

УДК 656.073

## ИННОВАЦИОННЫЙ ВАРИАНТ РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ

### THE INNOVATIVE SCENARIO OF DEVELOPMENT OF THE TRANSPORT SYSTEM

**Кузьмина Марина Анатольевна**

Кубанский государственный  
технологический университет

**Котенкова Ирина Николаевна**

Кубанский государственный  
технологический университет

**Надирян София Леоновна**

Кубанский государственный  
технологический университет  
sofi008008@yandex.ru

**Барова Софья Андреевна**

Кубанский государственный  
технологический университет

**Зайкова Лидия Григорьевна**

Кубанский государственный  
технологический университет

**Аннотация.** В данной статье мы рассмотрим инновационный вариант развития транспортной системы. Инновационный вариант развития транспортной системы характеризуется увеличением расходов на развитие транспортной инфраструктуры. Такой вариант предполагает сложнейшую модель управления совершенствования транспорта для государства и бизнеса. Связан он с вложением средств в высокотехнологичные проекты. Основные препятствия обусловлены не проблемами малого дохода, а нехваткой конкурентоспособных профессиональных кадров.

**Ключевые слова:** инновации, транспортные затраты, транзитные риски, транспортное обслуживание, конкурентоспособность.

**Kuzmina Marina Anatolievna**

Kuban State University of Technology

**Kotenkova Irina Nikolaevna**

Kuban State University of Technology

**Nadiryan Sofiya Levonovna**

Kuban State University of Technology  
sofi008008@yandex.ru

**Barova Sof'ya Andreevna**

Kuban State University of Technology

**Zaikova Lydiya Grigor'evna**

Kuban State University of Technology

**Annotation.** In this article we will look at the innovative scenario of development of the transport system. The innovative scenario of development of the transport system is characterized by an increase of expenses for transport infrastructure development. This option involves the most complicated model of management of transport improvement for the state and business. He is associated with investing in high-tech projects. The main obstacles are caused not by the problems of small revenue, but a lack of competitive professional personnel.

**Keywords:** innovation, transport costs, transit risks, transport services, competitiveness.

Инновационный вариант предполагает ускоренное и сбалансированное развитие транспортного комплекса нашей страны, которое вместе с достижением целей, предполагаемых при реализации базового варианта, позволит увеличить качество жизни населения, обеспечить транспортные условия для совершенствования инновационной составляющей экономики.

Для инновационного варианта остаются особенности, некоторые предназначены для базового варианта. Например: продолжение диверсификации направлений экспортных поставок российских углеводородов; реализация крупномасштабных транспортных проектов, которые обеспечивают разработку месторождений полезных ископаемых в новых районах добычи. При этом предусматривается реализация 2 этапа строительства трубопроводной системы «Тихий океан – Восточная Сибирь» и окончание строительства



нефтепровода «Балтийская транспортная система (БТС) – 2», что позволит оптимизировать экспортные поставки нефти в счет разгрузки менее эффективных направлений и уменьшить транзитные риски; развитие транспортной инфраструктуры, обеспечивающая реализацию транзитного потенциала страны, в том числе совместных проектов в рамках Единого экономического пространства Российской Федерации, Республики Белоруссия и. Увеличение объемов перевозок и ассортимента продукции переработки топлива и сырья, а также продуктов машиностроения из-за повышения инновационной активности в энергетике, в топливных и сырьевых отраслях и с ними машиностроительных производствах, повышение внутренних перевозок угля в связи с развитием энергогенерирующих мощностей и металлургического производства.

Особенностями развития транспортной системы по инновационному варианту будут: аналогичный базовому варианту объем экспорта сжиженного природного газа; удвоение экспортных перевозок товаров высокой степени обработки, увеличение объемов перевозок пассажиров транспортом общего пользования, повышение роли транспортно-логистической инфраструктуры. Большие темпы роста ожидаются на авиатранспорте, а основной прирост будет обеспечиваться автотранспортом; возникновение необходимости строительства и реконструкции автодорожной сети, связывающие новые спальные районы в больших городах и пригородные зоны мегаполисов, увеличение потребностей населения и экономики в услугах скоростных перевозок груза, скоростными и высокоскоростными перевозками пассажиров в значительном кол-ве больших и малых городов из-за увеличения уровня доходов и качества жизни населения.

При реализации этого варианта меры по усовершенствованию транспортной системы страны будут сосредоточены наряду со столичными мегаполисами также в городах, в которых концентрируется большой человеческий и инновационный капитал. На востоке РФ такой расклад даст толчок к совершенствованию г. Новосибирска, г. Томска, г. Иркутска и г. Красноярска, имеющих значительный объем сохраненного инновационного потенциала.

Региональные пути развития транспортной системы РФ будут связаны с основанием сети конкурентоспособных инновационных кластеров, новых районных центров экономического совершенствования на Дальнем Востоке и юге России, в Поволжья отставания депрессивных регионов, развитием туристско-рекреационных зон на Алтае, на Черноморском побережье, Камчатке, в районах Севера, и на Байкале.

Совершенствование морского и ж/д транспорта наряду с задачами обеспечения перевозок крупногабаритных грузов, будет ориентироваться на улучшение качества транспортного обслуживания грузовладельцев и повышения взаимодействия, в рамках обеспечения эффективных логистических цепей товародвижения. Очень важную роль будет играть развитие Северного морского пути.

Мероприятия по повышению конкурентоспособности морского транспорта помогут повысить долю флота, находящегося под контролем РФ, в мировом морском флоте и удвоить экспорт транспортных услуг.

Высокими темпами будут расти перевозки автотранспортом, который обеспечивает гибкую реакцию на нужды экономики, а именно секторов высокотехнологичных и средне-технологичных производств.

Меры, направленные на развитие перевозок воздушным транспортом и использование важных преимуществ ВВП, позволят увеличить их роль в транспортном балансе РФ [1, 2].

Огромный скачок получит развитие пассажирского транспорта общего пользования. Это относится к развитию скоростных и высокоскоростных ж/д перевозок, авиaperезовок, пригородного и городского транспорта, главное – региональных, и скоростных.

Инновационный вариант развития транспортной системы характеризуется увеличением расходов на развитие транспортной инфраструктуры. Такой вариант предполагает сложнейшую модель управления совершенствования транспорта для государства и бизнеса. Связан он с вложением средств в высокотехнологичные проекты. Основные препятствия обусловлены не проблемами малого дохода, а нехваткой конкурентоспособных профессиональных кадров. Инновационный вариант развития

транспортной системы обуславливается значительным усилением требований к экологии и энергоэффективности развития транспорта. И предполагает изменение структуры топливно-энергетических ресурсов.

Реализация инновационного варианта развития транспортной системы поможет решить главные задачи, которые стоят перед страной: показатели мобильности населения станут на уровне с уровнем развитых стран, а это будет одним из важнейших факторов увеличения качества человеческого капитала в стране, вырастет конкурентоспособность отечественных товаров и услуг на мировых рынках из-за сбалансированного развития транспортной системы РФ. Транспортная мобильность населения будет стремительно расти по сравнению с ростом ВВП и составит в 2030 году 16,5 тыс. пасс.-км на 1 человека (233 % к уровню 2010 года), уменьшится дифференциация в обеспечении доступа транспортных услуг для разных районов и социальных групп общества.

Благодаря стремительному росту высокотехнологичных и множества других секторов экономики при росте объемов перевозок пассажиров и грузов, доля транспорта в структуре добавленной стоимости упадет с 7,8 % в 2009 году до 5,1–5,6 % транспортных издержек. Увеличение экономической эффективности пассажирских перевозок и грузовых позволит оптимизировать транспортные расходы экономики и повысить доступность транспортных услуг для жителей регионов.

Воплощение инновационного варианта позволит преодолеть инфраструктурные ограничения экономического роста в период воплощения государственной программы РФ «Развитие транспортной системы» до 2029 года, удовлетворить спрос на транспортные услуги и обеспечить умеренное развитие транспортной системы РФ.

Развитие транспортной системы в инновационном варианте будет сильным стимулом инновационного развития нашей страны. Сопоставление вариантов приводит к выводу, что инновационный – выступает основным, для долгосрочной государственной транспортной политики, потому что в полной мере помогает приводить в действие стратегические интересы РФ [2].

С учетом этих факторов и современным состоянием отечественной транспортной системы, мы сделаем выводы, что транспорт является точкой роста национальной экономики нашей страны.

При переходе к инновационному варианту развития транспортной системы необходимо обеспечить: развитие конкурентного рынка транспортных услуг; доступность транспортных услуг для населения; повышение удельного веса внутрироссийских перевозок и перевозок готовой продукции в общем транспортном балансе страны; активизацию деятельности отечественных организаций транспорта на мировом рынке транспортных услуг, транс-национализацию их деятельности, в крупнейшего экспортера транспортных услуг; повышение производительности труда и энергоэффективности на транспорте; интеграцию транспортной системы РФ в ЕТП, совершенствование векторных транспортных связей с мировыми экономическими центрами; транспортное обеспечение новых центров социально-экономического развития РФ; увеличение номенклатуры и повышение качества транспортных услуг применения современных транспортных, логистических и информационно-телекоммуникационных технологий, развитие совершенствование форм организации транспортного процесса и взаимодействия между видами транспорта; высокую подвижность населения; повышение уровня проф. подготовки и квалификации работников транспорта, совершенствование их материального и соц. обеспечения, создание безопасных условий труда; улучшение инновационной активности транспортных компаний, обновление транспортных и технических средств с учетом развития российского транспортного машиностроения, увеличение роли научно-технического обеспечения в развитии транспортной отрасли; разработку и применение эффективных механизмов государственного регулирования функционирования и развития транспорта; обеспечение безопасности функционирования транспортной системы. В том числе в экологии, уменьшения кол-ва ДТП, улучшение инвестиционного климата в транспортной отрасли, травматизма и смертности в ДТП.

На этом этапе Транспортная стратегия призвана сформировать активную позицию государства в деле развития транспортной системы РФ. Это относится к снижению совокупных расходов населения, которые зависят от транспорта, росту качества транспортных услуг, повышению конкурентоспособности российской транспортной системы, увеличению инновационного, экологического и социального направления совершенствования транспортной отрасли РФ.

#### **Литература:**

1. Коновалова Т.В. Анализ изменения валового регионального продукта субъектов Российской Федерации / Т.В. Коновалова, М.О. Левицкий, С.Л. Надирян // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2013. – № 1–2. – С. 113–115.

2. Коновалова Т.В. Особенности системы транспортного обслуживания производственных предприятий в регионе / Т.В. Коновалова, С.Л. Надирян, А.О. Недашковская // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2015. – № 3. – С. 120–122.

#### **References:**

1. Konovalova T.V. Analysis of change of a gross regional product of subjects of the Russian Federation / T.V. Konovalova, M.O. Levitsky, S.L. Nadiryan // Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin). – 2013. – № 1–2. – P. 113–115.

2. Konovalova T.V. Features of system of transport service of manufacturing enterprises in region / T.V. Konovalova, S.L. Nadiryan, A.O. Nedashkovskaya // Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin). – 2015. – № 3. – P. 120–122.

УДК 656.073

## ПРИМЕНЕНИЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В СФЕРЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ

### THE USE OF SIMULATION IN MODELLING AND SIMULATION OF TRAFFIC FLOWS

**Изюмский Александр Александрович**

Кубанский государственный  
технологический университет

**Надирян София Леоновна**

Кубанский государственный  
технологический университет  
sofi008008@yandex.ru

**Сенин Иван Сергеевич**

Кубанский государственный  
технологический университет

**Izyumskii Alexandr Alexandrovich**  
Kuban State University of Technology

**Nadiryana Sofiya Levonovna**  
Kuban State University of Technology  
sofi008008@yandex.ru

**Senin Ivan Sergeevich**  
Kuban State University of Technology

**Аннотация.** В данной статье мы рассмотрим особенности применения имитационного моделирования в сфере моделирования транспортных потоков. На сегодняшний день имитационное моделирование является мощным инструментом исследования поведения реальных систем. Методы имитационного моделирования позволяют собрать необходимую информацию о поведении системы путем создания ее компьютеризированной модели.

**Ключевые слова:** транспортные потоки, моделирование, анализ, методы, имитационное моделирование.

**Annotation.** In this article we will consider features of application of simulation in the field of modeling of traffic flows. Today, simulation is a powerful tool to study the behavior of real systems. The simulation methods allow to collect the necessary information about the behavior of the system by creating computerized models.

**Keywords:** traffic flows, modeling, analysis, methods, simulation.

На сегодняшний день имитационное моделирование является мощным инструментом исследования поведения реальных систем. Методы имитационного моделирования позволяют собрать необходимую информацию о поведении системы путем создания ее компьютеризированной модели.

Компьютерное имитационное моделирование используют при решении задач двух основных типов.

1. Теоретические задачи в таких областях науки, как математика, физика, химия.

2. Практические задачи организационного управления, возникающие в различных сферах человеческой деятельности. Примерами подобных задач являются:

1) задачи разработки и анализа производственно-технологических процессов;

2) задачи, связанные с изучением возможных режимов функционирования систем, включая процессы планирования и прогнозирования;

3) задачи анализа последствий реализации той или иной стратегической цели.

Использование современных имитационных моделей базируется, в основном, на идее метода Монте-Карло. Отличие состоит в том, что имитационная модель обычно связана с изучением реально существующей системы, поведение которой является функцией времени [1, 2]. Существует два типа имитационных моделей.

1. Непрерывные модели используются для систем, поведение которых изменяется непрерывно во времени. Непрерывные имитационные модели обычно представляются в виде разностно-дифференциальных уравнений, которые описывают взаимодействие между различными элементами системы. Типичным примером непрерывной имитационной модели является изучение динамики народонаселения мира.

2. Дискретные модели имеют дело с системами, поведение которых изменяется лишь в заданные моменты времени. Типичным примером такой модели является очередь. При этом задача моделирования состоит в оценивании операционных характеристик обслуживающей системы, таких, например, как среднее время ожидания или средняя длина очереди. Такие характеристики системы массового обслуживания изменяют свои значения либо в момент появления клиента, либо при завершении обслуживания. В других случаях в системе ничего существенного (с точки зрения имитационного моделирования) не происходит. Те моменты времени, в которые в системе происходят изменения, определяют события модели (например, приход или уход клиента). То, что эти события происходят в дискретные моменты, указывает, что процесс протекает в дискретном времени, откуда и появилось название дискретное моделирование.

Практической реализацией возможностей заложенных в имитационном моделировании занимаются множество научных коллективов, представляя на рынок комплекты имитационных пакетов под заявленные задачи.

Рынок имитационных пакетов представляет широкий спектр инструментов, предназначенных для моделирования трафика на микроуровне, предназначенных для моделирования транспортных узлов и сообщений. Перечень этих пакетов постоянно расширяется. Большинство их отличает высокий уровень сложности, дружественный пользовательский интерфейс и широкие возможности, которые они предоставляют в области моделирования, оптимизации, проектирования и анализа транспортной сети.

Результаты имитационного моделирования, как правило, представляют собой оценки значений характеристик имитируемой системы [2, 3]. Так, например, при имитационном моделировании системы массового обслуживания практический интерес могут представлять такие ее характеристики, как средняя продолжительность обслуживания заявки, средняя длина очереди и т.д. Поэтому основой метода имитационного моделирования является моделирование случайных величин с заданными законами распределения.

В Краснодаре, начиная с 2015 года, отдано предпочтение использованию имитационного пакета VISSIM.

VISSIM (PTV AG, Germany) – многоцелевой пакет для моделирования трафика на микроуровне. Широко используется в Европе, США и других странах. Пакет предназначен для анализа, реинжиниринга и оптимизации городских и междугородних транспортных сообщений. Позволяет моделировать городские перекрестки любой сложности и типа регулирования, анализировать пропускную способность транспортных систем и тестировать схемы транзитных приоритетов. Дает возможность управлять системами контроля альтернативных маршрутов и контроля трафика, анализировать емкость стоянок и моделировать трафик различных транспортных средств с пересечениями, пересадками на разных уровнях (автобусный маршрут, железная дорога, метро, эскалатор и т.д.).

Ограничений на размер транспортной сети и количество транспортных средств пакет практически не имеет. Основным ограничением является мощность вычислительной машины. Позволяет с любой точностью детализировать схему транспортной сети, со всеми маршрутами, переходами, стоянками, остановками общественного транспорта. В потоке участвуют все виды транспортных средств, а также пешеходы (пассажиры). Реализованы стандартные типы транспортных средств (автомобили, грузовики, автобусы, трамваи, поезда, мотоциклы, велосипеды и пешеходы). Все эти виды транспортных средств можно параметризовать (габариты, мощность двигателя, распределение ускорения и торможения, вес и т.д.). При желании пользователь может задать свой тип транспортного средства. Задаются параметры интенсивности потока транспортных средств, его пропорционального состава, графики работы светофоров, вероятности выбора маршрута передвижения. Поддерживается возможность подключения матрицы назначений для описания распределения трафика.

Реализована возможность подключать матрицы корреспонденций пакетов VISUM и emme/2. Также реализован интерфейс с такими пакетами, как TEAPACK, SYN-CHRO.

В пакете реализована модель Видерманна, которая описывает поведение водителя за рулем. В ней учитываются психофизические возможности человека: снижение внимания и времени реакции; время, необходимое для принятия решения в условиях окружающей среды.

VISSIM предоставляет возможности сбора статистики на любом участке транспортной сети и формирования отчетов, создания презентаций и видеороликов.

На базе этого пакета в Краснодаре создается имитационная модель работы пассажирского транспорта города, а также ведутся работы по созданию модели трафика транспортного потока, которая должна предсказывать появления заторовых ситуаций и подсказывать специалистам пути их устранения.

### **Литература:**

1. Изюмский А.А. Вычислительная техника и сети в отрасли: учебное пособие / А.А. Изюмский, С.Л. Надирян, И.С. Сенин; Кубанский государственный технологический университет. – Краснодар : Издательство ФГБОУ ВПО «КубГТУ», 2014. – 275 с.
2. Изюмский А.А. Системы автоматизации на автомобильном транспорте: учебное пособие / А.А. Изюмский, С.Л. Надирян; Кубанский государственный технологический университет. – Краснодар : Издательство ФГБОУ ВПО «КубГТУ», 2015. – 263 с.
3. Изюмский А.А. Внедрение автоматизированной системы транспортной логистики на автотранспортных предприятиях / А.А. Изюмский, С.Л. Надирян // Гуманитарные и социально-экономические и общественные науки. – 2014. – № 10.

### **References:**

1. Izyumsky A.A. Computer facilities and networks in branch: manual / A.A. Izyumsky, S.L. Nadiryan, I.S. Senin; Kuban state technological university. – Krasnodar : FGBOU VPO «KUBGTU», 2014. – 275 p.
2. Izyumsky A.A. Systems of automation on the motor transport: manual / A.A. Izyumsky, S.L. Nadiryan; Kuban state technological university. – Krasnodar : FGBOU VPO «KUBGTU», 2015. – 263 p.
3. Izyumsky A.A. Introduction of the automated system of transport logistics at the motor transportation enterprises / A.A. Izyumsky, S.L. Nadiryan // Humanitarian and social and economic and social sciences. – 2014. – № 10.

УДК 621.313.333.+621.31.03+621.314

## МНОГОВХОДОВЫЕ И МНОГОМЕРНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ: ОБЩИЙ ПОДХОД К ИССЛЕДОВАНИЮ

### MULTI-INPUT AND MULTI-DIMENSIONAL ELECTRIC MACHINES: GENERAL APPROACH TO RESEARCH

#### Кашин Яков Михайлович

кандидат технических наук, доцент,  
заведующий кафедрой электротехники  
и электрических машин,  
Кубанский государственный  
технологический университет

#### Кашин Александр Яковлевич

соискатель, слушатель,  
Краснодарское высшее военное  
авиационное училище летчиков

#### Князев Алексей Сергеевич

соискатель, инженер авиационной базы, г. Липецк

#### Акимов Данил Александрович

курсант,  
Краснодарское высшее военное  
авиационное училище летчиков

**Аннотация.** Даны определения многомерных и многовходовых электрических машин, показано устройство и особенности конструкции и принципа действия известных двухвходовых и двухмерных электрических машин.

**Ключевые слова:** многомерная электрическая машина, многовходовая электрическая машина, аксиальная двухмерная электрическая машина-генератор, ротор, степень свободы.

#### Kashin Yakov Mikhaylovich

Candidate of Technical Sciences,  
associate professor,  
head of the department of electrical  
equipment and electrical machines,  
Kuban State University of Technology

#### Kashin Alexander Yakovlevich

applicant, listener,  
Krasnodar highest military aviation college  
of pilots

#### Knyazev Alexey Sergeyeovich

applicant, engineer of aviation base,  
Lipetsk

#### Akimov Danil Aleksandrovich

Cadet,  
Krasnodar highest military aviation college  
of pilots

**Annotation.** The article deals with multi-input and multi-dimensional electric machines, it was examined the design and the features of the device, the work principle of famous multi-input and multi-dimensional electric machines.

**Keywords:** multi-dimensional electric machines, multi-input machines, two-way axial electric machine generator, rotor, the degree of discretion.

Многовходовыми называют электрические машины (ЭМ), которые имеют несколько входов энергии, к которым можно подключать источники соответствующих видов энергии. Под определение «многовходовых» можно отнести все электрические машины, существующие на сегодняшний день, а так же те, которые будут изобретены в будущем. При этом традиционные одновходовые (например, асинхронный двигатель) могут рассматриваться как частный случай многовходовых электрических машин (МВЭМ), имеющих только один вход энергии (в данном примере – электрический). Однако, чтобы в дальнейшем не затрагивать исследования достаточно хорошо изученных традиционных одновходовых ЭМ, под многовходовыми в настоящей работе будем понимать только ЭМ, имеющие больше одного входа энергии.

Несмотря на то, что термин «многовходовых» ЭМ был введен не так давно, нельзя сказать, что электрические машины, имеющие больше одного входа, не имеют широкого распространения.

В качестве одного из примеров можно привести генератор переменного тока, который П.Н. Яблочков совместно с заводом Грамма разработал ещё в 1878 году (рис. 1) [1].

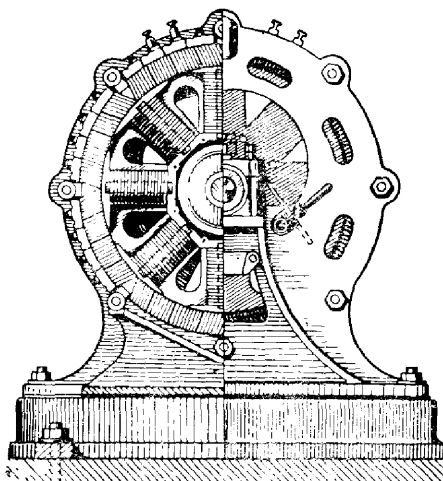


Рисунок 1 – Генератор переменного тока Яблочкова-Грамма

Такой генератор можно рассматривать в качестве МВЭМ с двумя входами, один вход которой – механический (вал ротора) подключается к источнику механической энергии, а второй вход – электрический (обмотка возбуждения), подключается к источнику электрической энергии постоянного тока. По сути, это один из первых синхронных генераторов с возбуждением от источника постоянного тока. В результате электромеханического преобразования механической энергии, поступающей на один вход (вал ротора), электрической энергии, поступающей на второй вход (обмотку возбуждения), с выхода (обмотка якоря, расположенная на статоре) снимается электрическая энергия переменного тока. При возбуждении синхронного генератора от постоянных магнитов он будет являться одноходовой ЭМ.

В качестве второго примера МВЭМ с двумя входами можно рассматривать коллекторный двигатель постоянного тока с обмоткой индуктора, известный всем ещё со школьных учебников физики (рис. 2). Один вход электрической энергии – обмотка индуктора, располагаемая на статоре, второй вход электрической энергии – щеточно-коллекторный узел, через который электрическая энергия постоянного тока передается на ротор. То есть, такая ЭМ имеет два различных входа электрической энергии. В результате электромеханического преобразования энергии, поступающей на два входа электрической энергии, на выходе получается механическая энергия вращения ротора. Если в коллекторном двигателе постоянного тока вместо обмотки индуктора использовать постоянные магниты, то он будет являться одноходовой ЭМ.

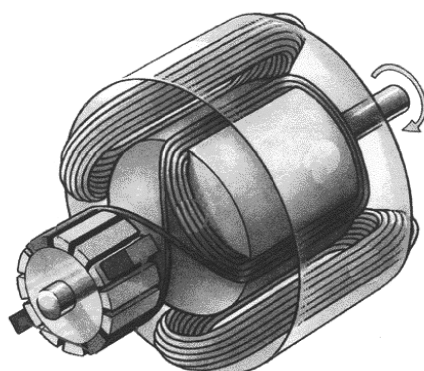


Рисунок 2 – Коллекторный двигатель постоянного тока с обмоткой индуктора

Это далеко не все широко известные примеры МВЭМ, имеющих больше одного входа. Причём многие из них достаточно глубоко исследованы, поэтому можно уверенно заявить, что МВЭМ появились не вчера, что у них есть достаточно долгая история развития. Кроме того, на протяжении многих десятилетий проводились практиче-



ские испытания и исследования, в результате которых были сформированы основы теории МВЭМ.

Необходимо так же чётко разделять понятия входа и источника энергии. Несколько входов могут подключаться к одному источнику соответствующего вида энергии. Например, в коллекторном двигателе постоянного тока, изображённого на рис. 2, оба входа электрической энергии могут подключаться к одной аккумуляторной батарее (АБ). В то же время, к каждому входу может подключаться несколько источников соответствующего вида энергии, например, к одному входу электрической энергии может одновременно подключаться несколько параллельно соединённых АБ, или АБ, соединённая параллельно с генератором постоянного тока, и т.д.

В качестве современных примеров многовходовых ЭМ можно привести аксиальную двухвходовую бесконтактную электрическую машину-генератор [2] (АДБЭМГ). АДБЭМГ содержит (рис. 3, 4): корпус 1, постоянный многополюсный магнит 2 индуктора подвозбудителя, боковой аксиальный магнитопровод 3 с многофазной обмоткой 4 якоря подвозбудителя, однофазной обмоткой 5 возбуждения возбудителя и дополнительной обмоткой 6 возбуждения возбудителя, которая подключается к источнику постоянного тока через контакты 19 (рис. 4), внутренний аксиальный магнитопровод 7 с многофазной обмоткой 8 якоря возбудителя и однофазной обмоткой возбуждения 9 основного генератора, боковой аксиальный магнитопровод 10 с многофазной (на рис. 4 – девятифазной) обмоткой 11 якоря основного генератора, вал 12, закрепленный в подшипниковых узлах 13 и 14 и жестко связанный с постоянным многополюсным магнитом 2 индуктора подвозбудителя посредством диска 15 и с внутренним аксиальным магнитопроводом 7 посредством диска 16.

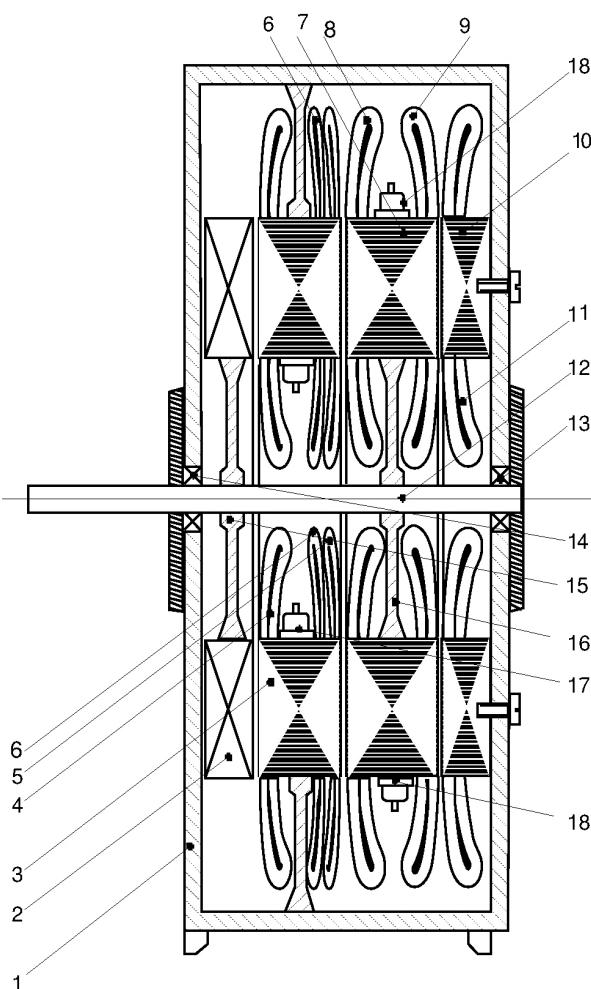


Рисунок 3 – Конструкция аксиальной двухвходовой бесконтактной электрической машины-генератора

Однофазная обмотка возбуждения 5 возбудителя подключается к многофазной обмотке 4 якоря подвозбудителя через многофазный двухполупериодный (на рис. 4 – девятифазный) выпрямитель 17. Однофазная обмотка возбуждения 9 основного генератора подключается к многофазной обмотке 8 якоря возбудителя через многофазный (на рис. 4 – девятифазный) двухполупериодный выпрямитель 18.

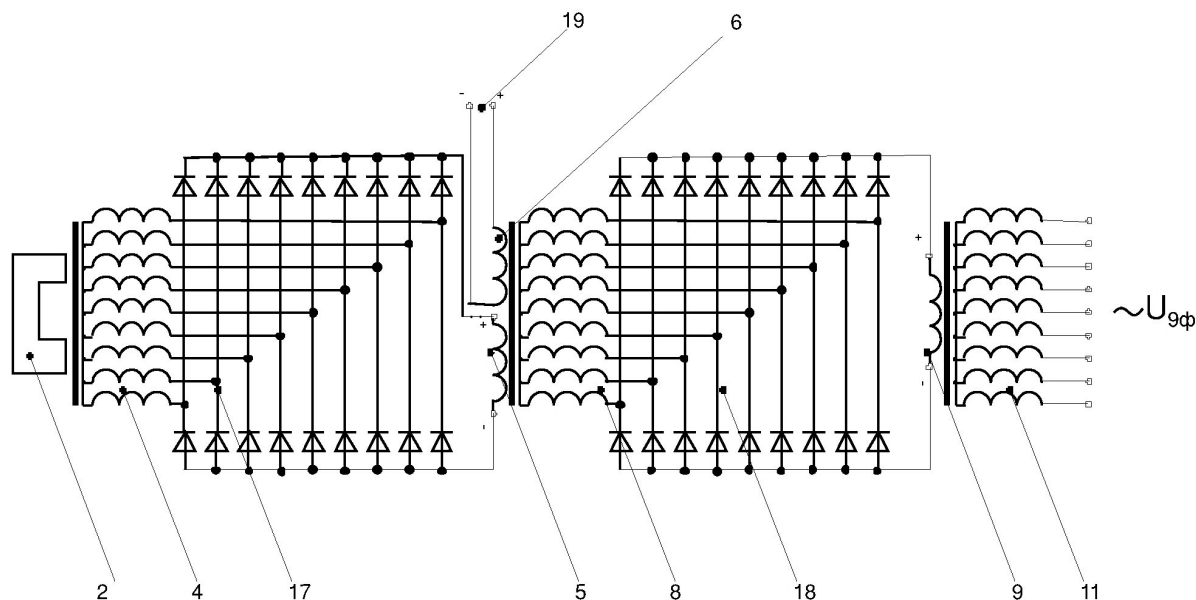


Рисунок 4 – Электрическая схема аксиальной двухвходовой бесконтактной электрической машины-генератора

Многофазная обмотка 11 якоря основного генератора может быть подключена к многофазному двухполупериодному выпрямителю.

Одним входом (механическим) в АДБЭМГ является вал 12, который подсоединяется к источнику механической энергии вращения (например, к выходному валу двигателя внутреннего сгорания), другим входом (электрическим) – дополнительная обмотка 6 возбуждения возбудителя, которая подключается к источнику постоянного тока через контакты 19.

Все ЭМ, несмотря на индивидуальную специфику, как в области применения, так и в конструкции, при рассмотрении в рамках общей теории МВЭМ имеют общие признаки и принципы электромеханического преобразования энергии, и поэтому могут быть классифицированы.

Многовходовые электрические машины (МВЭМ), по своей сути являются электромеханическими преобразователями энергии, которые усиливают энергию, получаемую от одного источника за счёт энергии, получаемой от других источников. Среди всех входов энергии, которые есть в МВЭМ, можно выделить две группы – основные и дополняющие.

К основным следует отнести такие входы энергии, к которым подключаются источники, создающие или являющиеся причиной возникновения электромеханического преобразования энергии в МВЭМ. Основным входом энергии есть в каждой МВЭМ, в общем случае их может быть несколько (в АДБЭМГ основным входом – механический).

К дополнительным относят такие входы энергии, к которым подключаются источники, за счёт которых происходит усиление энергии, получаемой непосредственно или в результате электромеханического преобразования энергии от основных входов. Их может быть несколько, но может и не быть вовсе.

Если МВЭМ имеет как основные, так и дополнительные входы, то использование энергии только от дополнительных входов окажется безрезультатным, в то время как использование энергии только от основных входов приведёт лишь к уменьшению уровня выходной энергии по сравнению с одновременным использованием энергии от

всех входов. Разделять входы на основные и дополнительные для каждой МВЭМ необходимо индивидуально с учётом особенностей конструкции.

Помимо вышесказанного, необходимо учитывать факт обратимости ЭМ, то есть если в двигательном режиме на вход электрической энергии поступает постоянный ток, то не исключено, что в генераторном режиме этот вход может использоваться как выход электрической энергии постоянного тока. Поэтому говоря про ЭМ с несколькими входами нужно понимать, что в общем случае их так же можно рассматривать как ЭМ с несколькими выходами. Такой подход имеет право на существование и может быть использован при решении специальных задач, например, для одновременного обеспечения мощности на валу ротора и для обеспечения электроэнергией различных потребителей. При этом ЭМ, имеющие несколько выходов будут иметь такую же аббревиатуру МВЭМ, что и многовыходовые, поэтому для обобщения теории не будем разделять эти понятия.

При проектировании МВЭМ необходимо учитывать особенности области и условий их применения, и в зависимости от них определять количество необходимых входов для каждого из видов энергии, которые предполагается использовать для работы МВЭМ.

Многомерными называют ЭМ, имеющие несколько степеней свободы. Количество степеней свободы определяется суммой степеней свободы всех частей ЭМ, имеющих возможность перемещения (вращения) относительно осей инерциальной системы координат (ИСК). При определении количества степеней свободы каждой части ЭМ оси ИСК располагают таким образом, чтобы число степеней свободы было наименьшим.

В общем случае, если ЭМ содержит  $m$  степеней свободы, то она называется  $m$ -мерной. Под определение «многомерных» можно отнести все электрические машины, существующие на сегодняшний день, а так же те, которые будут изобретены в будущем. При этом традиционные одномерные (например, тот же асинхронный двигатель) могут рассматриваться как частный случай многомерных электрических машин (ММЭМ), имеющих только одну степень свободы. Однако, чтобы в дальнейшем не затрагивать исследования достаточно хорошо изученных традиционных одномерных ЭМ, под многомерными ЭМ будем понимать только ЭМ, имеющие больше одной степени свободы.

Наличие нескольких степеней свободы придаёт ЭМ дополнительные возможности, которые могут быть использованы при решении определённого круга задач. Например, при вращении двух роторов в противоположные стороны, их относительные угловые скорости складываются, в результате чего можно получить лучший результат электромеханического преобразования энергии, чем при сложении энергий, получаемых при вращении каждого из роторов относительно неподвижного статора.

ММЭМ имеют, как правило, более сложную конструкцию по сравнению с традиционными одномерными. Именно поэтому, а так же в силу специфики своего назначения ММЭМ значительно меньше распространены, чем одномерные ЭМ. Однако, на сегодняшний день уже разработано больше десятка ЭМ различных конструкций, попадающих под определение ММЭМ. Кроме того, в космической электротехнике даже традиционная одномерная ЭМ рассматривается как шестимерная, так как в условиях невесомости и ротор и статор перемещаются (вращаются) относительно инерциальной системы координат и при этом свободно перемещаются (вращаются) в трёхмерном пространстве. Поэтому многомерность ЭМ зависит не только от конструкции ЭМ, но и от условий её применения.

В качестве одного из примеров ММЭМ с двумя степенями свободы можно привести двухмерную аксиальную электрическую машину-генератор [3] (рис. 5), которая имеет независимо вращающиеся якорь 1 и ротор 10.

В качестве второго примера ММЭМ с двумя степенями свободы можно привести двухмерную электрическую машину-генератор радиального типа [4] (рис. 6), которая имеет независимо вращающиеся якорь 1 и ротор 8.

У ММЭМ один из независимо вращающихся роторов может рассматриваться как статор, в отличие от традиционных одномерных, где под статором понимают неподвижную часть ЭМ. В общем случае ММЭМ может не иметь на неподвижном статоре обмоток или элементов, участвующих в электромеханическом преобразовании энергии.

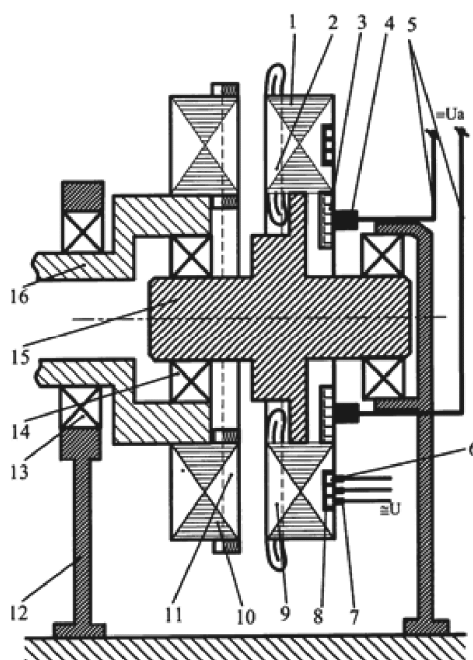


Рисунок 5 – Двухмерная аксиальная электрическая машина-генератор

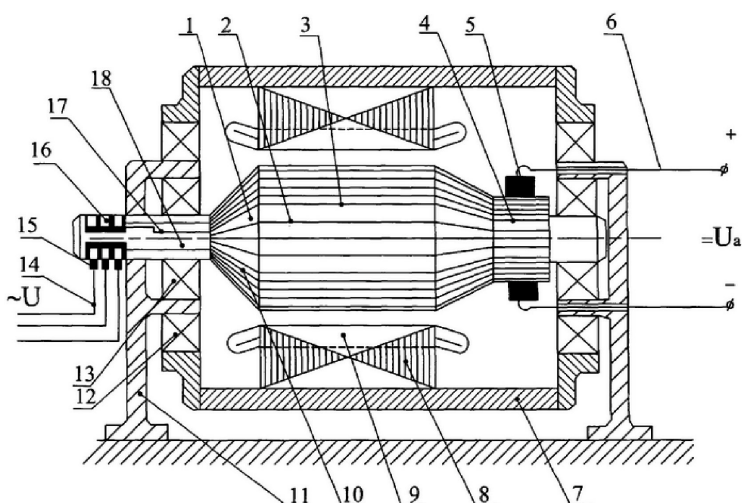


Рисунок 6 – Двухмерная электрическая машина-генератор радиального типа

ММЭМ, в силу присущих им особенностей, имеют необходимость подвода (или съёма) энергии на вращающийся ротор. С этой целью может быть выбран контактный способ передачи энергии с использованием щеточно-коллекторного узла (скользящего контакта), катящегося контакта, проводящей ленты или бесконтактный способ передачи энергии переменного тока. Использование контактного способа передачи энергии изначально предполагает невысокую надёжность, а так же прихотливость в обслуживании, а бесконтактный способ предполагает необходимость в использовании дополнительных обмоток и иных устройств, формирующих сигнал переменного тока с необходимыми параметрами.

При проектировании ММЭМ необходимо учитывать особенности области и условий их применения, и в зависимости от них определять количество необходимых степеней свободы, от которых будут зависеть характеристики ММЭМ.

Понятия многовходности и многомерности, имеют разные значения. Однако из определения многомерных ЭМ следует, что каждый независимо вращающийся ротор должен иметь вход энергии, к которому подключается источник соответствующего вида энергии, приводящий этот ротор в движение. Отсюда следует, что многомерность

подразумевает под собой многовходовость. А вот наличие нескольких входов вовсе не предполагает многомерности, так как МВЭМ могут иметь всего один ротор, то есть являться одномерными [2].

Двухмерные и двухвходовые ЭМ достаточно подробно рассмотрены авторами в [2, 3, 4, 5]. В двухвходовых ЭМ аксиальной конструкции в результате притяжения аксиальных магнитопроводов неизбежно возникают осевые усилия. Эти усилия ведут к преждевременному выходу из строя подшипниковых узлов. Характер осевых усилий в различных случаях взаимного расположения магнитопроводов ротора и статора в одномерных ЭМ рассмотрен в [6]. В ММЭМ распределение осевых усилий вдоль активной длины магнитопроводов носит более сложный характер.

#### **Выводы:**

Как МВЭМ, так и ММЭМ имеют свои особенности, которые могут быть использованы при решении особого круга задач. Количество входов, так же как и количество степеней свободы, изначально определяют области применения и характеристики проектируемых ЭМ независимо от конечного конструктивного исполнения. Поэтому такие ЭМ не могут разрабатываться для широкого и повсеместного применения. Однако, при создании соответствующих условий для их работы, они, несомненно, могут и должны обладать характеристиками, не свойственными для традиционных одновходовых и одномерных ЭМ как в качественном, так и в количественном отношении. В МВЭМ и ММЭМ аксиальной конструкции целесообразно исследовать осевые усилия, неизбежно возникающие в результате притяжения аксиальных магнитопроводов [6].

#### **Литература:**

1. Белькинд Л.Д. История развития электрических машин / Л.Д. Белькинд, О.Н. Веселовский и др. – М. : Государственное энергетическое издательство, 1960. – С. 322.
2. Аксиальная двухвходовая бесконтактная электрическая машина-генератор // Гайтов Б.Х., Кашин Я.М., Гайтова Т.Б., Кашин А.Я., Пауков Д.В., Голощапов А.В. Патент на изобретение RUS № 2450411. Оpubл. 12.01.2011 г. Бюл. № 13.
3. Пат. РФ № 2349014, Оpubл. 10.03.2009 г. Бюл. № 7. Двухмерная аксиальная электрическая машина-генератор // Гайтов Б.Х., Самородов А.В., Копелевич Л.Е.
4. Пат. РФ № 2332775. Оpubл. 27.08.2008 г. Бюл. № 24. Двухмерная аксиальная электрическая машина-генератор // Гайтов Б.Х., Самородов А.В., Копелевич Л.Е.
5. Гайтова Т.Б. Нетрадиционные электротехнические комплексы (теория, расчет и конструкции) / Т.Б. Гайтова, Я.М. Кашин. – Краснодар : КВАИ, 2004. – 403 с.
6. Гайтова Т.Б. Осевые усилия в аксиальных индукционных регуляторах / Т.Б. Гайтова, Б.Х. Гайтов, Я.М. Кашин // Известия высших учебных заведений. Электромеханика. – 2004. – № 6. – С. 53–57.
7. Гайтов Б.Х. Двухмерная электрическая машина-генератор для автономных систем электроснабжения / Б.Х. Гайтов, А.В. Самородов, Л.Е. Копелевич, Я.М. Кашин // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2013. – № 1–2. – С. 66–69.
8. Кашин Я.М. Обоснование и разработка перспективных конструкций генераторных установок для систем автономного электроснабжения / Я.М. Кашин, А.Я. Кашин, Д.В. Пауков // Известия высших учебных заведений. Электромеханика. – 2012. – № 1. – С. 46–53.
9. Многофазный трансформатор-фазорегулятор // Гайтов Б.Х., Кашин Я.М., Сингаевский Н.А., Жуков Ф.И., Исик С.Н. Патент на изобретение RUS № 2137586. 06.04.1988 г.
10. Зеленская Е.А. Ветро-солнечные генераторы для электроснабжения объектов нефтегазовой отрасли / Е.А. Зеленская, Б.Х. Гайтов, Л.Е. Копелевич и др. // Газовая промышленность. – 2014. – № 6 (707). – С. 114–117.
11. Кашин Я.М. Способы сложения энергии в двухвходовых электрических машинах / Я.М. Кашин, А.С. Князев, А.В. Самородов и др. // Технические и технологические системы: Материалы седьмой международной научной конференции «ТТС-15». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2015. – С. 5–8.
12. Гайтов Б.Х. О целесообразности использования двухмерных электрических машин в системах автономного электроснабжения / Б.Х. Гайтов, Я.М. Кашин, Л.Е. Копелевич и др. // Технические и технологические системы: Материалы седьмой международной научной конференции «ТТС-15». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2015. – С. 8–11.
13. Аксиальный двухвходовый бесконтактный ветро-солнечный генератор. Гайтов Б.Х., Кашин Я.М., Кашин А.Я., Копелевич Л.Е., Самородов А.В. Патент на изобретение RUS № 2561504. 16.06.2014.

**References:**

1. Belkind L.D. History of development of electrical machines / L.D. Belkind, O.N. Veselovsky, etc. – M. : State power publishing house, 1960. – P. 322.
2. Axial dvukhvkhodovy contactless electric machine generator // Gaytov B.H, Kashin Ya.M., Gaytova T.B., Kashin A.Ya., Paukov D.V., Goloshchapov A.V. Patent for the invention of RUS № 2450411. Opubl. 1/12/2011. Bulletin № 13.
3. Stalemate. Russian Federation № 2349014, Opubl. 3/10/2009. Bulletin № 7. Two-dimensional axial electric machine generator // Gaytov B.H., Samorodov A.V., Kopelevich L.E.
4. Stalemate. Russian Federation № 2332775. Opubl. 8/27/2008. Bulletin № 24. Two-dimensional axial electric machine generator // Gaytov B.H., Samorodov A.V., Kopelevich L.E.
5. Gaytova T.B. Nonconventional electrotechnical complexes (theory, calculation and designs) / T.B. Gaytova, Ya.M. Kashin. – Krasnodar : KVAI, 2004. – 403 p.
6. Gaytova T.B. Axial efforts in axial induction regulators / T.B. Gaytova, B.H. Gaytov, Ya.M. Kashin // News of higher educational institutions. Electromecanics. – 2004. – № 6. – P. 53–57.
7. Gaytov B.H. The two-dimensional electric machine generator for autonomous systems of power supply / B.H. Gaytov, A.V. Samorodov, L.E. Kopelevich, Ya.M. Kashin // Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin). – 2013. – № 1–2. – P. 66–69.
8. Kashin Ya.M. Justification and development of perspective designs of generating installations for systems of autonomous power supply / Ya.M. Kashin, A.Ya. Kashin, D.V. Paukov // News of higher educational institutions. Electromecanics. – 2012. – № 1. – P. 46–53.
9. Multiphase transformer phase-shifter // Gaytov B.H., Kashin Ya.M., Singayevsky N.A., Zhukov F.I., Isik S.N. Patent for the invention of RUS № 2137586. 4/6/1988.
10. Zelensky E.A. Vetro-solnechnye generators for power supply of objects of oil and gas branch / E.A. Zelenskaya, B.H. Gaytov, L.E. Kopelevich, etc. // Gas industry. – 2014. – № 6 (707). – P. 114–117.
11. Kashin Ya.M. Ways of addition of energy in the dvukhvkhodovykh of electrical machines / Ya.M. Kashin, A.S. Knyazev, A.V. Samorodov, etc. // Technical and technological systems: Materials of the seventh international scientific TTS-15 conference. – Krasnodar : Publishing house – South, 2015. – P. 5–8.
12. Gaytov B.H. About expediency of use of two-dimensional electrical machines in systems of autonomous power supply / B.H. Gaytov, Ya.M. Kashin, L.E. Kopelevich, etc. // Technical and technological systems: Materials of the seventh international scientific TTS-15 conference. – Krasnodar : Publishing house –South, 2015. – P. 8–11.
13. Axial dvukhvkhodovy contactless vetro-solar generator. Gaytov B.H., Kashin Ya.M., Kashin A.Ya., Kopelevich L.E., Samorodov A.V. Patent for the invention of RUS № 2561504. 6/16/2014.

УДК 621.33: 622.692.4

## АНАЛИЗ МЕТОДИК РАСЧЕТА ГАРАНТИРОВАННОГО СРОКА СЛУЖБЫ ЭНЕРГООБОРУДОВАНИЯ НПС

### ANALYSIS METHOD OF CALCULATING THE GUARANTEED SERVICE LIFE OF POWER EQUIPMENT OIL PUMPING STATIONS

#### **Шабанов Виталий Алексеевич**

кандидат технических наук, профессор,  
заведующий кафедры «Электротехника  
и электрооборудование предприятий»,  
Уфимский государственный  
нефтяной технический университет  
ShabanovVA1@yandex.ru

#### **Юсупов Рамис Зирякович**

аспирант,  
Уфимский государственный нефтяной  
технический университет  
YusupovRZ@bk.ru

#### **Валишин Азат Рифович**

директор,  
ООО НПЦ «БалтЭнергоРесурс»  
bernpc@yandex.ru

#### **Клименко Станислав Евгеньевич**

начальник отдела энергетического аудита,  
ООО НПЦ «УралЭнергоРесурс»  
uernpc@rambler.ru

#### **Кондрацкий Вадим Дмитриевич**

ведущий инженер,  
ООО НПЦ «УралЭнергоРесурс»  
uernpc@rambler.ru

#### **Колобов Андрей Николаевич**

директор,  
ООО «КАН»  
kan-ufa@mail.ru

**Аннотация.** В статье выполнен анализ методик расчета гарантированного срока службы энергооборудования нефтеперекачивающих станций. Рассмотрены проблемы применения методик.

**Ключевые слова:** нефтеперекачивающая станция, энергетическое оборудование, прогнозирование ресурса, безотказная эксплуатация, методики расчета.

#### **Shabanov Vitaly Alekseevich**

Candidate of Technical Sciences,  
professor,  
Head of the Chair «Electrical Engineering  
and Electrical Equipment»,  
Ufa state oil technical university  
ShabanovVA1@yandex.ru

#### **Yusupov Ramys Ziryacovich**

graduate student,  
Ufa state oil technical university  
YusupovRZ@bk.ru

#### **Valishin Azat Rifovich**

Director  
LLC SPC «BaltEnergoResurs»  
bernpc@yandex.ru

#### **Klimenko Stanislav Evgenyevich**

Head of the energy audit  
LLC SPC «UralEnergoResurs»  
uernpc@rambler.ru

#### **Kondratsky Vadim Dmitriyevich**

Lead engineer  
LLC SPC «UralEnergoResurs»  
uernpc@rambler.ru

#### **Kolobov Andrey Nikolaevich**

Director  
LLC «KAN»  
kan-ufa@mail.ru

**Annotation.** This article gives an analysis of the methods of calculation of the guaranteed service life of power equipment oil pumping stations. The problems of application techniques.

**Keywords:** oil pumping station, power equipment, life prediction, trouble-free exploitation, calculation methods.

Задача прогнозирования ресурса безотказной работы с определением срока следующего диагностирования энергооборудования является актуальной задачей. Основная цель ее – переход от системы планово-предупредительного ремонта (ППР) к ремонту по техническому состоянию [1]. Прогнозирование ресурса безотказной работы и определение срока следующего диагностирования оборудования должны производиться с учетом всех параметров его технического состояния, определяющих его техническую работоспособ-

ность. Однако такие методики находятся пока в стадии разработки. На практике применяются инженерные методики, учитывающие основные показатели технического состояния. Инженерные методики для выполнения расчетов и определения гарантированного срока службы энергооборудования нефтеперекачивающих станция (НПС) и срока следующего диагностирования приведены в РД-75.200.00-КТН-079-12 [2].

В соответствии с [2], определение гарантированного срока службы для продления безопасной работы энергооборудования НПС магистральных нефтепроводов (МН) следует проводить с учетом нескольких показателей: нормированного (гарантированного) заводом-изготовителем срока службы, путем сравнения его с фактическим сроком работы оборудования под нагрузкой; учета фактической загрузки энергооборудования по мощности, учета числа операций включения-отключения (пусков). Рассмотрим методики, приведенные в [2].

### 1. Методика определения гарантированного срока службы энергоустановок (Метод «слабого звена»)

Метод слабого звена применяют для сложных энергоустановок, состоящих из большого числа конструктивных элементов [3]. В этом случае. Остаточный ресурс энергоустановки определяют по показателям надежности наименее надежного звена. К примеру, для синхронных электродвигателей наиболее слабым звеном является щеточный механизм [1]. По [2] время продления работы энергоустановки до следующего диагностического контроля с учетом наработки до отказа слабого звена  $t_T$ , ч, определяют по формуле:

$$t_T = 0,9 \cdot \bar{T}_{\text{сл.зв.}} \cdot K_{\text{ф.п.}} \cdot a, \quad (1)$$

где 0,9 – коэффициент, учитывающий предупредительный характер восстановительных работ (получен, исходя из максимального использования ресурса узлов и деталей);  $\bar{T}_{\text{сл.зв.}}$  – средняя наработка до отказа слабого звена энергоустановки, ч;  $K_{\text{ф.п.}}$  – коэффициент, учитывающий фактическое количество пусков (для электродвигателей);  $a$  – коэффициент наработки.

Коэффициент  $K_{\text{ф.п.}}$  рекомендуется принимать равным единице ( $K_{\text{ф.п.}} = 1$ ), если суммарное число пусков  $\Pi$  на продляемый период не превышает 20 за 1000 ч работы электродвигателя. Коэффициент  $K_{\text{ф.п.}}$  может быть уточнен при анализе влияния числа пусков на показатели надежности электродвигателя.

Коэффициент наработки принимается в зависимости от суммарной наработки ЭД. Если отработанный ресурс электрической машины (или срок службы)  $t_{\text{от}}$  меньше или равен паспортному  $t_{\text{п}}$ , т.е.  $t_{\text{от}} \leq t_{\text{п}}$ , то коэффициент наработки рекомендуется принимать равным единице ( $a = 1$ ). Если  $t_{\text{от}} \geq t_{\text{п}}$ , то коэффициент наработки определяется по выражению  $a = t_{\text{п}} / t_{\text{от}}$ .

Существуют следующие проблемы применения данной методики:

1) Проблема определения средней наработки до отказа слабого звена энергоустановки.

Для корректного учета  $\bar{T}_{\text{сл.зв.}}$  необходимо наличие сведений о времени наработки до отказа как энергоустановок в целом, изготовленных с одними ТУ и эксплуатируемых в одинаковых условиях, так и отдельных узлов энергоустановки с целью определения слабого звена. Для получения таких сведений требуется проведение статистических исследований и сведение результатов в базу данных.

В организациях системы Транснефть (ОСТ), база данных по отказам велась не с начала эксплуатации диагностируемого электрооборудования (срок эксплуатации которого вышел). В редких случаях имеется возможность собрать информацию по отказам электрооборудования, эксплуатируемого с 1980-х годов. Поэтому наработку на отказ рассчитать не удастся.

В связи с отсутствием этих данных, при расчете срока службы, безотказная наработка принимается из паспорта оборудования.



2) Для электродвигателей отсутствует формула для определения коэффициента  $K_{ф.п.}$  при относительном числе пусков более 20. Такую формулу можно получить, если оценить каждый пуск ЭД в часах наработки.

3) Метод «слабого звена» применим для расчета срока службы только электродвигателей.

4) Для службы эксплуатации усложняется планирование даты следующего диагностирования, так как для этого необходимо учитывать часы наработки после диагностирования, а не опираться на конкретную дату.

#### **Пример.**

*Исходные данные:*

Тип ЭД: СТД-8000-2

Наработка 70 000 ч.

Количество пусков 18 за 1000 ч (не превышает 20).

Безотказная наработка – 6000 ч. (по паспорту ЭД ИБЖК.52.8562.005 ПС).

Срок службы – не менее 20 лет = 175 200 ч. (по паспорту ЭД).

*Расчет:*

По формуле (1) время продления работы энергоустановки до следующего диагностического контроля будет равно:

$$t_T = 0,9 \cdot 6000 \cdot 1 \cdot 1 = 5400 \text{ ч.}$$

## **2. Статистическое прогнозирование при продлении срока эксплуатации энергоустановок по результатам диагностирования**

Согласно данной методике прогнозируемый срок продления работы энергоустановки соответствует времени, после которого показатели надежности резко ухудшаются, т.е. происходит резкий рост производной потока отказов во времени.

Согласно ГОСТ 27.002-89 [4]: область применения этой теории ограничена крупносерийными объектами, которые изготавливают и эксплуатируют в статистически однородных условиях и, к совокупности которых применимо статистическое истолкование вероятности. Примером служат массовые изделия машиностроения, электротехнической и радиоэлектронной промышленности.

Так как в ОСТ энергоустановки отдельных типов не представлены в крупносерийном количестве, то определение зависимости потока отказов от времени не представляется возможным в связи с недостаточностью исходных данных. Поэтому данная методика для ОСТ не применима.

## **3. Определение ресурса и продление срока эксплуатации по числу включений (отключений) энергоустановок**

Данный метод предназначен для продления срока службы высоковольтных выключателей по результатам диагностирования. Продление срока службы осуществляется двумя способами:

1) по кривым зависимости допустимого количества отключений (включений) от тока;

2) путем регистрации токов короткого замыкания (КЗ) при каждой операции отключения (включения).

Кривые зависимости допустимого количества отключений (включений) от тока строятся на основании данных заводов-изготовителей, приводимых в эксплуатационной документации. Для определения возможности продления срока эксплуатации по представленным кривым сравнивают нормативное количество отключений с зарегистрированным в базе данных (по счетчику отключений (включений) высоковольтного выключателя) и продляют срок до следующего диагностирования после ремонта или замены дугогасительных камер на оставшееся число коммутаций.

Определение ресурса коммутационных аппаратов проводится на основе базы данных по результатам регистрации токов КЗ при каждой операции отключения (включения) специальными регистрирующими приборами.

Существуют следующие проблемы применения данной методики:

1) Проблема отсутствия исходных данных: количество отключений КЗ и ток КЗ при аварии. База данных по отключениям КЗ высоковольтных выключателей ведется не с начала эксплуатации диагностируемого электрооборудования (срок эксплуатации которого вышел). В редких случаях имеется возможность собрать информацию по отключениям электрооборудования, эксплуатируемого с 1980-х годов.

2) Для применения данной методики, необходимо наличие специальных регистрирующих приборов, позволяющих учитывать токи КЗ. Также необходимо с начала эксплуатации выключателя вести базу данных, в которую будут вноситься: количество, вид КЗ и токи при них.

Целесообразно применять данную методику для продления срока службы высоковольтных выключателей напряжением 35 кВ и выше.

#### **4. Метод частичных разрядов**

Метод частичных разрядов (ЧР) применяют для электрооборудования напряжением выше 1000 В (электродвигатели магистральных насосов, силовые трансформаторы, кабельные линии и др.).

Согласно [2] требуется мониторинг уровня ЧР в динамике (один раз в квартал в течение двух-трех лет). Однако данное требование не соблюдается. Наиболее эффективным, является применение данного метода с использованием систем непрерывного мониторинга уровня ЧР.

Таким образом, в РД-75.200.00-КТН-079-12 приведены методики определения срока следующего диагностирования только для ЭД и высоковольтных выключателей. Отсутствуют методики продления сроков службы следующего оборудования:

- силовые трансформаторы до 110 кВ;
- воздушные и кабельные линии;
- системы молниезащиты;
- комплектные распределительные устройства 0,4 кВ, 6(10) кВ, 110 кВ; и т.п.

#### **Заключение**

Для повышения надежности работы энергетического оборудования НПС важной задачей является определение срока безотказной эксплуатации. Для решения данной задачи необходимо:

- разработка (доработка) методик расчета срока безотказной эксплуатации;
- ведение ОСТ баз данных о работе оборудования;
- применение современных методов контроля состояния изоляции высоковольтного оборудования, в том числе систем непрерывного мониторинга ЧР.

#### **Литература:**

1. Гумеров А.Г. Диагностика оборудования нефтеперекачивающих станций / А.Г. Гумеров, Р.С. Гумеров, А.М. Акбердин. – М. : Недра-Бизнесцентр, 2003.
2. РД-75.200.00-КТН-079-12 «Положение о диагностировании, порядке технического освидетельствования и продлении срока службы энергоустановок нефтеперекачивающих станций магистральных нефтепроводов».
3. Кузнецов Н.А. Надежность электрических машин / Н.А. Кузнецов. – М. : Издательский дом МЭИ, 2006. – 432 с.
4. ГОСТ 27.002-89 Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения.

#### **References:**

1. Gumerov A.G. Diagnostics of the equipment of oil pumping stations / A.G. Gumerov, R.S. Gumerov, A.M. Akberdin. – M. : Nedra-biznescentr, 2003.
2. RD-75.200.00-КТН-079-12 «Regulations on the diagnosing, the procedure of technical examination and extend the life of power plants oil-pumping stations of main oil pipelines».
3. Kuznetsov N.A. The reliability of electrical machines / N.A. Kuznetsov. – M. : MEI publishing house, 2006. – 432 p.
4. GOST 27.002-89 Reliability in the art. Basic concepts. Terms and Definitions.

УДК 655.15.011.56

**РАСЧЁТ КОЭФФИЦИЕНТОВ ПЕРЕДАТОЧНОЙ ФУНКЦИИ  
РЕГУЛЯТОРА РАСХОДА ГАЗА НА ЛИНИИ ПОДАЧИ ДЭГ В АБСОРБЕР  
НА УСТАНОВКЕ КОМПЛЕКСНОЙ ПОДГОТОВКИ ГАЗА № 9  
УРЕНГОЙСКОГО ГАЗОКОНДЕНСАТНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

**CALCULATION OF THE COEFFICIENTS OF THE TRANSFER FUNCTION OF  
THE GAS FLOW REGULATOR ON THE SUPPLY LINE DEG ABSORBER ON  
A COMPREHENSIVE GAS № 9 OF THE URENGOY GAS CONDENSATE FIELD**

**Сиротин Денис Геннадиевич**

начальник отдела главного механика,  
Уренгойское газопромысловое управление  
ООО «Газпром добыча Уренгой»

**Алиев Владимир Кязимович**

кандидат технических наук,  
доцент кафедры машин и оборудования  
нефтяных и газовых промыслов,  
Армавирский механико-технологический  
институт (филиал)  
ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный  
технологический университет»

**Пахомов Роман Анатольевич**

кандидат технических наук,  
доцент кафедры Теплоэнергетики и теплотехники,  
Кубанский государственный  
технологический университет

**Аннотация.** В статье приведено описание автоматизации цеха осушки газа, а также технических средств автоматизации для измерения основных параметров технологического процесса. Произведён расчёт коэффициентов передаточной функции регулятора расхода РДЭГ в абсорбер. В результате анализа средств измерения расхода РДЭГ на абсорбционной установке осушки газа была предложена замена существующего основного расходомера переменного перепада давления на кориолисовый расходомер Micro Motion CMF

**Ключевые слова:** расчёт коэффициентов передаточной функции, установка комплексной подготовки газа, кориолисовый расходомер Micro Motion CMF, построение переходных кривых моделей, расчёт коэффициентов регулятора, построение кривой равного значения, определение оптимальных параметров регулятора.

**Sirotin Denis Gennadiyevich**

Head of department of  
the chief mechanical engineer,  
Urengoy gas-field management of  
JSC «Gazprom добыча Urengoy»

**Aliyev Vladimir Kyazimovich**

Candidate of Technical Sciences,  
associate professor of cars and equipment  
of oil and gas fields,  
Armavir Mechanics and Technology  
Institute (branch)  
Kuban State University of Technology

**Pakhomov Roman Anatolievich**

Candidate of Technical Sciences,  
associate professor of pulpit of  
thermal engineering, heat and power,  
Kuban State University of Technology

**Annotation.** The article describes the automation of gas dehydration plant, as well as technical means of automation to measure the main parameters of the process. Manufactured calculation of flow control transfer function coefficients RDEG absorber. The analysis RDEG flow measurement of the absorption of funds for the installation of gas dehydration was proposed replacement of the existing main flow meter differential pressure flow meter on the Coriolis Micro Motion CMF

**Keywords:** the calculation of the coefficients of the transfer function, comprehensive gas, Coriolis flowmeter Micro Motion CMF, construction of transitional curves models, calculation controller coefficients, construction of a curve of equal value, determination of optimal controller parameters.

**Анализ возможных средств измерений расхода на абсорбционной установке осушки газа и рекомендации по их использованию**

Для измерения расхода на абсорбционной установке осушки газа, как отмечалось в [1], применяют сужающее устройство (диафрагма). Оно относится к классу расходомеров переменного перепада давления, где разность давлений до и после сужающего устройства тем больше, чем больше расход протекающего вещества. Следова-

тельно, перепад давления служит мерой расхода. Наряду с достоинствами сужающего устройства, которое является основным при проведении измерения, такими как простота механической конструкции, наличие программ расчёта на ЭВМ, относительная дешевизна, существуют и значительные недостатки:

- потеря давления на сужающем устройстве;
- малый динамический диапазон измерения.

Более точными и надёжными при измерении расхода на абсорбционной установке осушки газа могут быть кориолисовы расходомеры [2]. Преимущества кориолисовых расходомеров перед диафрагмой:

- высокая точность измерений;
- не вызывают потерь давления;
- надёжная работа при изменении температуры и давления рабочей среды;
- работают вне зависимости от направления потока.

В качестве основного расходомера для измерения расхода РДЭГ на линии подачи в абсорбер предлагается использовать кориолисовый расходомер, исключив расходомер переменного перепада давления.

Кориолисовые расходомеры позволяют измерять массовый расход, плотность, температуру, вычисления объёмного расхода жидкостей, газов и взвесей жидкостей или газов с большой точностью. Измерение расхода производится за счёт эффекта возникновения силы Кориолиса, возникающей при криволинейном движении жидкости или газа.

**Кориолисовый (массовый) расходомер** состоит из следующих частей (рис. 1):

- расходомерные трубки;
- катушка возбуждения и магнит;
- измерительная катушка;
- терморезистор;
- технологическое соединение (фланец);
- преобразователь;
- корпус.

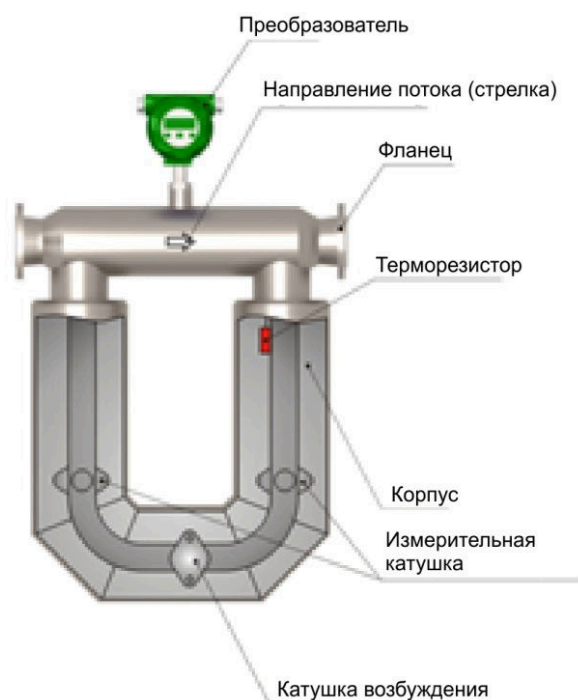


Рисунок 1 – Устройство кориолисового расходомера

Сенсор напрямую измеряет расход, плотность среды и температуру сенсорных трубок. Преобразователь конвертирует полученную с сенсора информацию в стандартный выходной сигнал. Измеряемая среда, поступающая в сенсор, разделяется на

равные половины, протекающие через каждую из сенсорных трубок. Движение катушки возбуждения приводит к тому, что трубки колеблются вверх-вниз в противоположном направлении друг другу.

Измерительные катушки устанавливаются на боковых ответвлениях одной расходомерной трубки, а магниты устанавливаются на боковых ответвлениях противоположной расходомерной трубки. Каждая катушка движется в однородном магнитном поле соседнего магнита. Напряжение, генерируемое каждой измерительной катушкой, создаёт синусоидальное колебание, отражающее движение одной трубки относительно другой.

В условиях отсутствия потока движения на входном и на выходном концах трубки находятся в одной фазе, синусоидальные колебания совпадают, эффект Кориолиса не возникает. При наличии потока синусоидальные колебания различаются по фазе, поскольку сигнал на выходной ветви запаздывает относительно сигнала на ветви на выходе (рис. 2).

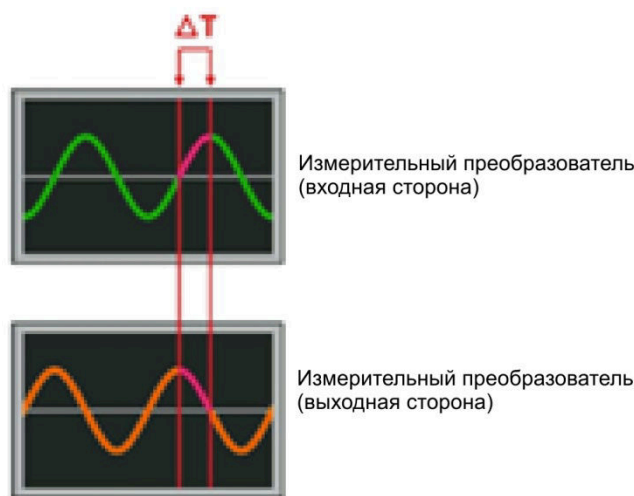


Рисунок 2 – Запаздывание сигнала на входной и выходной ветви

Время запаздывания  $\Delta T$  измеряется в микросекундах и всегда пропорционально массовому расходу.

Соотношение между массой и собственной частотой колебаний сенсорной трубки – это основной закон измерения плотности в кориолисовых расходомерах.

В рабочем режиме катушка возбуждения питается от преобразователя, при этом сенсорные трубки колеблются с их собственной частотой. Как только масса измеряемой среды увеличивается, собственная частота колебаний трубок уменьшается соответственно при уменьшении массы измеряемой среды, собственная частота колебаний трубок увеличивается.

Частота колебаний трубок зависит от их геометрии, материала, конструкции и массы. Масса состоит из двух частей:

- массы самих трубок;
- массы измеряемой среды в трубках.

Для конкретного типоразмера сенсора масса трубок постоянна. Поскольку масса измеряемой среды в трубках равна произведению плотности среды и внутреннего объёма, а объём трубок является также постоянным для конкретного типоразмера, то частота колебаний трубок может быть привязана к плотности среды и определена путём измерения периода колебаний.

Частота колебаний измеряется выходным детектором (рис. 3) в циклах в секунду (Гц).

Период колебаний, как известно, обратно пропорционален частоте. Измерить время цикла легче, чем считать количество циклов, поэтому преобразователи вычисляют плотность измеряемой жидкости, используя период колебаний трубок в микросекундах. Плотность прямо пропорциональна периоду колебаний сенсорных трубок.



Рисунок 3 – Частота колебаний измерительных трубок

### Кориолисовый расходомер Micro Motion CMF

Предлагается использовать кориолисовый расходомер Micro Motion CMF, основные технические характеристики которого представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные технические характеристики Micro Motion CMF

Название параметра	Значение
Базовая погрешность измерений, %	расход $\pm 0,1$
	плотность $\pm 0,5$
Срок службы, лет	18
Температура измеряемой среды, °C	минус 40–125
Диапазон измеряемого массового расхода, кг/ч	$F_{\min} = 3$
	$F_{\max} = 43550$
Давление измеряемой среды, МПа	15,8

Информация об измеряемых величинах может считываться с жидкокристаллического индикатора (ЖКИ), а также передаваться в виде аналогового сигнала (4...20 мА), аналогово-цифрового сигнала с использованием HART протокола или RS485.

### Расчёт коэффициентов передаточной функции по переходной кривой

Необходимо определить оптимальные параметры настройки регулятора в одно-контурной системе автоматического регулирования (САР) расхода РДЭГ, подаваемого в абсорбер А-201.

Расчёт производим по кривой переходного процесса в специальных программах анализа и синтеза систем автоматического регулирования.

На рисунке 4 приведена кривая переходного процесса расхода ДЭГ в абсорбер А-201, которая наиболее приближена к реальной.

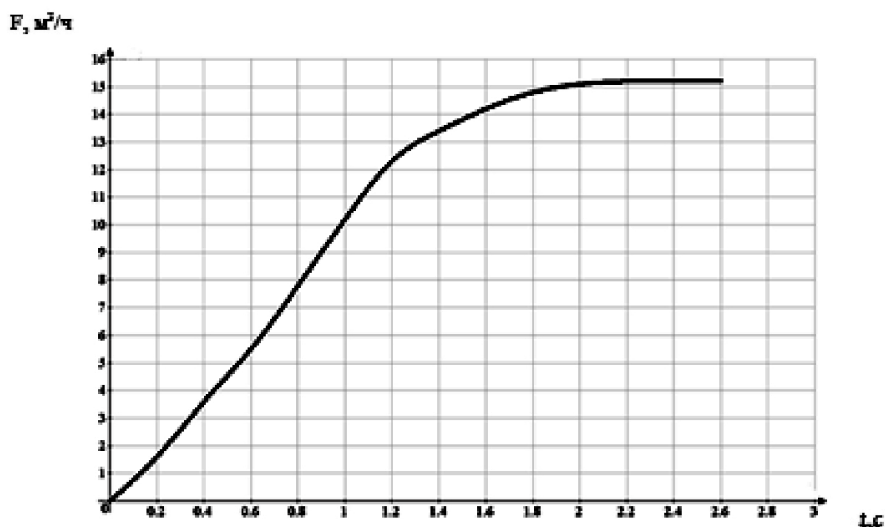


Рисунок 4 – Кривая переходного процесса расхода ДЭГа в абсорбер

Значения кривой переходного процесса приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Значения кривой переходного процесса

$t, c$	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4
$F, M^3/ч$	0	1,6	3,6	5,5	7,8	10,2	12,3	13,4	14,2	14,8	15,1	15,2	15,2

Определим параметры модели объекта методом «площадей» Симою по переходной кривой.

Математической моделью называется система математических соотношений (уравнений), устанавливающих связь между входными и выходными сигналами объекта. В данном случае общий вид модели будет следующий:

$$W_m(S) = K \cdot \bar{W}_m(S) \cdot e^{-\tau \cdot S} = K \cdot \frac{1 + b_1 \cdot S + \dots + b_m \cdot S^m}{1 + a_1 \cdot S + \dots + a_n \cdot S^n} \cdot e^{-\tau \cdot S}, \quad (1)$$

где  $\bar{W}_m(S)$  – нормированная передаточная функция;  $K$  – коэффициент передачи  $K = \frac{\Delta Y_{ycm}}{\Delta X}$ ;  $\tau$  – время запаздывания (по исходным данным).

Нормированной передаточной функции  $\bar{W}_m(S)$  соответствует нормированная переходная характеристика  $\bar{h}(t)$ , которая определяется как отношение текущего значения выходного сигнала к его установившемуся значению:

$$\bar{h}(t) = \frac{\Delta y}{\Delta y_{ycm}}. \quad (2)$$

Для определения коэффициентов  $a_i$  и  $b_i$  нормированной передаточной функции  $\bar{W}_m(S)$  используется метод «площадей» Симою:

$$\bar{W}_m(S)^{-1} = \frac{1}{\bar{W}_m(S)} = \frac{1 + a_1 \cdot S + a_2 \cdot S^2 + \dots + a_n \cdot S^n}{1 + b_1 \cdot S + b_2 \cdot S^2 + \dots + b_m \cdot S^m} = 1 + S_1 \cdot s + S_2 \cdot s^2 + \dots + S_k \cdot s^k, \quad (3)$$

где  $S_i$  – «площади» Симою, вычисляются по переходной кривой.

При известных «площадах» Симою, задаваясь определённой структурой модели, можно определить её параметры (коэффициенты). «Площади» Симою определяются с помощью вспомогательной  $\varphi(t)$  функции:

$$\varphi(t) = 1 - \bar{h}(t); \quad (4)$$

$$L\{\varphi(t)\} = L\{1\} - L\{\bar{h}(t)\} = \frac{1}{S} - \bar{W}_m(S) \cdot \frac{1}{S}; \quad (5)$$

$$\Phi(S) = \frac{1 - \bar{W}_m(S)}{S}; \quad (6)$$

$$\Phi(S) = \mu_0 + \mu_1 \cdot s + \mu_2 \cdot s^2 + \dots + \mu_k \cdot s^k; \quad (7)$$

$$\mu_k = \frac{1}{k!} \cdot \Phi^{(k)}(0); \quad (8)$$

$$\mu_k = \frac{(-1)^k}{k!} \cdot \int_0^{\infty} t^k \cdot \varphi(t) \cdot dt. \quad (9)$$

где  $\mu_k$  – моменты вспомогательной функции.

Если из выражения (6) выразить  $\frac{1}{W_m(s)}$ , а затем приравнять правые части уравнений (3) и (6), то легко найти связь между моментами вспомогательной функции и «площами» Симою:

$$S_i = \mu_{i-1} + \sum_{k=i-1}^1 S_k \cdot \mu_{i-k-1}. \quad (10)$$

Так  $S_1 = \mu_0 = \int_0^{\infty} \varphi(t) \cdot dt$  – площадь под кривой вспомогательной функции.

Для расчёта параметров модели методом площадей введём нормированную переходную кривую, координаты точек которой приведены в таблице 3, определяемую формулой:

$$\bar{h}(t) = \frac{\Delta y(t)}{\Delta y_{\text{уст}}}. \quad (11)$$

Таблица 3 – Координаты точек нормированной переходной кривой

t, с	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4
h(t)	0	0,1	0,23	0,36	0,51	0,67	0,80	0,88	0,93	0,97	0,99	1,0	1,0

Нормированная переходная кривая изображена на рисунке 5.

Введём в рассмотрение вспомогательную функцию  $\varphi(t)$ , координаты точек которой приведены в таблице 4, определяемую формулой:

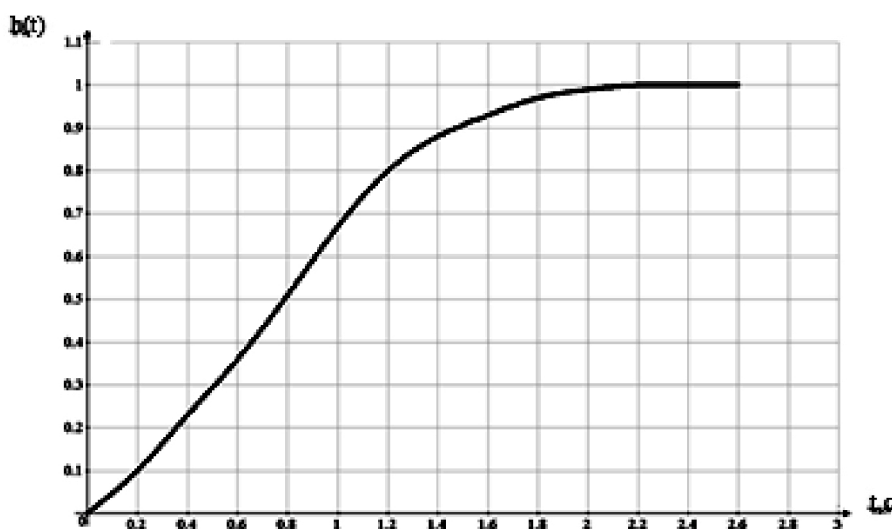


Рисунок 5 – Нормированная переходная кривая

$$\varphi(t) = 1 - h(t). \quad (12)$$

Таблица 4 – Координаты точек вспомогательной кривой

t, с	0	0,20	0,40	0,60	0,80	1,00	1,20	1,40	1,60	1,80	2,00	2,20
h(t)	1,00	0,90	0,77	0,64	0,49	0,33	0,20	0,12	0,07	0,03	0,01	0
$\varphi(t)$	0,20	0,17	0,14	0,11	0,08	0,05	0,04	0,03	0,01	0	0	0



Рассчитаем площадь  $S_1$ ,  $\Delta t = 1$ ,  $n = 12$ :

$$S_1 = \left( \frac{\varphi_0}{2} + \frac{\varphi_n}{2} + \sum_{i=1}^{n-1} \varphi_i \right) \cdot \Delta t = \left( 0,2 + 0,17 + 0,14 + 0,11 + 0,08 + \dots + 0,05 + 0,04 + 0,03 + 0,01 \right) \cdot 1 = 0,83 \text{ мин.},$$

где  $\Delta t = 1$  мин. – шаг по времени.

Полученное значение и есть значение «площади» Симою  $S_1$ .  
Вспомогательная кривая разгона представлена на рисунке 6.

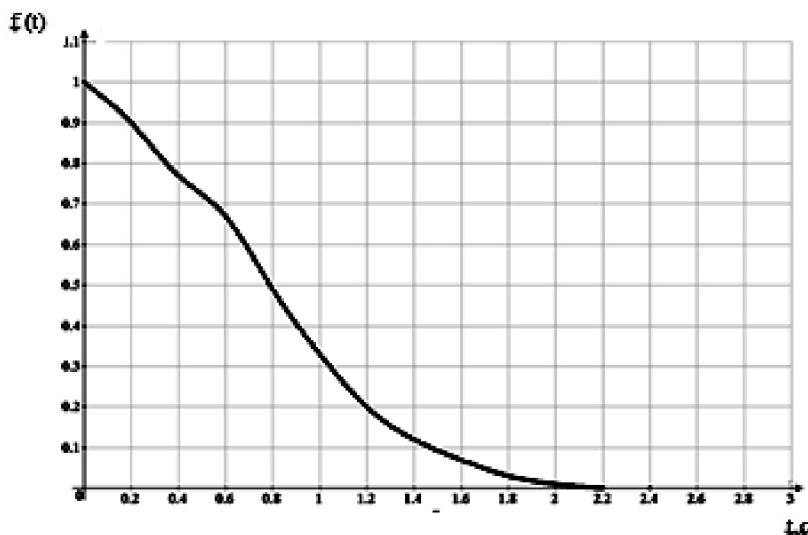


Рисунок 6 – Вспомогательная кривая разгона

Определение параметров модели по площадям  
Приведём передаточную функцию модели:

$$\overline{W}_m^{-1}(S) = \frac{1 + a_1 \cdot s + a_2 \cdot s^2 + \dots + a_n \cdot s^n}{1 + b_1 \cdot s + b_2 \cdot s^2 + \dots + b_m \cdot s^m} = 1 + S_1 \cdot s + S_2 \cdot s^2 + \dots + S_k \cdot s^k, \quad (13)$$

$$\begin{aligned} (1 + a_1 \cdot s + a_2 \cdot s^2 + \dots + a_n \cdot s^n) &= (1 + b_1 \cdot s + b_2 \cdot s^2 + \dots + b_m \cdot s^m) \times \\ &\times (1 + S_1 \cdot s + S_2 \cdot s^2 + \dots + S_k \cdot s^k). \end{aligned} \quad (14)$$

Раскрывая скобки в правой части и приводя подобные члены, получим степенной ряд

$$\begin{aligned} 1 + a_1 \cdot s + a_2 \cdot s^2 + \dots + a_n \cdot s^n &= 1 + (b_1 + S_1) \cdot s + (b_2 + b_1 \cdot S_1 + S_2) \cdot s^2 + \dots + \\ &+ \left( b_k + \sum_{i=1}^{k-1} b_i \cdot S_{k-i} \right) \cdot s^k + S_k \cdot s^k. \end{aligned} \quad (15)$$

Приравнявая в последнем равенстве коэффициенты при одинаковых степенях  $S$  слева и справа, получим линейную систему уравнений для определения коэффициентов модели  $a_i$ ,  $b_i$ :

$$\begin{aligned} a_1 &= b_1 + S_1 \\ a_2 &= b_2 + b_1 \cdot S_1 + S_2 \\ a_3 &= b_3 + b_2 \cdot S_1 + b_1 \cdot S_2 + S_3, \\ &\dots \\ a_k &= b_k + S_k + \sum_{i=1}^{k-1} b_i \cdot S_{k-i} \end{aligned} \quad (16)$$

Расчёт площадей Симою и коэффициентов нормированной передаточной функции проводим с помощью программы SIMOU.EXE.

**Определение параметров передаточной функции по виду переходного процесса методом площадей Симою**

- Число точек переходной кривой  $M = 11$ ;
- шаг квантования по времени  $DT = 0.20000$ ;
- значения переходной кривой:

$X(1) = 0.000000$ ;  
 $X(2) = 1.600000$ ;  
 $X(3) = 5.500000$ ;  
 $X(4) = 7.800000$ ;  
 $X(5) = 10.200000$ ;  
 $X(6) = 12.300000$ ;  
 $X(7) = 13.400000$ ;  
 $X(8) = 14.200000$ ;  
 $X(9) = 14.800000$ ;  
 $X(10) = 15.100000$ ;  
 $X(11) = 15.200000$ .

*Результат расчёта:*

- коэффициент усиления передаточной функции  $KY = 15.200000$ ;
- значения площадей:

$S(1) = 0.803509$ ;  
 $S(2) = 0.212293$ ;  
 $S(3) = 0.004182$ ;  
 $S(4) = -0.053377$ ;  
 $S(5) = -0.078474$ .

*Вариант 1*

- полином числителя п.ф.:
- $B(0) = 1.0$ ;  
 $B(1) = -1.448233$ ;  
 $B(2) = -0.279958$ .

- Полином знаменателя п.ф.:

$A(0) = 1.0$ ;  
 $A(1) = -0.644725$ ;  
 $A(2) = -0.671418$ ;  
 $A(3) = -0.078320$ .

*Вариант 2*

- полином числителя п.ф.:
- $B(0) = 1.0$ ;  
 $B(1) = -1.470165$ .

- Полином знаменателя п.ф.:

$A(0) = 1.0$ ;  
 $A(1) = -0.666657$ ;  
 $A(2) = -0.968998$ ;  
 $A(3) = -0.307924$ ;  
 $A(4) = -0.059525$ .

*Вариант 3*

- полином числителя п.ф.:
- $B(0) = 1.0$ ;  
 $B(1) = -1.049597$ ;  
 $B(2) = -0.272107$ .

- Полином знаменателя п.ф.:

$A(0) = 1.0$ ;  
 $A(1) = -0.246088$ ;  
 $A(2) = -0.358960$ .

*Вариант 4*

- полином числителя п.ф.:  
 $B(0) = 1.0;$   
 $B(1) = 12.734810.$
- Полином знаменателя п.ф.:  
 $A(0) = 1.0;$   
 $A(1) = 13.568320;$   
 $A(2) = 10.468930;$   
 $A(3) = 2.714062.$

*Вариант 5*

- полином числителя п.ф.:  
 $B(0) = 1.0;$   
 $B(1) = -0.019697.$
- Полином знаменателя п.ф.:  
 $A(0) = 1.0;$   
 $A(1) = 0.793811;$   
 $A(2) = 0.196466.$

Из дальнейшего рассмотрения исключаем 1-й, 2-й, 3-й варианты передаточной функции, так как они не устойчивы по критерию Стодолы (среди коэффициентов характеристического полинома встречаются не положительные).

**Расчёт и построение переходных кривых моделей**

*Выбор рабочей модели*

Переходные кривые моделей можно рассчитать по найденным передаточным функциям с помощью программы LAPNEW.EXE или методом обратного преобразования Лапласа.

Результаты расчёта переходных процессов, рассчитанных на ЭВМ, приведены ниже.

*Модель 4*

- Корни характеристического полинома:  
 $ReS(1) = -0.078330, ImS(1) = 0.000000;$   
 $ReS(2) = -1.899724, ImS(2) = -1.058000;$   
 $ReS(3) = -1.899724, ImS(3) = 1.058000.$

Координаты точек переходного процесса приведены в таблице 5.

**Таблица 5 – Координаты точек вспомогательной кривой**

$T$	0,000	0,200	0,400	0,600	0,800	1,000	1,200	1,400	1,600	1,800	2,000
$H(T)$	0,000	1,115	3,473	6,104	8,520	10,521	12,065	13,196	13,985	14,512	14,84

*Модель 5*

- Корни характеристического полинома:  
 $ReS(1) = -1.950000, ImS(1) = -1.094304;$   
 $ReS(2) = -1.950000, ImS(2) = -1.094304.$

Координаты точек переходного процесса приведены в таблице 6.

**Таблица 6 – Координаты точек вспомогательной кривой**

$T$	0,00	0,200	0,400	0,600	0,800	1,000	1,200	1,400	1,600	1,800	2,000
$H(T)$	0,00	1,376	3,896	6,594	9,007	10,959	12,433	13,486	14,203	14,668	15,118

Переходные кривые моделей показаны на рисунке 7.

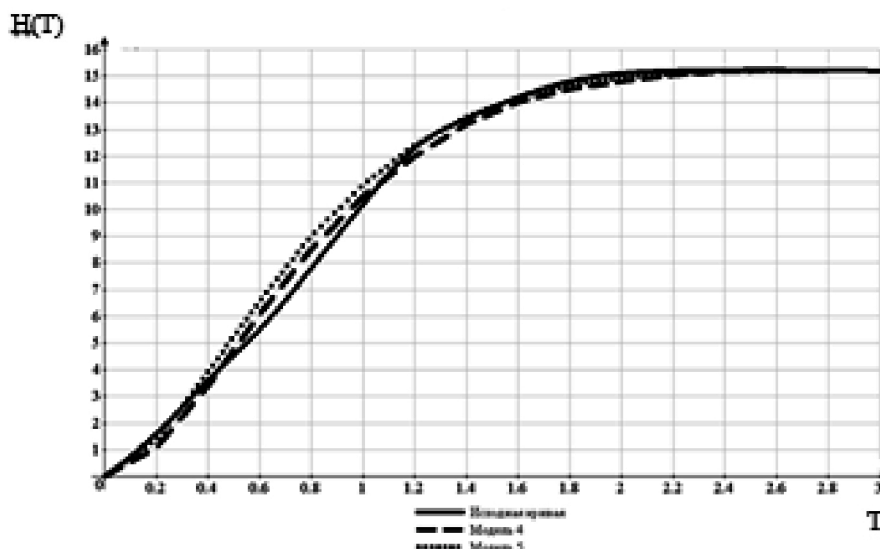


Рисунок 7 – Переходные кривые 4 и 5 моделей

Как видно из рисунка 7, наиболее близкой к объекту получилась 5-я модель, передаточная функция которой имеет вид:

$$\bar{W}_m(s) = \frac{0,2 \cdot s + 1}{0,2 \cdot s^2 + 0,78 \cdot s + 1} \quad (17)$$

Для дальнейших расчётов будем использовать эту передаточную функцию.

### Выбор законов регулирования и расчёт коэффициентов регулятора

ПИД регулятором очень хорошо зарекомендовали себя в практических задачах. Управление по производной – это быстрый способ управления. Сигнал дифференциального канала наиболее важен при изменениях входов и исчезает в установившемся режиме. Он позволяет реагировать не на само увеличение ошибки, а на тенденцию её изменения. Главный недостаток дифференциального канала – большое влияние высокочастотных помех, например, шумов измерений. По этой причине его нельзя использовать в данной ситуации, так центробежной насос на линии подачи ДЭГ в абсорбер А-201 является источником высокочастотных помех. Выбираем ПИ регулятор. Структурная схема автоматического регулирования представлена на рисунке 8.

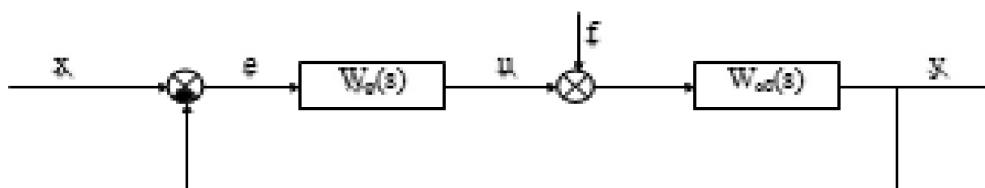


Рисунок 8 – Структурная схема автоматического регулирования

*Пропорционально-интегральный (ПИ) регулятор*

Уравнение ПИ-регулятора во временной области:

$$u(t) = K_p \cdot e(t) + \frac{1}{T_u} \cdot \int_0^t e(t) \cdot dt \quad (18)$$

Передаточная и переходная функция:

$$W_p(s) = K_1 + \frac{K_0}{s} = K_p + \frac{1}{T_u \cdot s} = \frac{T_u \cdot s \cdot K_p + 1}{T_u \cdot s}; \quad (19)$$

$$h(t) = K_p + \frac{t}{T_u} \quad (20)$$

Диапазон рабочих частот:

$$\omega_u \leq \omega_{p\text{ли}} \leq \omega_{\text{п}}. \quad (21)$$

ПИ-регулятор рассматривается как параллельное соединение П- и И-регуляторов. Он характеризуется двумя параметрами настройки  $\delta = \frac{1}{K_p}$  и  $T_u = \frac{1}{K_0}$  и сочетает в себе достоинства П- и И-регуляторов.

### Построение области устойчивости в плоскости настроечных параметров регулятора

Кривая Д-разбиения является границей области устойчивости и показывает область изменения настроечных параметров регулятора, в которой АСР будет устойчива. Кривая Д-разбиения может быть получена из характеристического уравнения замкнутой АСР подстановкой. Тогда  $W_{\infty}(s) + 1 = 0$ , что эквивалентно  $D_3(s) = 0$ .

Передаточная функция разомкнутой АСР:

$$W_{\infty}(S) = W_p(S) \cdot W_m(S), \quad (22)$$

где  $W_p(S)$  – передаточная функция регулятора.

Уравнение границы области устойчивости:

$$W_p(j\omega) \cdot W_m(j\omega) + 1 = 0. \quad (23)$$

ПИ-регулятор:

$$W_p = K_1 + \frac{K_0}{s},$$

$$\left( K_1 + \frac{K_0}{s} \right) \cdot W_m(S) + 1 = 0. \quad (24)$$

Преобразуем это уравнение следующим образом:

$$K_1 \cdot V(S) + K_0 \cdot X(S) + 1 = 0, \quad (25)$$

где  $V(S) = W_m(S)$ ;  $X(S) = \frac{W_m(S)}{S}$ .

Пусть  $S = j\omega$ , тогда:

$$K_1 \cdot V(j\omega) + K_0 \cdot X(j\omega) + 1 = 0. \quad (26)$$

Выделяем вещественную и мнимую части и приравниваем их по отдельности нулю:

$$\begin{aligned} K_1 \cdot V_1(\omega) + K_0 \cdot X_1(\omega) + 1 &= 0 \\ K_1 \cdot V_2(\omega) + K_0 \cdot X_2(\omega) &= 0, \end{aligned} \quad (27)$$

где  $V_1(\omega) = \text{Re}V(j\omega)$ ;  $V_2(\omega) = \text{Im}V(j\omega)$ ;  $X_1(\omega) = \text{Re}X(j\omega)$ ;  $X_2(\omega) = \text{Im}X(j\omega)$ .

Составим систему:

$$\begin{cases} K_1 \cdot V_1(\omega) + K_0 \cdot X_1(\omega) = -1 \\ K_1 \cdot V_2(\omega) + K_0 \cdot X_2(\omega) = 0. \end{cases} \quad (28)$$

Система уравнений линейна, решим её методом определителей. Тогда:

$$K_1 = \frac{\Delta_1}{\Delta_{\text{пу}}}; K_0 = \frac{\Delta_0}{\Delta_{\text{пу}}}, \quad (29)$$

где  $\Delta_1 = \begin{vmatrix} -1 & X_1 \\ 0 & X_2 \end{vmatrix} = -X_2 = \frac{V_1}{\omega}$ ;  $\Delta_0 = \begin{vmatrix} V_1 & -1 \\ V_2 & 0 \end{vmatrix} = V$ ;

$$\Delta_{пу} = \begin{vmatrix} V_1 & X_1 \\ V_2 & X_2 \end{vmatrix} = V_1 \cdot X_2 - V_2 \cdot X_1 = -\frac{V_1^2 + V_2^2}{\omega}$$

$$K_1 = \frac{\omega \cdot X_2(\omega)}{V_1^2(\omega) + V_2^2(\omega)} = -\frac{V_1(\omega)}{V_1^2(\omega) + V_2^2(\omega)}; K_0 = -\frac{\omega \cdot V_2(\omega)}{V_1^2(\omega) + V_2^2(\omega)}.$$

**Построение кривой равнозначия**

Показатель колебательности  $M = M_{зад} = 1,2$ .

Расчёты проведём на ЭВМ (программа MEM2.exe)

Координаты точек кривой Д-разбиения приведены в таблице 7, кривая Д-разбиения представлена на рисунке 9.

Таблица 7 – Координаты точек кривой Д-разбиения

Частота	$K_0$	$K_1$
0.150000	0.026988	- 0.531440
0.300000	0.010647	- 0.489800
0.450000	0.234101	- 0.421774
0.600000	0.402787	- 0.008490
0.750000	0.603164	0.059132
1.050000	0.824256	0.211666
1.200000	1.054520	0.368618
1.350000	1.283105	0.526590
1.500000	1.501059	0.684667
1.650000	1.702069	0.841366
1.800000	1.882485	0.997334
1.950000	2.040696	1.153451
2.100000	2.176207	1.310800
2.250000	2.377960	1.470444
2.400000	2.442629	1.633324
2.550000	2.481115	1.800197
2.700000	2.491143	1.971663
2.850000	2.469931	2.148170
3.000000	2.414287	2.330046

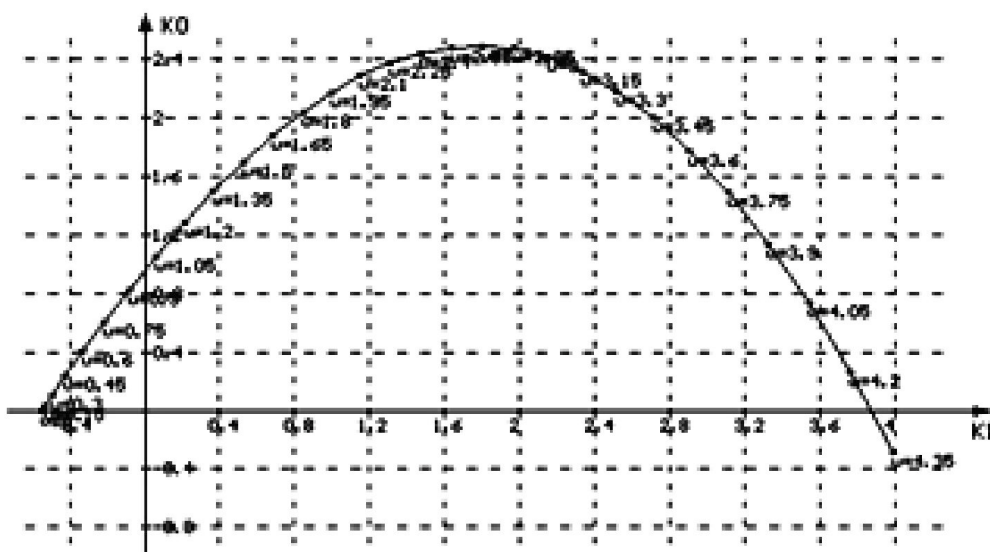


Рисунок 9 – Кривая Д-разбиения для ПИ-регулятора с показателем колебательности  $M = 1,2$

### Определение оптимальных параметров регулятора

Оптимальные параметры будем выбирать из условия минимизации интегрального квадратичного критерия  $I_0$  на кривой  $m = m_{зад}$ :

$$I_0 = \frac{1}{\pi} \cdot \int_0^{\infty} \frac{|W_y(j\omega)|^2}{|1 + W_y(j\omega)|^2} \cdot |F(j\omega)|^2 \cdot d\omega. \quad (30)$$

Положение оптимальной (рабочей) точки, как в случае ПИ существенно зависит от степени неопределённости задачи. В нашем случае известно, что возмущения низкочастотные и действуют со стороны регулирующего органа. Тогда от  $I_0$  можно перейти к критерию НВ, суть которого заключается в обеспечении малости АЧХ замкнутой АСР по ошибке  $A_e(\omega)$  в области низких частот.

Экспериментальные исследования показали, что рабочая частота для ПИ находится по формуле:

$$\omega_p \approx (1,1 \div 1,2) \cdot \omega_0, \quad (31)$$

где  $\omega_0$  – частота, соответствующая  $\max K_0$ .

Найдём оптимальные параметры регуляторов:

$$K_0^{\max} = 2,491143; \omega = 2,7 \text{ мин.}^{-1}; \omega_p = 1,1 \cdot \omega_0 = 1,1 \cdot 2,7 = 2,97 \text{ мин.}^{-1}.$$

Этой частоте соответствуют параметры:

$$K_0^p = 2,41; K_1^p = 2,33.$$

Найдём истинные настройки регулятора. Для этого необходимо учесть коэффициенты усиления датчика:

$$K_1 = \frac{K_1^p}{K_\delta}; K_2 = \frac{K_2^p}{K_\delta}; K_0 = \frac{K_0^p}{K_\delta}. \quad (32)$$

$$K_\delta = \frac{\Delta Y_{\max}}{\Delta X_{\max}} \approx \frac{15,2}{15,2} = 1,0 \left[ \frac{\text{кг/м}^3}{\text{мА}} \right];$$

$$K_0 = \frac{2,41}{1} = 2,41 \left[ \frac{1}{\text{мин.}} \right];$$

$$K_1 = \frac{2,33}{1} = 2,33 \left[ \frac{1}{\text{мин.}} \right].$$

Передачная функция регулятора имеет вид:

$$W_p(s) = \frac{1}{\delta} + \frac{1}{T_u \cdot s} + \frac{T_\delta \cdot s}{\delta}. \quad (33)$$

Найдём значение параметров настройки.

Предел пропорциональности:

$$\delta = \frac{1}{K_1} = \frac{1}{2,33} \approx 0,429.$$

Время издрорма:

$$T_u = \frac{1}{K_0} = \frac{1}{2,41} = 0,414 \text{ мин.}$$

Таким образом, передаточная функция регулятора примет вид:

$$W_p(s) = \frac{1}{\delta} + \frac{1}{T_u \cdot s} = \frac{1}{0,429} + \frac{1}{0,414 \cdot s}.$$

В соответствии с полученными настройками регулятора построим модель автоматического регулирования, воспользовавшись программой Matlab Simulink. На рисунке 10 представлена модель регулирования объекта.

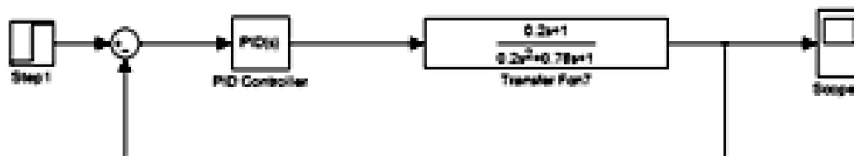


Рисунок 10 – Модель регулирования объекта

График, представленный на рисунке 11, показывает реакцию системы на ступенчатое воздействие.

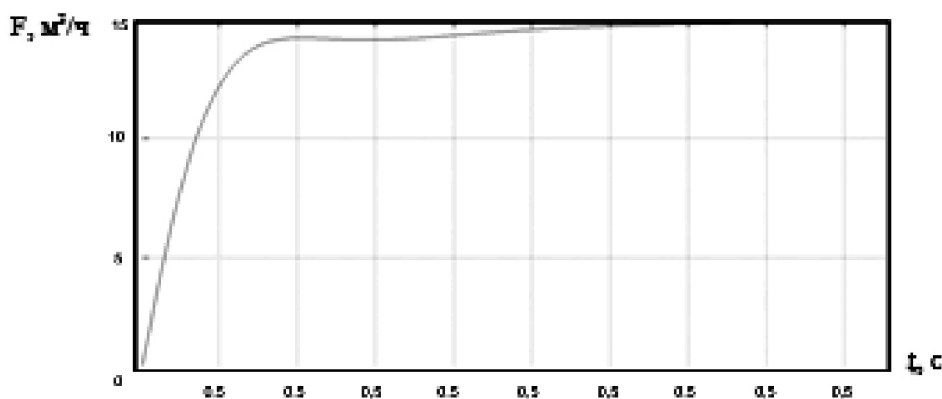


Рисунок 11 – Реакция системы на ступенчатое воздействие

Из графика видно, что переходный процесс протекает быстрее, время регулирования составляет около одной секунды, отсутствуют явления перерегулирования и колебания малой амплитуды.

### Литература:

1. Сиротин Д.Г. Автоматизация абсорбционной установки осушки газа на УКПГ № 9 Уренгойского газоконденсатного месторождения / Д.Г. Сиротин, В.К. Алиев // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2015. – № 4. – С. 109–123.
2. Сиротин Д.Г. Оценка экономической эффективности от внедрения кориолисового расходомера на установке абсорбционной осушки газа УКПГ № 9 Уренгойского газоконденсатного месторождения / Д.Г. Сиротин, В.К. Алиев // Наука и мир. – Волгоград : ООО «Издательство «Научное обозрение», 2015. – Т. 3. – № 12 (28). – С. 142–148.
3. Официальный сайт ООО «Газпром добыча Уренгой» [Электронный ресурс]. – URL : <http://www.ugp.ru>
4. Ананенков А.Г. АСУ ТП промыслов газоконденсатного месторождения Крайнего Севера / А.Г. Ананенков, Г.П. Ставкин, Э.Г. Талыбов. – М. : Недра – Бизнесцентр, 2000. – 232 с.
5. Волчкевич Л.И. Автоматизация производственных процессов / Л.И. Волчкевич. – М. : Машиностроение, 2005. – 380 с.
6. Горев С.М. Автоматизация производственных процессов нефтяной и газовой промышленности / С.М. Горев. – Петропавловск-Камчатский : КамчатГТУ, 2003. – Часть 1. – 121 с.
7. Андреев Е.Б. Автоматизация технологических процессов добычи и подготовки нефти и газа: учебное пособие / Е.Б. Андреев, А.И. Ключников. – М. : Недра – Бизнесцентр, 2008. – 399 с.
8. Датчики серии Метран [Электронный ресурс]. – URL : <http://www.metran.ru>
9. Анализатор точки росы интерференционный «КОНГ-Прима-10»: [Электронный ресурс]. – URL : <http://www.nprovmpel.ru>



10. Сигнализатор стационарный горючих газов СТМ-10 [Электронный ресурс]. – URL : <http://www.analitpribors.ru>
11. Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности ПБ 08-624-03: [Электронный ресурс]. – URL : <http://www.complexdoc.ru>
12. «Смеси взрывоопасные. Классификация и методы испытаний» ГОСТ 12.1.011-78\*: [Электронный ресурс]. – URL : <http://www.fireman.ru>
13. Автоматизация процесса осушки газа на установке комплексной подготовки газа № 9 Уренгойского газоконденсатного месторождения: [Электронный ресурс]. – URL : [http://knowledge.allbest.ru/manufacture/2c0b65625b3bd79a5c53b89521216c37\\_0.html](http://knowledge.allbest.ru/manufacture/2c0b65625b3bd79a5c53b89521216c37_0.html)

### References:

1. Sirotin D.G. Automation of absorbing installation of an osushka of gas on the GPP No. 9 of the Urengoy gas-condensate field / D.G. Sirotin, V.K. Aliyev // Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin). – 2015. – № 4. – P. 109–123.
2. Sirotin D.G. An assessment of economic efficiency from introduction of a koriolisovy flow-meter on installation of an absorbing osushka of GPP gas No. 9 of the Urengoy gas-condensate field / D.G. Sirotin, V.K. Aliyev // Science and the world. – Volgograd : LLC Nauchnoye obozreniye Publishing House, 2015. – V. 3. – № 12 (28). – P. 142–148.
3. Official site of LLC Gazprom dobycha Urengoy [An electronic resource]. – URL : <http://www.ugp.ru>
4. Ananenkov A.G. Industrial control system of crafts of the gas-condensate field of Far North / A.G. Ananenkov, G.P. Stavkin, E.G. Talybov. – M. : Subsoil – the Business center, 2000. – 232 p.
5. Volchkevich L.I. Automation of productions / L.I. Volchkevich. – M. : Mechanical engineering, 2005. – 380 p.
6. Gorev S.M. Automation of productions of the oil and gas industry / S.M. Gorev. – Petropavlovsk-Kamchatsky : KamchatGTU, 2003. – Part 1. – 121 p.
7. Andreyev E.B. Automation of technological processes of production and preparation of oil and gas: manual / E.B. Andreyev, A.I. Klyuchnikov. – M. : Subsoil – the Business center, 2008. – 399 p.
8. Series sensors Metran [An electronic resource]. – URL : <http://www.metran.ru>
9. The dew point analyzer interferential «KONG-Prima-10»: [Electronic resource]. – URL : <http://www.npovympel.ru>
10. Signaling device stationary STM-10 combustible gases [An electronic resource]. – URL : <http://www.analitpribors.ru>
11. Safety rules for the oil and gas industry of PB 08-624-03: [Electronic resource]. – URL : <http://www.complexdoc.ru>
12. «Mixes explosive. Classification and test methods» GOST 12.1.011-78\*: [Electronic resource]. – URL : <http://www.fireman.ru>
13. Automation of process of an osushka of gas on installation of complex preparation of gas No. 9 of the Urengoy gas-condensate field: [Electronic resource]. – URL : [http://knowledge.allbest.ru/manufacture/2c0b65625b3bd79a5c53b89521216c37\\_0.html](http://knowledge.allbest.ru/manufacture/2c0b65625b3bd79a5c53b89521216c37_0.html)

УДК 330.342.22

## ФОРМАЛЬНЫЕ И РЕАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В РОССИИ

### FORMAL AND REAL CONDITIONS OF ECONOMIC SECURITY IN RUSSIA

**Арутюнов Татос Владимирович**  
аспирант кафедры Нефтегазового дела  
имени профессора Г.Т. Вартумяна,  
Кубанский государственный  
технологический университет  
arutyunov-tatos@mail.ru

**Arutyunov Tatos Vladimirovich**  
postgraduate student of pulpit oil and gas  
deal of the name of the professor  
G.T. Vartumyan,  
Kuban State University of Technology  
arutyunov-tatos@mail.ru

**Аннотация.** В статье рассмотрены особенности экономической безопасности России, приведены теоретические основы национальной экономической безопасности, показан анализ обеспечения экономической безопасности России на современной этапе, рассмотрены перспективы обеспечения экономической безопасности. В настоящее время важно рассмотрение экономической составляющей и обеспечения региональной безопасности, поскольку экономические отношения и экономика в целом определяют развитие любого общества, любого государства.

**Ключевые слова:** национальная экономическая безопасность, структура экономической безопасности, сущность экономической безопасности, индикаторы экономической безопасности, сланцевый газ, газовая революция, энергетическая безопасность.

**Annotation.** The article describes the features of the theoretical basis of national economic security, shows the analysis of ensuring Russia's economic security of Russia's economic security, are given at the present stage, the prospects of economic security. At present, it is important to consider the economic component and regional security, as economic relations and the economy in general determine the development of any society, any state.

**Keywords:** national economic security, economic security structure, essence of economic security, indicators of economic security, shale gas, gas revolution, energy security

Экономическая безопасность государства представляет собой защищённость экономики страны от внешних и внутренних угроз, при которой обеспечивается возможность и способность создать достойные социально-экономические условия стабильного функционирования и развития личности, общества и государства.

Важно рассмотрение экономической составляющей и обеспечения региональной безопасности, поскольку экономические отношения и экономика в целом определяют развитие любого общества, любого государства.

Современное общество со всех сторон подвержено риску: развитие новых технологий, огромное влияние научно-технического прогресса на человека, изменение климата, рост числа новых заболеваний, появление геополитических центров экономического развития, техногенные катастрофы, дефицит энергоресурсов – всё это заставляет трансформировать роль государства в области экономической безопасности.

Можно без преувеличения утверждать, что, во-первых, все сферы жизнедеятельности человека в той или другой степени содержат своего рода индикаторы, сигнализирующие о возможных опасностях, которые нужно учесть при определении выдвигаемых обществом, корпорациями и личностью целей и при их осуществлении. Во-вторых, значение понятия «безопасность» усиливается из-за возрастания многовариантности и альтернативности целеполагания и методик осуществления целей. Нельзя отдавать предпочтение тем или другим вариантам прогнозирования развития экономики, осуществления инвестиций, формирования бюджета страны без оценки их социально-экономических последствий в виде критериев и индикаторов безопасности. В-третьих, ведущее значение безопасности в системе главных понятий человеческой деятельности, а не только в философском, экономическом, социологическом и политическом аспектах особенно чётко проявляется в войнах, техногенных катастрофах, кризисах, террористических актах.

### ***Теоретические основы национальной экономической безопасности***

#### ***Понятие экономической безопасности***

Буквально дословно безопасность означает отсутствие опасности. Подобное представление еще называют безопасностью в узком значении этого слова. В практическом плане такое значение имеет достаточно условный характер, поскольку в реальной жизни ситуации с полным отсутствием угроз встречаются довольно редко.

Более реалистичным является широкое значение безопасности, вытекающее из фактического взаимодействия индивидов и социальных объектов с многочисленными обстоятельствами и факторами, оказывающими на них негативное и деструктивное воздействие. Предотвращение, ослабление, нейтрализация этих воздействий, наносящих ущерб существованию, благополучию, нормальному функционированию людей, социальных объектов, а также поддержание их жизнедеятельности на уровне не ниже предельно допустимых (критических) значений и даёт представление о безопасности в более широком плане. Вместе с тем существуют еще несколько смысловых значений безопасности как социального явления.

Становление и развитие человеческого общества всегда было связано с преодолением различных угроз, которые исходили от природы, врагов, технических объектов и пр. Поэтому важнейшим условием функционирования и развития человеческого общества является обеспечение безопасности.

Что же следует понимать под «экономической безопасностью»? Чтобы облегчить понимание данной категории необходимо дать характеристику термину «безопасность» и определить, в чем заключается его суть. Исходя из самого простого логического ряда, термин «безопасность» означает отсутствие опасности; применительно к экономике оно может быть доопределено как состояние защищённости жизненно важных интересов общества и государства от внутренних и внешних угроз. Не менее важной для индивида является адекватная личная оценка уровня безопасности, при этом оценка безопасности для субъекта может не совпадать с её реальным уровнем; масштабы этого расхождения зависят от полноты и глубины информации о текущей ситуации, от степени влияния её изменений на состояние безопасности... Но, в любом случае, потребность в защите от нежелательных внешних воздействий и радикальных внутренних изменений, иначе говоря, потребность в безопасности – это базовая, основополагающая потребность, как жизни отдельного человека, семьи, так и различных объединений людей, включая общество и государство.

Безопасность – это состояние защищённости жизненно важных интересов личности, общества и государства от внутренних и внешних угроз.

Вообще, категория экономической безопасности по-разному трактуется в научной литературе. Так, например, по мнению В.Л. Тамбовцева, «... под экономической безопасностью той или иной системы нужно понимать совокупность свойств состояния её производственной подсистемы, обеспечивающую возможность достижения целей всей системы». Тогда как В.А. Савин считает, что «... экономическая безопасность представляет систему защиты жизненных интересов России. В качестве объектов защиты могут выступать: народное хозяйство страны в целом, отдельные регионы страны, отдельные сферы и отрасли хозяйства, юридические и физические лица как субъекты хозяйственной деятельности».

Итак, в общем смысле слова, под экономической безопасностью следует понимать одну из важнейших качественных характеристик экономической системы, определяющую ее способность поддерживать нормальные условия жизнедеятельности населения, устойчиво обеспечивать ресурсами народное хозяйство в процессе его развития. Экономическая безопасность государства представляет собой сложную и многоплановую конструкцию. Будучи частью системы национальной безопасности, она одновременно составляет основу для формирования всех входящих в её структуру элементов: военной, технологической, продовольственной и экологической безопасности.

Немаловажно отметить тот факт, что обеспечение экономической безопасности обусловлено провозглашенной экономической политикой и функционирующей системой общественных отношений, совокупностью материальных и духовных ценностей,

разделяемых большей частью общества. Поэтому общество и индивидум могут и должны требовать (или ожидать) от экономики следующее:

- удовлетворение потребностей с учетом сложившихся представлений об уровне цивилизованных социальных норм;
- защита перед природными и антропогенными катаклизмами;
- обеспечение целостности экономического и территориального устройства для устойчивого развития.

Опыт показывает, что только надежная, эффективная система обеспечения экономической безопасности может служить гарантом суверенитета и независимости страны, её стабильного и устойчивого социально-экономического развития. В свою очередь, любые изъяны в ней способны причинить ущерб не только экономическим интересам, но внутренней и внешней безопасности и привести к снижению авторитета государства, защищённости его населения. На основе национального опыта можно говорить о том, что в условиях формирования рыночной экономики сужение сферы безопасного существования российского общества способно оказать негативное воздействие на развитие и функционирование отдельных граждан, семей, организаций, государства и общества в целом, усугубляя кризисные элементы в экономике.

Отсюда в условиях экономики России всё более очевидна необходимость квалифицированного государственного регулирования, при этом с течением времени споры о её правомерности перешли из области «за или против регулирования как такового» в сферу выбора направлений и инструментов регулирования. Как показывает практика, усиление государственной активности наиболее актуально для финансовой, кредитно-денежной, инвестиционной и внешнеэкономической сферы.

Таким образом, в данной работе предполагается более детально рассмотреть аспект государственного регулирования экономической деятельности в рамках обеспечения экономической безопасности, особое внимание предполагается уделить таможному регулированию.

#### *Структура экономической безопасности*

Важно подчеркнуть, что экономическая безопасность не есть некая абстрактная теоретическая конструкция. Защищенность национальных интересов обеспечивается готовностью и способностью институтов власти создавать механизмы реализации и защиты интересов развития отечественной экономики, поддержания социально-политической стабильности общества.

Виды экономической безопасности:

- финансовая;
- энергетическая;
- оборонная;
- оборонно-промышленная;
- продовольственная.

Финансовая безопасность – это такое состояние финансово-банковской системы, при котором государство может в определенных пределах гарантировать общеэкономические условия функционирования государственных учреждений власти и рыночных институтов.

Основные структурные звенья финансовой безопасности для России – федеральный бюджет, бюджеты регионов, консолидированный бюджет, финансовый рынок, государственный долг (внутренний и внешний), платежный баланс, финансы корпораций и домашних хозяйств.

Энергетическая безопасность – состояние топливно-энергетических отраслей.

Энергетическая безопасность – важнейшая составная часть национальной безопасности, во многом зависящая от надежности энергоснабжения потребителей всех регионов страны.

Оборонная безопасность – состояние структуры армии, её готовность к отражению внешних угроз.

Необходимы разработка системы геополитических интересов России, определение условий прочности её геополитического статуса и на этой основе аналитическая

оценка следующих составляющих частей оборонной безопасности под углом зрения современных угроз:

- количественного и качественного состава армии, её структуры, боевой и моральной готовности, управляемости войск, взаимодействия различных родов войск и т.д.;
- состояния и качества оборонных сооружений, обустройства границ и т.д.;
- состояния и качественного состава всех видов вооружения.

Оборонно-промышленная безопасность – это состояние военно-промышленного комплекса, его способность к поддержанию военной (оборонной) безопасности при самом неблагоприятном развитии международной ситуации и угрозах понижения геополитического статуса России.

Аналитическая характеристика оборонно-промышленной безопасности с позиции структуры современных угроз содержит следующие оценки:

- состояние мощностей, способных производить вооружение, по количеству и качеству соответствующее требованиям военной доктрины;
- состояние квалифицированных кадров;
- состояние научно-исследовательских и конструкторских организаций, способных разрабатывать новые, современные виды вооружений.

Продовольственная безопасность – такое состояние экономики России, в том числе её АПК, при котором население обеспечено соответствующими ресурсами, потенциалом и гарантиями и без уменьшения государственного продовольственного резерва независимо от внешних и внутренних условий удовлетворяются его потребности в продуктах питания в соответствии с физиологическими нормами.

Обеспечение продовольственной безопасности способствует устойчивому социальному климату в обществе. При отсутствии необходимых запасов и резервов в регионах может возникнуть недовольство населения, что позволяет считать продовольственную проблему важнейшим структурным элементом, обеспечивающим национальную безопасность страны. В основе обеспечения продовольственной безопасности лежит организация всего АПК – от выращивания растений и животных до его обеспечения средствами производства и реализации конечной продукции. Это проблемы трудовых ресурсов, сырья, материалов и т.п., охватывающие крупные межотраслевые, а по сути, национальные проблемы.

Структура системы экономической безопасности включает шесть блоков, соответствующих основным её категориям и понятиям:

1. Концепция и Стратегия национальной безопасности (например, концепция национальных интересов России).
2. Национальные интересы России в сфере экономики (например, конкурентоспособность государства, бизнеса, личности).
3. Угрозы в сфере экономики (например, государственный долг, внутренний и внешний).
4. Индикаторы экономической безопасности (150 показателей).
5. Пороговые значения индикаторов экономической безопасности (например, объём ВВП или доля в ВВП расходов на оборону).
6. Организационная структура экономической безопасности (например, Совет безопасности РФ, Управление экономической безопасности, Межведомственная комиссия по безопасности в области экономики).

### ***Анализ обеспечения экономической безопасности России на современной этапе***

*Сущность экономической безопасности с учётом российской действительности*

Проблемы обеспечения экономической безопасности России как неперемогенного условия её возрождения привлекают к себе всё более пристальное внимание политических деятелей, экспертов, самых широких слоев народонаселения. Такое интерес отнюдь не случайно. Масштабы угроз и даже реальный ущерб, нанесённый экономической безопасности страны, выдвигают вышеназванные проблемы на авансцену общественной жизни.

Свой вклад в рассмотрение и изучение экономической безопасности в России внесли такие авторы как Авдийский В.И., Дадалка В.А., Дрейшев Б.В., Кашурников С.Н., Коржов Г.В., Кудров В.М., Самуэльсон Пол А., Нордхаус Вильям Д.

Современная научная литература содержит достаточно большое количество определений безопасности, в общем виде которые можно сформулировать как состояние защищённости жизненно важных интересов личности, общества и государства от внутренних и внешних угроз. Термин «экономическая безопасность» появился сравнительно недавно.

Под экономической безопасностью понимается такое состояние хозяйства и институтов власти, при котором обеспечивается подлинная защита национальных общенародных интересов от потенциальных угроз в целях преодоления кризиса, сокращения главных цивилизационных ценностей, природных богатств и основных производственных ресурсов, создание условий для устойчивого и социально направленного развития, поддержания политической стабильности и оборонной достаточности страны в случае реализации даже критических сценариев развития внутренней и международной ситуации.

Понятие «экономическая безопасность» в литературе рассматривается очень широко. Сама экономическая безопасность имеет достаточно сложную внутреннюю структуру. Можно отметить три её важных элемента:

- экономическую самостоятельность, которая в критериях современного мирового хозяйства никак не носит абсолютного характера. Международное разделение труда делает национальные экономики взаимозависимыми друг от друга. В данных критериях экономическая самостоятельность означает возможность контроля страны за государственными ресурсами, приобретение такого уровня производства, эффективности и свойства продукции, который гарантирует её конкурентоспособность и позволяет на равных участвовать в мировой торговле, обмене научно-техническими достижениями;

- стабильность и устойчивость государственной экономики, предполагающие охрану собственности во всех её формах, создание надёжных условий и гарантий для предпринимательской активности, борьба с криминальными структурами в экономике, недопущение серьёзных разрывов в распределении доходов, грозящих вызвать общественные потрясения, и т.д.;

- способность к саморазвитию и прогрессу, что особенно важно в современном динамично развивающемся мире. Создание подходящего климата для инвестиций и инноваций, неизменная модернизация производства, повышение профессионального, образовательного и общекультурного уровня тружеников становятся важными и обязательными критериями устойчивости и самосохранения государственной экономики.

Таким образом, экономическая безопасность – это совокупность условий и причин, обеспечивающих независимость государственной экономики, её стабильность и устойчивость, способность к постоянному обновлению и самосовершенствованию.

Содержание понятия «экономическая безопасность РФ» может быть рассмотрено в сравнительно статичном состоянии как комплекс таких важных для государственной экономики элементов, как человеческие ресурсы, технико-производственный, технологический, продовольственный, энергетический, административный и информационный элементы (рис. 1).

Если теоретические размышления перевести на предмет нынешней реальной экономической безопасности, то отечественные специалисты отмечают, что современная российская экономика характеризуется двумя составляющими экономической безопасности: внешней и внутренней.

Внутренняя составляющая социально-экономической безопасности характеризуется низкой эффективностью экономики и динамикой негативных тенденций её развития, связанных с отсутствием государственного планирования экономики и её несбалансированной структурой в пользу сырьевого сектора, слабой конкурентоспособностью обрабатывающих отраслей и высокой зависимостью от экспорта сырьевых ресурсов, проблемами в социальной сфере.

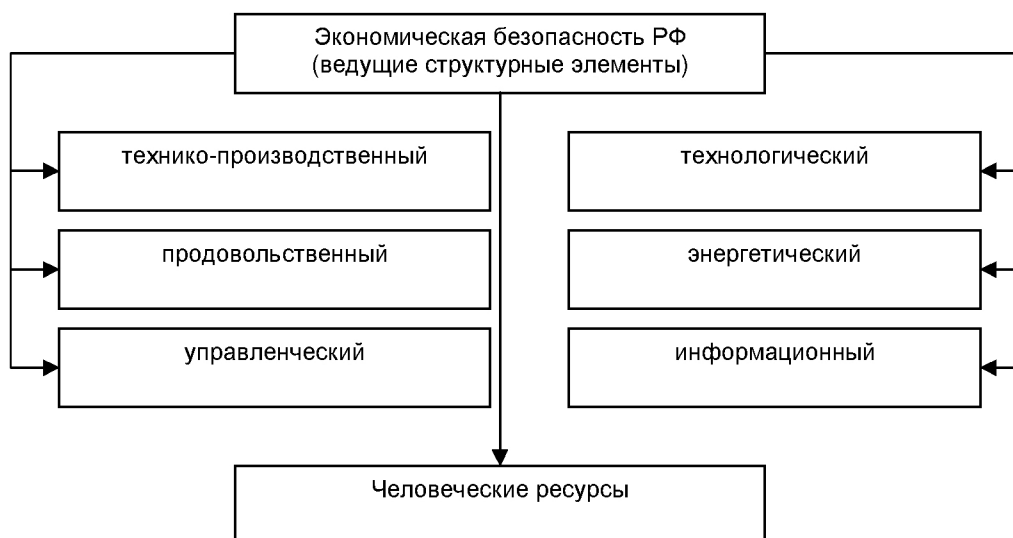


Рисунок 1 – Содержание понятия «экономическая безопасность РФ»

Внешняя составляющая включает такие позиции как сырьевая ориентация экспорта, зависимость от импорта продовольствия и фармацевтической продукции, внушительная внешняя задолженность.

Несомненно, главным элементом, обеспечивающим экономическую безопасность любой страны, являются *человеческие ресурсы* не только в количественном (катастрофически снижающемся), но и в качественном их выражении. К сожалению, здоровье народонаселения России существенно хуже, чем в индустриально развитых странах. В целом по интегральному показателю здоровья россияне находятся на 68-м месте в мире. Средняя трудоспособность русского рабочего, если оценивать по количеству лет работы, потерям рабочего времени вследствие заболеваний и несчастных случаев, энергичности на работе, в два раза ниже, чем рабочего США.

Значимой личностной характеристикой человеческих ресурсов является нравственность. В критериях технологической революции, постоянного усложнения производственных процессов профессионализм, компетентность и мораль человеческих ресурсов в значимой мере определяют экономическую сохранность общества.

Большое значение для обеспечения экономической безопасности страны имеет её технико-производственная составляющая. В итоге значимого роста импорта машин и оборудования в Россию начала складываться всё более ощутимая зависимость от западных поставок. Особенно высока она по металлообрабатывающему, металлургическому и химическому оборудованию. В случае обострения экономического положения или развязывания прямого военного противоборства такая зависимость может привести к значимым экономическим затруднениям. Вот почему так необходимо отечественное создание машинно-технической продукции высочайшего качества и в достаточном количестве.

Технологическая составляющая экономической безопасности подразумевает такое положение научно-технического потенциала страны, которое гарантирует в минимально короткие сроки самостоятельную разработку новейших технологических решений, обеспечивающих прорыв в ведущих отраслях гражданского и оборонного производства. Массовое же внедрение многообещающих технологий станет содействовать ускоренному переводу экономики на интенсивную модель развития, существенному изменению экспортно-импортной структуры русской экономики, ликвидации её экономической зависимости от зарубежных государств.

Индустриально развитые страны уделяют исключительное внимание развитию информационных технологий.

Развитие информационных сетей и спутниковой связи позволяет легко преодолевать национальные границы и придаёт жизни общества всё более глобальный характер. Освоение комплекса новейших информационных технологий и Интернета сравнивают с изобретением и распространением книгопечатания.

Для нашей страны вызов глобализации означает необходимость постепенного перехода от энергосырьевого экспорта к наиболее сбалансированному участию методом интеграции российского технологического потенциала в мировую экономику, экспорту наукоёмкой продукции и услуг.

Важной составляющей системы экономической безопасности является продовольственная составляющая, предполагающая способность сельскохозяйственного сектора экономики обеспечить народонаселение страны продовольствием, а индустрия – нужным сельскохозяйственным сырьем.

Сегодня угроза утраты продовольственной независимости страны становится весьма реальной. Архаичность сельского хозяйства и в целом продовольственного комплекса России резко ухудшилась в итоге избранного варианта проведения аграрной реформы.

В системе экономической безопасности велика роль энергетической составляющей, которая подразумевает обеспечение стабильности поставок энергоносителей для нужд государственной экономики и оборонного комплекса.

#### *Энергетический аспект экономической безопасности внешней торговли России в современных условиях*

В настоящее время во внешней торговле параллельно протекают два процесса: интеграция и глобализация. С одной стороны, глобализация стала широко распространённым экономическим и социально-политическим явлением, характеризующим все стороны мирового хозяйства. С другой стороны, интеграционные процессы по региональному признаку составляют противоположно направленный процесс. В связи с этим противоречием наблюдается рост рисков для национальных экономик.

Усиление влияния глобальной экономики на социально-экономическое развитие России происходит на фоне ужесточения конкуренции и повышения роли транснациональных факторов развития. В этой связи существенно возрастает роль внешнеторговой политики как одного из важнейших инструментов социально-экономического развития России, инновационного обновления и повышения конкурентоспособности экономики, обеспечения защиты национального рынка товаров и услуг.

Внешнеторговый аспект экономической безопасности России на пути интеграции в глобальные процессы имеет важную особенность. Сложившаяся к настоящему времени модель глобализации российской экономики, основанная преимущественно на экспорте сырья, энергоносителей, полуфабрикатов и импорте машин, оборудования, узлов, компонентов, содержит в себе очевидные экономические и торгово-политические угрозы. Однако сегодня именно они определяют специфику российской внешнеторговой деятельности, её приоритеты, преимущественные формы и меры государственного регулирования торговой деятельности.

При этом позиционирование России на мировом рынке как энергетической державы вызывает рост экономических рисков. Одним из потенциальных рисков является добыча сланцевого газа.

Сланцевый газ – природный газ, добываемый из сланца, состоящий преимущественно из метана. Благодаря резкому росту его добычи, названному «газовой революцией», в 2009 году США стали мировым лидером по добыче газа (745,3 млрд куб. м). В первом полугодии 2010 года крупнейшие мировые топливные компании потратили \$ 21 млрд на активы, которые связаны с добычей сланцевого газа. Ресурсы сланцевого газа в мире составляют 200 трлн. куб. м.

Про сланцевый газ в Америке знали давно, но только недавно начались серьёзные инвестиции в эту сферу, и уже в 2008 году его добыча стала заметной: больше половины американского газа стало добываться из всех трёх нетрадиционных источников (газ из плотных песчаников, метан из угольных шахт и сланцевый газ). При этом именно сланцевый газ обеспечил взрывной рост добычи, изменил правила игры на рынке, стал, по определению министерства энергетики США (DOE), game changer. С 2010 года DOE использует уже «политкорректное» название для газа из нетрадиционных источников (unconventionals) – газ из коллекторов с низкой проницаемостью (low permeability reservoirs). И это понятно: распространение активности на все новые



сланцевые залежи привело к тому, что добыча сланцевого газа в США выросла с 1 трлн. куб. футов (28,3 млрд куб. м) в 2006 году до 4,8 трлн. куб. футов (136 млрд куб. м) в 2010 году, что составило 23 % общей добычи газа в стране.

В июле 2011 года Институт Бейкера Университета Райс (Хьюстон, Техас) опубликовал доклад «Сланцевый газ и национальная безопасность США», подготовленный по заказу министерства энергетики США. Главный вывод доклада: развитие технологий освоения залежей сланцевого газа в Северной Америке существенно меняет расстановку сил в мировой энергетике и может заметно укрепить экономическое положение и геополитические позиции США. За последнее десятилетие произошло изменение парадигмы: США из крупного импортера природного газа превращаются в экспортера этого сырья.

Геополитические последствия этой «смены парадигмы» видятся авторам доклада следующим образом. Будет снижена зависимость США от импорта дорогого СПГ, сократится дефицит внешнеторгового баланса. Кроме того, более широкое использование природного газа снизит американские выбросы парниковых газов, а поставки американского газа на экспорт усилят конкуренцию производителей энергоресурсов на глобальных рынках, что положительно отразится на ценах. Увеличение поставок американского газа на мировой рынок сократит потенциальную угрозу со стороны формируемой «газовой ОПЕК» (форума стран-экспортёров газа, ФСЭГ) и ослабит энергетическое влияние в мире таких стран, как Россия, Венесуэла и Иран. Эти страны будут ограничены в возможностях применять «энергетическое оружие» и использовать «энергетическую дипломатию» в противовес интересам США на мировой арене. В частности, роль сланцевого газа на мировых рынках проявится в том, что ослабнут рычаги влияния России на Европу – поставки российского газа на европейские рынки упадут до 13 % (на пике в 2007 году они составляли 26 %).

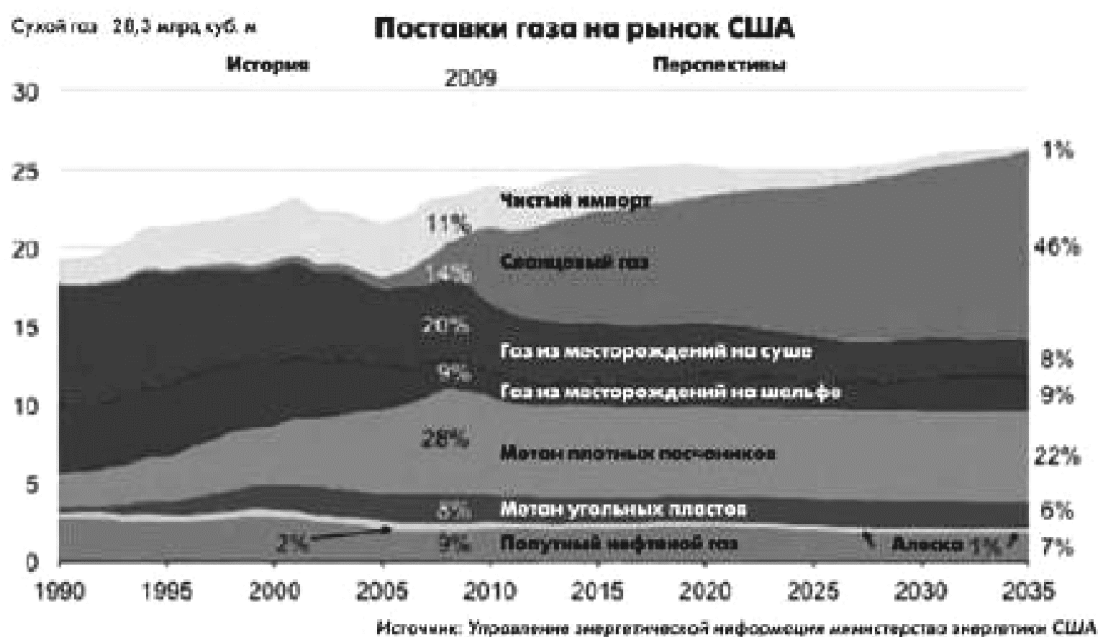


Рисунок 2 – Поставки газа на рынок США

Для обеспечения интересов энергетической безопасности как составной части экономической безопасности России весьма актуален поиск новых стратегических ориентиров экономического развития, выбор современной модели международной специализации, учитывающей национальные интересы в условиях дальнейшей глобализации мирового рынка. Одним из таких ориентиров может выступить развитие химической промышленности России за счет переориентации с внешнего рынка на внутренний: строительство новых заводов по производству СПГ, строительство нефтеперерабатывающих заводов, развитие отраслей химической промышленности.

Но кроме угроз на внешнем рынке есть ряд проблем на внутреннем, устранение которых позволит выйти на мировой уровень развития энергетического сектора внешней торговли:

- высокая степень износа основных фондов ТЭК (в электроэнергетике и газовой промышленности – почти 60 %; в нефтеперерабатывающей промышленности – 80 %);
- несоответствие производственного потенциала ТЭК мировому научно-техническому уровню, включая экологические стандарты;
- слабое развитие энергетической инфраструктуры в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке;
- зависимость российской экономики и энергетики от экспорта природного газа и нефти.

Анализ энергетической стратегии России позволил выделить факторы снижения угроз экономической безопасности:

- развитие и территориальная диверсификация энерготранспортной инфраструктуры;
- формирование нефтегазовых комплексов в восточных регионах страны;
- освоение углеводородного потенциала шельфа арктических морей и северных территорий России;
- развитие нетопливной энергетики;
- развитие энергосбережения;
- развитие химической промышленности.

#### *Экономическая безопасность России как условие обеспечения обороноспособности страны*

Анализ современной экономической ситуации в России свидетельствует о наличии большого числа рискообразующих факторов как внутри национального хозяйства, так и во внешней среде. Рискообразующие факторы – это процессы или явления, способствующие возникновению того или иного вида риска (угрозы, опасности) и определяющие его характер. В экономике действует большое количество рыночных рисков, порожденных разными рискообразующими факторами, которые можно разбить на несколько классификационных групп. По источнику возникновения рискообразующие факторы подразделяются на внутренние и внешние. Внутренние факторы продуцируются эндогенно, самой национальной экономикой, в то время как внешние – экзогенны и являются результатом функционирования внешней среды. Поскольку рискообразующие факторы возникают в различных сферах социально-экономической системы, логично определить их функциональную структуру. В соответствии с этим рискообразующие факторы могут возникать в сфере общественного производства и финансов, социальной и институциональной сферах и др.

Сопоставление внутренних и внешних угроз экономической безопасности России показывает, что наибольшую опасность для нашей страны представляют внутренние угрозы. Рискообразующие факторы ряда внешних угроз обусловлены в немалой степени внутренними проблемами российской экономики.

Проблема конкурентоспособности российской экономики не теряла своей актуальности ни во времена командно-административной экономики, ни в настоящее время. В бывшем СССР оторванность науки от производства, невосприимчивость государственных предприятий к нововведениям привели к серьезному отставанию на мировых рынках. Хотя, следует отметить, что существовавшая в прошлом экономическая система, хотя и не ставила перед собой цель быть конкурентоспособной по международным стандартам, но позволяла концентрировать огромные ресурсы на отдельных отраслях экономики и в определенных областях конкурировать и даже временно превосходить основных мировых конкурентов (США, страны Западной Европы и Японию). Конкурентоспособные отрасли до сих пор на слуху: ВПК, космос, фундаментальная наука, спорт, искусство. Но сегодня, несмотря на революционный переворот в политике и экономике, переход на рыночную систему хозяйствования, приватизацию крупнейших предприятий и открытие экономических границ страны, даже в выше перечисленных областях Россия потеряла прочные позиции (за исключением, пожалуй, вооружений) и стремительно теряет запас конкурентоспособности.

По своей сути конкурентоспособность – это синтез сравнительных и конкурентных преимуществ страны. Сравнительными национальными преимуществами экономики России являются дешёвый труд, богатые природные ресурсы (35 % мировых запасов сырья), благоприятные географические и климатические факторы. Конкурентные преимущества – это научно-технический и образовательный потенциал, новые технологии и инновации на всех стадиях – от дизайна нового продукта до его продвижения к потребителю. Россия располагает уникальными возможностями создания глобальных транспортных коридоров и иных коммуникаций, связывающих через её территорию Север Европы и Южную Азию, Запад Европы и Юго-Восточную Азию с помощью международных железнодорожных, автомобильных и авиационных сетей. В перспективе это может привести к снижению издержек производства, повышению объёмов производства и жизненного уровня населения.

По данным докладов, готовящихся для ежегодных международных экономических форумов в Давосе, Россия по своей конкурентоспособности находится на одном из последних мест из числа 59 стран, взятых для сопоставления. Сравнительно сильными сторонами российских фирм эксперты этих форумов считают инновационный потенциал, товарный дизайн, наличие технологических цепочек, объединяющих разные предприятия в одном производственном комплексе. Сравнительно слабыми сторонами они считают плохую ориентацию на потребителя (включая маркетинг) и низкое качество производственного процесса. К сильным сторонам российской предпринимательской среды эксперты форумов относят высокий уровень научно-исследовательских институтов, качество инженеров, конструкторов и учёных, разветвлённую сеть железных дорог. Слабые стороны, по их мнению – низкое качество телефонной и факсимильной связи, вялая конкуренция на региональном уровне и неэффективность антимонопольной политики.

Россия всё же обладает внушительным научно-техническим потенциалом. Общее количество её учёных составляет 850 тыс. человек. В стране действует около 4 тыс. научно-исследовательских институтов. Огромным научным потенциалом располагает весьма развитая система высшего образования. Тем не менее, результативность этого потенциала явно недостаточна.

Главными проблемами, снижающими эту результативность и влияющими на устойчивость системы экономической безопасности, являются:

- отставание России по технологическим параметрам от современных мировых научно-технологических лидеров, ведущие позиции которых определяют не военная сила и не экономическая мощь, а наука, знания, образованность населения, квалификация работников, заинтересованных в постоянном наращивании масштабов инновационного процесса. Следует отметить, что если у этих лидеров сегодня функционирует постиндустриальная экономика, экономика, базирующаяся на инновациях и прогрессирующих знаниях, то в России преобладает по существу начальный этап развития индустриальной экономики;
- неучастие России в широкомасштабном процессе создания инновационных сетей, которые включают в себя научно-технические ресурсы многих стран и являются важной опорой глобализации мировой экономики и неучастие в совместном научно-техническом творчестве разных стран и их корпораций в интересах не только бизнеса, но и экономического и научно-технического развития всего мира;
- низкая инновационная активность российских предприятий и слаборазвитое производственно-технологическое воплощение НИОКР в принципиально новых продуктах и продуктах повышенного качества. Так, лишь 5,2 % российских промышленных предприятий могут быть отнесены к инновационно активным (против 33 % в США). В результате США контролируют 40 % мирового рынка высокотехнологичных товаров, а Россия – лишь менее 0,5 %;
- отсутствие стратегии формирования конкурентной среды, которая бы позволяла проводить жёсткий отбор производителей по уровню их конкурентоспособности;
- сохранение непрозрачности отношений государства и бизнеса, науки и производства;
- отсутствие законодательной базы, гарантирующей нормальное функционирование здоровой конкурентной среды.

Созданный неблагоприятный климат для повышения конкурентоспособности российских предприятий требует принятия следующих срочных мер по обеспечению выживаемости российской экономики в условиях всё обостряющейся конкуренции на мировом рынке в процессе его глобализации:

1) разработка государственной научной политики с увязкой с инновационной и промышленной политикой, политикой нового этапа приватизации и политикой в отношении малого бизнеса;

2) ускорение научно-технического прогресса и повышение конкурентоспособности, ключ к которым лежит в свободном предпринимательстве, рыночных механизмах;

3) последовательное проведение политики по укреплению российской науки на базе укрепления фундамента реального сектора российской экономики, прежде всего, в части сельского хозяйства и промышленных отраслей, производящих предметы народного потребления;

4) перевод российского производства на инновационный путь развития:

- создание мощного комплекса инновационных производств, работающих в условиях зрелой рыночной инфраструктуры;

- последовательное проведение политики постоянной поддержки и расширения новых конкурентных преимуществ тех предприятий, которые ориентируются на выпуск новой технологичной продукции и создание собственных брэндов, при этом освобождаясь от неконкурентоспособных предприятий-банкротов;

- проведение антимонопольной политики с запрещением любой искусственной поддержки и лоббирования интересов отдельных, особенно неэффективных производителей;

- завершение реформы естественных монополий, направленной на формирование конкурентоспособных блоков внутренних производителей;

- разработка национальной программы повышения производительности труда и конкурентоспособности производства в целях стимулирования отечественного инновационного бизнеса, усиления связей между академическими институтами и вузами, отраслевыми НИИ и лабораториями и промышленными предприятиями;

- изменение налогового режима для инновационных фирм и подразделений;

- разработка надёжного законодательства по защите интеллектуальной собственности.

Факторами и условиями обеспечения вышеперечисленных мер, направленных на создание интеллектуальной экономики, основанной на знаниях, могут являться следующие:

1. Реформирование российской науки, включающее следующие этапы:

- коммерциализация сферы НИОКР (встраивание в рыночный механизм учёных, прикладное использование их достижений);

- ориентация исследований (в том числе и фундаментальных) на конкретные целевые программы, на конкретное финансирование научно-технических проектов, связанных с развитием инновационного бизнеса;

- выстраивание сетей «наука – эксперимент – производство» и увеличение в результате этого доли частного финансирования НИОКР при снижении доли государственного финансирования.

2. Обеспечение достаточного объёма финансирования научно-технической сферы. К сожалению, затраты на НИОКР в стране составляют порядка 12 млрд долл., в то время как в США – 264, в Евросоюзе – 150 и в Японии – 130 млрд долл. К тому же необходимо учесть, что значительная часть наших затрат на НИОКР по-прежнему идёт в военно-промышленный комплекс и почти не касается выпуска массовой отечественной продукции гражданского назначения.

3. Формирование тесной связи между сферой НИОКР и промышленностью:

- создание государственной системы поощрения предпринимателей за использование в производстве новейших достижений отечественной науки и техники;

- целевое финансирование особо важных и перспективных проектов;

- снижение налогов, предоставление специальных кредитов, лизинг новейших видов машин и оборудования под государственные гарантии.

4. Открытое признание государством приоритетности научно-технического прогресса и инновационного развития перед ростом производства. Государство должно иметь специальные программы по ускорению научно-технического прогресса и инновационному развитию российской промышленности. Такие программы имеются практически во всех развитых странах мира.

5. Расширение международного научно-технического сотрудничества, изучение полезного зарубежного опыта.

#### ***Перспективы обеспечения экономической безопасности России***

28 декабря 2010 года Президентом России подписан новый федеральный закон «О безопасности». В этом законе определены следующие виды деятельности по обеспечению безопасности, непосредственно касающиеся проблем экономической безопасности: прогнозирование, выявление, анализ и оценка угроз безопасности; определение основных направлений государственной политики и стратегического планирования в области обеспечения безопасности; применение социально-экономических мер в целях обеспечения безопасности.

Определение в федеральном законе указанных видов государственной деятельности по обеспечению безопасности предъявляет к проекту бюджета и к прогнозу социально-экономического развития страны требования по глубокому анализу наиболее вероятных угроз национальным интересам России, прежде всего, в области экономики.

В целях обеспечения системного анализа всех угроз экономической безопасности России осуществлено их структурирование и ранжирование по следующим блокам:

- угрозы первого уровня опасности;
- угрозы, им сопутствующие;
- угрозы второго уровня опасности.

Угрозы первого уровня опасности затрагивают реальный сектор экономики. Опасность этих угроз состоит, прежде всего, в том, что они воздействуют на масштабы российской экономики, определяющей ресурсную обеспеченность страны, способность отечественного производства обеспечить себя и население необходимыми мощностями и качественными конкурентоспособными товарами и услугами.

К ним относятся:

- угроза продолжающегося отставания России от развитых стран по масштабам экономики и конкурентоспособности;
- несбалансированная структура экономики и товарных рынков;
- отсутствие развитого машиностроительного и потребительского комплексов;
- медленная диверсификация производства;
- слабая активизация инновационных процессов;
- неустойчивость роста добычи нефти и газа;
- отсутствие мер, стимулирующих рост мелиорации земель, производства комбикормов, обеспеченности сельских товаропроизводителей современной техникой и т.д.;
- низкая инвестиционная активность предпринимателей, в том числе государства.

Государство, если оно всерьёз озабочено модернизацией экономики, должно стать главным генератором активизации модернизационно-инновационных процессов.

Угрозы, сопутствующие угрозам первого уровня опасности:

- безработица;
- замедление роста доходов населения, снижения бедности и имущественного расслоения населения;
- медленное решение жилищной проблемы в стране;
- медленное улучшение состояния отраслей социальной сферы;
- деформированная структура экспорта и импорта.

Следует подчеркнуть, что блок угроз экономической безопасности, названных сопутствующими, может быть преодолен только в результате достижения достаточно высоких темпов экономического роста и диверсификации производства на инновационной основе, в том числе и за счёт крупных бюджетных инвестиций.

Угрозы экономической безопасности второго уровня.

В этот блок угроз экономической безопасности внесены угрозы, возникающие в финансовой сфере. Их возникновение связано с особенностями бюджетной политики 2012–2014 гг., ориентированной на максимальное сдерживание бюджетных расходов и необоснованное снижение дефицита бюджета, что замедляет темпы экономического роста и инновационного развития экономики.

Среди угроз второго уровня в настоящее время наиболее значимыми являются:

- дефицит бюджета;
- монетизация экономики;
- инфляция;
- низкая кредитная активность банков, высокая волатильность валютного и финансового рынков, внешний и внутренний долг, бегство капитала.

Принятие в декабре 2010 года федерального закона «О безопасности» предъявляет особые требования к государственной деятельности по прогнозированию, выявлению, анализу и оценке угроз безопасности, применению социально-экономических мер в целях обеспечения безопасности, осуществлению стратегического планирования в области обеспечения безопасности и др.

В качестве наиболее востребованных мер по обеспечению экономической безопасности представляется целесообразным:

- закрепить за каждым министерством экономического блока правительства круг вопросов и показателей, по которым оно осуществляет прогнозирование, анализ, выявление и оценку угроз, и стратегическое планирование в области обеспечения экономической безопасности;
- установить, что головным в области организации и координации государственной деятельности в области обеспечения экономической безопасности является Минэкономразвития РФ, что должно быть отражено в его Положении;
- восстановить разработку в составе ежегодных докладов о прогнозе социально-экономического развития Российской Федерации специального раздела об изменении уровня экономической безопасности;
- разработать и принять новую редакцию Стратегии или Доктрины экономической безопасности с включением в неё количественных параметров пороговых значений экономической безопасности.

Разработка пороговых значений экономической безопасности России, включая финансовые индикаторы, индикаторы развития реального сектора экономики и социальной сферы, позволят давать более качественную оценку состояния российской экономики, а значит, и выработать более действенные пути и меры по её улучшению и модернизации.

Период 2012–2014 гг. знаменует собой вхождение российской экономики в посткризисный этап социально-экономического развития. Главной задачей бюджетного планирования в этот период и главной трудностью в этих условиях стало достижение оптимального баланса между финансовым обеспечением стоящих перед российской экономикой задач и снижением дефицита бюджета.

Федеральный бюджет и прогноз социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2014 года характеризуется некоторыми позитивными чертами. Однако эти позитивные сдвиги совершенно недостаточны, чтобы придать российской экономике новый облик. Прогнозируется плавно-инерционное развитие российской экономики, без заметных усилий государства по прорывному ускорению модернизационно-инновационных процессов.

В Федеральном бюджете продолжает использоваться ничем не обоснованный подход, ориентированный преимущественно на минимизацию бюджетных расходов и дефицита бюджета, а не на финансовое обеспечение насущных социально-экономических проблем, что снижает возможность активно влиять на темпы экономического роста и модернизационно-инновационные процессы. Предусматривается последовательное уменьшение бюджетного содействия решению социально-экономических проблем. Поэтому такой низкий рост в реальном выражении бюджетных расходов представляется преждевременным, не отвечающим современным задачам социально-экономического развития России, противоречащим курсу на ускорение экономического роста и модернизационно-инновационных процессов.

Представляются недостаточными предусмотренные прогнозом социально-экономического развития Российской Федерации инерционные темпы экономического роста. Эти темпы экономического роста делают проблематичным решение задачи выхода России даже к 2020 году в пятёрку наиболее экономически развитых стран мира.

Следует отметить, что приведённые в бюджете данные о диверсификации производства на инновационной основе не раскрыты должным образом, хотя именно это должно быть в центре внимания при разработке и рассмотрении перспективных направлений бюджетной политики. Необходимо существенно пересмотреть в будущем состав приложений к бюджету и прогнозу социально-экономического развития страны, дополнив их детальными данными о расходах на модернизационно-инновационные нужды и результатах этих расходов. В главных экономических документах страны необходимо чёткое выделение модернизационно-инновационной составляющей.

Продолжает оставаться острой проблема недостаточно быстрого роста доходов населения. Упорное продолжение подсчёта уровня бедности путём сравнения с величиной прожиточного минимума, который давно перестал отражать современные жизненные стандарты, затушёвывает массу проблем, создаёт ложное, обманчивое представление о возможности её решения в обозримом периоде обычными инерционными мерами.

Сильным социальным раздражителем продолжает оставаться состояние отраслей социальной сферы и жилищно-коммунального хозяйства. В то же время весьма позитивными следует признать направления бюджетных расходов на развитие здравоохранения и образования.

Необходимо признать, что решение жилищной проблемы на минимально необходимом уровне, т.е. при доведении жилищной обеспеченности к 2020 году хотя бы до 30–35 кв. м на человека, например, как в странах Восточной Европы, расселение коммуналок, ликвидация ветхого и аварийного жилья возможно только за счёт бюджетных инвестиций в жилищное строительство. Необходимо дать принципиальную оценку управленческим решениям, направленным на получение сиюминутной экономии в жилищной сфере, без учёта будущих последствий.

Другим социальным раздражителем здесь является рост тарифов на услуги ЖКХ. Темпы их прироста сегодня в 2 раза выше инфляции. При этом качество этих услуг не улучшается, а порой ухудшается. Реформы, проводимые в ЖКХ, не удалась. Потеряна управляемость отрасли и ответственность управленческих структур за стоимость и качество предоставляемых в сфере ЖКХ услуг.

Подводя итоги, можно сказать, что перед Россией стоит, во-первых, задача формирования науки, иначе без этого увеличение её финансирования не даст необходимого эффекта, во-вторых, перевод российского промышленного производства на инновационный путь развития на базе экономики, основанной на знаниях и, в-третьих, расширение научно-технических связей и партнёрства с мировыми научно-технологическими лидерами. При этом инновационная способность является важнейшим фактором конкурентоспособности. Если страна обладает такой способностью, то она имеет стратегическое преимущество. Следовательно, необходимо сформировать современные механизмы связи науки и бизнеса, обеспечить конкретный выбор приоритетов и «точек роста» на инновационной основе.

Россия может и должна интегрироваться в мировое научно-техническое пространство, стать достойным партнёром мировых научно-технических лидеров в области инноваций и торговли высокотехнологичными продуктами. Ведь несмотря на уход из науки и конструкторских бюро многих учёных и изобретателей, Россия всё же сохранила свой внушительный научно-технический потенциал. В нашей стране работает 12 % всех учёных планеты (четвёртое место после США, Японии и Китая), однако главная проблема заключается в том, что слабо развито инновационное предпринимательство. Мы включены в процесс глобализации и являемся частью этой целостной системы. Но это включение относится, прежде всего, к сырьевым отраслям, что позволяет характеризовать нас как «сырьевой придаток экономики западных стран». Но, во-первых, Россия продаёт сырьё не только на Запад, но и странам СНГ и Китаю. Во-вторых, масштабный экспорт сырья ещё не снимает перспектив индустриального и постиндустриального развития для страны.

Будущее место России в мире в целом и в евро-атлантическом регионе в частности зависит, прежде всего, от политики, мер и действий российского руководства,

общества и государства, от масштаба и интенсивности экономических реформ, от степени интеграции в мировое хозяйство в условиях грамотного сочетания рыночной среды, расширяют и углубляют которую научно-технический прогресс с инновационной экономикой и государственное регулирование.

Таким образом, главным фактором обеспечения экономической безопасности России является повышение конкурентоспособности российской экономики при активизации инвестиционного процесса, а также сохранении науки и перевода её на приоритетное финансирование.

### Литература:

1. Абалкин Л.И. Экономическая безопасность России: угрозы и их отражение / Л.И. Абалкин // Вопросы экономики. – 1994. – № 12. – С. 3.
2. Авдийский В.И. Национальная экономическая безопасность в условиях глобализации / В.И. Авдийский // Международное публичное и частное право. – 2012. – № 2. – С. 9–10.
3. Баранов В.Д. Экономическая безопасность внешнеторговой сферы в условиях глобализации экономики : автореф. дисс. ... д-ра эконом. наук. – М., 2011.
4. Борисов Е.Ф. Экономическая теория: учебник / Е.Ф. Борисов. – М. : Юрайт-М, 2002. – 384 с.
5. Борисов К.Г. Международное таможенное право / К.Г. Борисов. – М. : Издательство Российского университета дружбы народов, 2010.
6. Боташева Л.Э. О некоторых вопросах обеспечения экономической безопасности на муниципальном уровне / Л.Э. Боташева // Общество и право, 2010. – № 4. – С. 77–79.
7. Буглай В.Б. Международные экономические отношения / В.Б. Буглай, Н.Н. Ливенцев. – М. : Финансы и статистика, 2009.
8. Вардуль Н. Когда перестанут покупать газ / Н. Вардуль // Новая газета, 17 ноября 2010.
9. Глазьев С. Основа обеспечения экономической безопасности страны – альтернативный реформационный курс / С. Глазьев // Российский экономический журнал. – 1997. – № 2. – С. 16–17.
10. Голуб А.А. Экономика природных ресурсов / А.А. Голуб, Е.Б. Струкова. – М. : Аспент Пресс, 2006. – 319 с.
11. Данилов Р.В. Экономическая безопасность внешней торговли России в современных условиях (энергетический аспект) / Р.В. Данилов // Таможенное дело. – 2012. – № 2. – С. 15–17.
12. Иванов Н. Сланцевый газ и медный таз / Н. Иванов // Новая газета, 6 октября 2011.
13. Кудров В.М. Перспективы развития российской науки до 2015 года / В.М. Кудров // Экономика 21 века. – 2008. – № 7. – С. 137–156.
14. Курс экономической теории: Общие основы экономической теории. Микроэкономика. Макроэкономика. Основы национальной экономики: учебное пособие для студентов вузов / Руководитель авторского коллектива и науч. ред. А.В. Сидоровича; МГУ им. М.В. Ломоносова. – М. : Изд-во «Дело и Сервис», 2007. – 1040 с.
15. Курс экономической теории: учебник / Под общей редакцией Чепурина М.Н., Киселёвой Е.А. – Киров : «АСА», 2007. – 848 с.
16. Основы таможенного дела. Учебник для слушателей таможенной академии и студентов вузов / Под редакцией В.Г. Драганова. – М. : Экономика, 2008. – 687 с.
17. Официальный сайт издательства «Российская газета» [Электронный ресурс]. – URL : <http://www.rg.ru>
18. Официальный сайт Министерства экономического развития РФ [Электронный ресурс]. – URL : <http://www.economy.gov.ru>
19. Петров В.И. Таможенный контроль товаров, подлежащих нетарифным мерам регулирования ВЭД / В.И. Петров. – Ростов-на-Дону : Ростовский филиал РТА, 2009.
20. Промышленность России, 2008. Стат. сб. / Госкомстат России. – М., 2008. – 381 с.
21. Ромащенко Т.Д. Экономическая безопасность национального хозяйства: теория, методология, формирование в России: монография / Т.Д. Ромащенко. – Воронеж : Издательство Воронежского государственного университета, 2009. – 216 с.
22. Россия и страны мира: сб. стат. // Госкомстат России. – М., 2008. [Электронный ресурс]. – URL : [http://www.gks.ru/bgd/regl/b08\\_39/Main.htm](http://www.gks.ru/bgd/regl/b08_39/Main.htm)
23. Самуэльсон П. Экономика / П. Самуэльсон, В. Нордхаус. – М. : Вильямс, 18-е изд., 2008. – 214 с.
24. Тарасевич Л.С. Макроэкономика: учебник / Л.С. Тарасевич, П.И. Гребенников, А.И. Леусский. – 5-е изд., испр. и доп. – М. : Юрайт-Издат, 6-е изд., 2006. – 378 с.
25. Федеральный закон от 28.12.2010 № 390-ФЗ «О безопасности».
26. Экономическая безопасность / Под ред. В.К. Сенчагова. – М. : Дело, 2008. – 859 с.



27. Экономическая и национальная безопасность / Под ред. Гончаренко Л.П. – Издательство «Экономика», 2008. – 543 с.

28. Формальные и реальные условия обеспечения экономической безопасности в России [Электронный ресурс]. – URL : [http://knowledge.allbest.ru/economy/2c0a65635a2ac69b5c43b89521206c27\\_0.html](http://knowledge.allbest.ru/economy/2c0a65635a2ac69b5c43b89521206c27_0.html)

### **References:**

1. Abalkin L.I. Economic security of Russia: threats and their reflection / L.I. Abalkin // *Economy Questions*. – 1994. – № 12. – P. 3.
2. Avdiysky V.I. National economic security in the conditions of globalization / V.I. Avdiysky // *International public and private law*. – 2012. – № 2. – P. 9–10.
3. Baranov V.D. Economic security of the foreign trade sphere in the conditions of globalization of economy : the abstract of the thesis for degree of the Doctor of Economics. – M., 2011.
4. Borisov E.F. Economic theory: textbook / E.F. Borisov. – M. : Yurayt-M, 2002. – 384 p.
5. Borisov K.G. International customs law / K.G. Borisov. – M. : Publishing house of the Russian Peoples' Friendship University, 2010.
6. Botasheva L.E. About some questions of providing economic security at the municipal level / L.E. Botasheva // *Society and right*, 2010. – № 4. – P. 77–79.
7. Buglay V.B. International economic relations / V.B. Buglay, N.N. Liventsev. – M. : Finance and statistics, 2009.
8. Vardul N. When cease to buy gas / N. Vardul // *the New newspaper*, on November 17, 2010.
9. Glazyev S. A basis of providing economic security of the country – an alternative reformational course / S. Glazyev // *the Russian economic magazine*. – 1997. – № 2. – P. 16–17.
10. Golub A.A. Ekonomika of natural resources / A.A. Golub, E.B. Strukova. – M. : Aspent Press, 2006. – 319 p.
11. Danilov R.V. Economic security of foreign trade of Russia in modern conditions (power aspect) / R.V. Danilov // *Customs affairs*. – 2012. – № 2. – P. 15–17.
12. Ivanov N. Slate gas and copper basin / N. Ivanov // *New newspaper*, on October 6, 2011.
13. Kudrov V.M. Prospects of development of the Russian science till 2015 / V.M. Kudrov // *Economy of 21 centuries*. – 2008. – № 7. – P. 137–156.
14. Course of the economic theory: General bases of the economic theory. Microeconomics. Macroeconomic. Fundamentals of national economy: manual for students higher education institutions / Head of a group of authors and scientific editor A.V. Sidorovich; Lomonosov Moscow State University. – M. : Business and Service publishing house, 2007. – 1040 p.
15. Course of the economic theory: the textbook / Under general edition Chepurin M.N., Kiselyovoy E.A. – Kirov : «ACA», 2007. – 848 p.
16. Fundamentals of customs affairs. The textbook for students of customs academy and students of higher education institutions / Under V.G. Draganov's edition. – M. : Economy, 2008. – 687 p.
17. Official site of Russian Newspaper publishing house [An electronic resource]. – URL : <http://www.rg.ru>
18. Official site of the Ministry of Economic Development of the Russian Federation [An electronic resource]. – URL : <http://www.economy.gov.ru>
19. Petrov V.I. Customs control of the goods which are subject to non-tariff measures of regulation of foreign trade activities / V.I. Petrov. – Rostov-on-Don : Rostov branch of RTA, 2009.
20. Industry of Russia, 2008. Statistical collection / Goskomstat of Russia. – M., 2008. – 381 p.
21. Romashchenko T.D. Economic security of national economy: the theory, methodology, formation in Russia: monograph / T.D. Romashchenko. – Voronezh : Publishing house of the Voronezh state university, 2009. – 216 p.
22. Russia and countries of the world: collection of articles // Goskomstat of Russia. – M., 2008. [Electronic resource]. – URL : [http://www.gks.ru/bgd/regl/b08\\_39/Main.htm](http://www.gks.ru/bgd/regl/b08_39/Main.htm)
23. Samuelson P. Economy / P. Samuelson, V. Nordkhaus. – M. : Williams, 18th prod., 2008. – 214 p.
24. Tarasevich L.S. Macroeconomic: textbook / L.S. Tarasevich, P.I. Grebennikov, A.I. Leusky. – 5th prod., additional – M. : Yurayt-Izdat, 6th prod., 2006. – 378 p.
25. The federal law from 12/28/2010 No. 390-FZ «About safety».
26. Economic security / Under the editorship of V.K. Senchagov. – M. : Business, 2008. – 859 p.
27. Economic and national security / Under the editorship of Goncharenko L.P. – *Ekonomika publishing house*, 2008. – 543 p.
28. Formal and real conditions of ensuring economic safety in Russia [An electronic resource]. – URL: [http://knowledge.allbest.ru/economy/2c0a65635a2ac69b5c43b89521206c27\\_0.html](http://knowledge.allbest.ru/economy/2c0a65635a2ac69b5c43b89521206c27_0.html)

УДК: 331.101

## НАПРАВЛЕНИЯ ОПТИМИЗАЦИИ МОТИВАЦИИ ТРУДА ПРЕПОДАВАТЕЛЯ DIRECTIONS OF OPTIMISATION OF MOTIVATION OF WORK OF LECTURER

**Савченко Наталья Алексеевна**

кандидат психологических наук,  
доцент кафедры гуманитарных дисциплин,  
Таганрогский институт управления и экономики  
novianatalya@list.ru

**Savchenko Natalya Alekseevna**  
candidate of psychological sciences,  
associate professor of  
the department of humanities,  
Taganrog institute of  
management and economics  
novianatalya@list.ru

**Аннотация.** В статье делается обзор современных представлений о способах оптимизации мотивации труда преподавателя. Рассматриваются основные проблемы мотивации труда преподавателя, выделяются основные направления ее оптимизации с учетом особенностей российского менталитета.

**Annotation.** In article the review of modern representations about ways of optimisation of motivation of work of the lecturer is presented. The basic problems of motivation of work of the lecturer, the basic directions of its optimisation taking into account features the Russian mentality are considered here.

**Ключевые слова:** мотивация труда преподавателя, рейтинговая система, оплата труда, менталитет.

**Keywords:** Motivation of work of the lecturer, rating system, the payment of work, mentality.

В последнее 20-тилетие повысился интерес к проблеме мотивации труда преподавателя высшей школы. Условия перехода к рыночной экономике и реализации идеи оплаты труда по личному вкладу каждого работника обнаружили новые аспекты в проблеме мотивации труда преподавателя. Преподавательский труд является многоаспектным, сложным, поэтому к его мотивации необходимо подходить системно, в частности требуется учитывать такие его особенности, как: творческий характер, требования к повышенной моральной ответственности за результаты деятельности, совмещение разнотипных видов деятельности (педагогической, методической, исследовательской, воспитательной), ненормированность, крайняя важность результатов труда для жизнеспособности народа. Перечисленные особенности рождают сложности в нормировании труда, оценке результатов деятельности, что затрудняет формирование объективной системы мотивации труда в вузе. Поэтому применение схем мотивации труда обычного наёмного персонала здесь затруднено. В связи с этим целью статьи является обзор современных представлений в менеджменте о направлениях оптимизации мотивации труда преподавателей.

Прежде всего, необходимо обозначить основные проблемы мотивации труда преподавателей, которые выделяются различными авторами и оказываются демотивирующими в деятельности преподавателя:

1) Множественность функций преподавателя, который кроме своей основной педагогической деятельности, должен заниматься наукой, коммерциализацией интеллектуальной собственности, саморекламой, технологическими вопросами преподавания, воспитанием студентов, при условии жестких финансовых ограничений и при сильной конкуренции с коллегами [1].

2) Прикрепление дополнительных ролей не свойственных традиционной роли преподавателя в нашей культуре, а именно роль – бизнесмена, который продвигает свои услуги на образовательном рынке. В условиях перехода к рынку перед вузом открывается негативный смысл, в котором вуз является не «храмом знания», а рынком. В этой части инновационный вуз отождествляется с предпринимательской деятельностью, а все участники этой деятельности ориентированы на доход. О чем красноречиво говорят слова Н.Е. Покровского: «Отныне университет – это не храм науки, а market place в самом широком смысле этого понятия... Бесспорными лидерами среди университетов становятся те из них, кто любыми способами (иногда далекими от академиче-

ских) привлекают массы студентов, мобилизуют грантовую поддержку со стороны фондов и частных доноров, а также постоянно работают над своим личным брендом на внешнем рынке, включая престижные премии, шумные публикации, связь со СМИ и пр.» [Цит по: 2, с. 60]. И, безусловно, современная политика Министерства образования мотивирует вузы к широкой предпринимательской деятельности.

В последнее время возникает потребность сломать традиционные ценности преподавательского труда и сформировать новые «ценности» преподавателя рыночного типа, и связано это, прежде всего, с представлением о том, что образование – это всего лишь услуга. При этом теряется смысл образования самого по себе. Святейший Патриарх Кирилл, выступая в Воронежском госуниверситете, сказал: «Преподаватель – не продавец. Это наставник, который помогает молодым найти свой путь в жизни». Условия ломки ценностей является кризисным для человека, а в условиях кризиса он в принципе не может дать желанный производительный труд

3) Низкая оплата труда [1; 2; 3; 4]. Так, Шкляев А.Е. пишет: «Зарплата работников высшего образования в нашей стране в разы меньше, чем в странах, сопоставимых с Россией по уровню ВВП на душу населения (Мексикой, Турцией, Аргентиной, Малайзией)» [2, с. 61]. Ильина И.Ю. отмечает, что недопустимо низкая оплата труда преподавателей вузов приводит к тому, что сохраняется высокий уровень вторичной занятости преподавателей, вынужденных подрабатывать в других вузах, заниматься репетиторством, что отнимает силы и время [1]. Корнеева А.А. указывает, что заработная плата преподавателя в 1,5–2 раза ниже уровня средней заработной платы работников промышленного комплекса.

4) Нерешенные проблемы вхождения российской системы образования и науки в международное поле [5].

5) Факторы организации труда – дисбаланс учебной, методической и исследовательской работы; усиление рутинной и монотонной работы, связанной с переходом на новую систему образования, которая оттягивает внимание с исследовательского творчества на тривиальные методические аспекты деятельности; необоснованное увеличение количества читаемых дисциплин, что ведет к уменьшению качества работы; стремление администрации возложить дополнительные работы на ППС, при сохранении той же заработной платы и т.д.

Обзор литературы показывает, что можно выделить несколько направлений воздействия на мотивацию преподавателя:

**1. Создание рейтинговой системы оценки творческой работы преподавателя.** Данное направление можно подразделить на два вида рейтинговой оценки: индивидуальную и групповую.

Индивидуальная рейтинговая оценка работы преподавателя предполагает выделение и учет показателей для отдельно взятого преподавателя. В частности, Е.А. Харитонов, О.В. Михайлов, Н.Е. Харитонова предлагают рейтинговую систему, которая разработана для научно-исследовательского института, включающую следующие пункты [6]:

- 1) все работники видят результаты своего рейтинга и рейтинга своих коллег;
- 2) сумма вознаграждения определяется на весь период работы руководителем;
- 3) организация специального органа, который осуществляет управление рейтинговой системой – совет рейтинговой системы (СРС НИУ);
- 4) преподаватели делятся на ряд категорий: ассистенты, старшие преподаватели, доценты, профессора. Для каждой из них устанавливаются свои виды творческой деятельности и среднестатистический объем работы;
- 5) выделяются четко определенные виды деятельности (издательская, научная, изобретательская и т.д.);

6) каждый вид деятельности включает определенные виды работ (издательская деятельность предполагает написание статей, монографий и т.д.), которые характеризуются набором показателей (статья может характеризоваться ее объемом (в п.л.), статусом журнала и т.д.). Показатели выполняемых работ должны отражать то, что действительно может выполнить данный исполнитель. Все показатели вида работы оцениваются по 100 балльной системе, при этом общее их число устанавливается решением СРС НИУ. Зна-

чимость работы определяется числом показателей, которое характеризует данную работу, и числом поощрительных надбавок, которые могут добавляться руководством НИУ. Каждый показатель измеряется в баллах: 100–81 «отлично», 80–61 «хорошо», 60–41 «удовлетворительно», 40–21 «плохо», 21–0 «очень плохо»;

7) СРС НИУ определяет некоторое число лиц НИУ, которые за каждый вид работы (показатель) могут устанавливать поощрительные надбавки;

8) для многих видов работ СРС может ввести коэффициент релаксации – временной параметр, который определяет период действия рейтинга после окончания текущего срока работы (например, после защиты диссертации);

9) вычисление заработанных баллов по каждому показателю производится автоматически в зависимости от достигнутых результатов исполнителя и результатов работы его коллег, выполняющих аналогичный вид работы;

10) производится подсчет общего показателя.

Групповая оценка результатов деятельности предполагает составление рейтинга кафедр, факультетов. В частности, Аквазба Е.О., Медведев П.С. предлагают повышать эффективность работы педагогического коллектива через комплекс оптимальных педагогических условий управления персоналом [7]. Управление в вузе можно осуществлять посредством составления рейтингов кафедр с включением следующих показателей и критериев их оценки: количество ставок научно-педагогических работников и учебно-вспомогательного персонала кафедры; процент преподавателей с учёными степенями кандидата и доктора наук; процент преподавателей, имеющих учёное звание профессора или доцента по кафедре; количество студентов-выпускников по специальностям и направлениям кафедры; количество выданных выпускникам дипломов с отличием; процент трудоустроенных выпускников по специальности; количество прикреплённых к кафедре аспирантов и докторантов; соотносённость штатных преподавателей и совместителей на кафедре; количество публикаций в журналах, рецензируемых ВАК, выполненных штатными преподавателями; количество монографий, учебников и учебных пособий, выпущенных преподавателями кафедры (с грифом или без); количество проведённых преподавателями кафедры научных, воспитательных, спортивно-массовых мероприятий; общее число студентов кафедры, ставших победителями и призёрами олимпиад вузовского, регионального и всероссийского уровней; выполнение плана набора абитуриентов либо слушателей на программы дополнительного профессионального образования; объём привлечённых кафедрой средств, направленных на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы.

**II. Совершенствование системы оплаты труда.** В частности, Набиуллина М.К. выделяет следующие направления совершенствования системы оплаты труда [8]:

1) увязка оплаты труда с достижением конкретных показателей качества количества предоставляемых организацией услуг (выполнения работ);

2) использования принципов эффективного контракта. Эффективный контракт – это трудовой договор с работником, в котором конкретизированы его должностные обязанности, условия оплаты труда, показатели и критерии оценки эффективности деятельности для назначения стимулирующих выплат в зависимости от результатов труда и качества оказываемых услуг, а также меры социальной поддержки;

3) введение систем оценки результатов труда преподавателя, главным образом, по конечному результату – рейтинговая оценка.

Автор утверждает, что «именно новая система оплаты труда должна решить ряд проблем высшей школы в условиях современности: сохранение и развитие интеллектуального капитала вуза, совершенствование качества образования, отвечающего требованиям современности, стимулирование инновационного развития экономики страны и другие проблемы» [8, с. 100]. При этом автор отмечает, что показатели и критерии эффективности деятельности зачастую недостаточно проработаны, а их применение носит формальный характер.

Корнеева А.А. предлагает учитывать фактор рынка труда при создании системы материального стимулирования, т.е. корректировать уровень оплаты с текущими заработками в конкретном регионе по профессиям, требующим аналогичной квалификации

[4]. Также устранить разрыв в заработной плате ППС различных факультетов, выработать более свободный ненормированный режим работы. Администрации целесообразно не бороться с дополнительным заработком сотрудников, а также применять в качестве важного источника дополнительных заработков внутреннее совместительство.

**III. Упорядочивание функций преподавателя.** Ильина И.Ю. говорит о формировании культуры коммерциализации, т.е. создании пласта специалистов, которые будут принимать на себя функции коммерческого продвижения научных разработок преподавателей [1]. Иными словами, предполагает снять с преподавателей роли маркетолога, предпринимателя, который продвигает свои товары и услуги.

**IV. Баланс учебной и научной деятельности.** В частности, Ильина И.Ю. говорит о гармоничном сочетании научной и учебной деятельности преподавателя (уменьшение одной – увеличение другой при наличии обязательного минимума той и другой) [1]. Ларионова М.А. говорит о необходимости учитывать склонность преподавателя к различным аспектам труда – педагогической, методической, исследовательской [9]. Автор говорит о трех типах преподавателей, ориентированных на различные аспекты профессиональной деятельности в высшей школе: преподаватель-дидакт (интерес непосредственно к предмету, стремление к высоким результатам именно как педагога), преподаватель-методист (интерес к методическим аспектам деятельности) и преподаватель-ученый (интерес к научно-исследовательской работе). При мотивировании преподавателей необходимо учитывать уровень их профессионализма и направленность на тот или иной вид преподавательской деятельности

**V. Развитие организационной культуры.** Протасова И.И., Стрелец Е.А. предлагают рассматривать одним из инструментов управления мотивацией труда преподавателей его организационную культуру [10].

**VI. Реальные процедуры профотбора и профаттестации.** Корнеева А.А. указывает, что на мотивационную сферу, а, следовательно, и на результат деятельности преподавателя, существенным образом влияет общественная оценка – периодическая аттестация преподавателей. Автор предлагает дробить разряды на мелкие уровни, по которым будут оцениваться мастерство преподавателя. Таким образом дифференцировать оплату труда в зависимости от его качества и количества. В этих целях предлагается: разделить нагрузку на лекционную и практическую (ввести, например, коэффициенты: лекции – 2, практические занятия – 1,5); специфику преподаваемого предмета; планы преподавателя на 3-5 лет; педагогический стаж (например, до 3-х лет коэффициент равен 1, через 5 лет он увеличивается на 10 % и далее через каждые 5 лет); организационную и управленческую работу; наличие научных достижений и изысканий в изучаемой и преподаваемой дисциплине; необходимость повышения квалификации и т.д. Корнеева А.А. указывает на то, что реальные, а не формальные конкурсы на замещение вакантных должностей, позволят стать действенным средством профотбора [4]. В основу кадровой политики необходимо положить принципы целевой поддержки наиболее продуктивно работающих ученых, подлинную конкурентность при замещении вакантных должностей, конкретных исследовательских результатов, предусмотреть специальную программу поддержки научной активности молодых исследователей и преподавателей.

**VII. Опосредованные способы.** Стабилизация состава кафедр, усиление научно-исследовательской деятельности студентов и т.д.

Необходимо отметить, что в каждом рассматриваемом случае авторы говорят о внешней мотивации трудовой деятельности, т.е. о возможности воздействия на мотивацию преподавателя средствами внешних сторон его деятельности (условия труда, организация труда, материальное вознаграждение и т.д.). Аспекты внутренней мотивации труда преподавателя в работах отсутствуют.

При анализе направлений оптимизации мотивации труда преподавателей, необходим выход на уровень национальных особенностей и ментальности народа, который является объектом управления. Так, необходимо отметить наше видение возмож-

ности применения с учетом российского менталитета, выделенных способов оптимизации мотивации преподавателя.

Именно в связи с внедрением новой системы оплаты труда вузам предписывается введение системы стимулирующих выплат. Рейтинговая система стала тем инструментом, в котором менеджеры видят основу для решения проблемы стимулирующих выплат, которые якобы должны усилить мотивацию работников. Рейтинговая система отличается формальностью и поверхностностью, математическим подсчетом работ, но не учитывает качественную сторону деятельности преподавателя. Недостаток всех рейтингов заключается в их суживании пространства результатов деятельности только до указанных показателей, при этом отбрасываются в сторону так называемые «несущественные» показатели, которые также органично включаются в профессиональную деятельность.

Особенно отношение к рейтинговой системе оценки в нашем обществе. Рейтинговая система не работает даже в студенческой среде. Менталитет нашей культуры не приемлет вывешивание рейтинговых (личных) достижений на всеобщее обозрение. Даже, если рейтинговая система и присутствует при оценке результатов труда, то обычно ее стремятся сгладить, чтобы не было взаимных обид и напряженных отношений в коллективе. Богдан Н.Н. указывает на то, что высокую значимость в деятельности преподавателя имеют такие мотивы, как «делать стоящую, интересную работу» и «иметь хорошие отношения с коллегами», что является фактором стабильности вузовских коллективов, несмотря на неудовлетворенность условиями работы и заработной платой [11].

В этом плане «хорошие отношения с людьми» выступают более важными, чем индивидуальные достижения. Для нашей культуры более традиционна доска почета для самых плодотворных работников, а работники, которые срываются по каким-то причинам хуже, не акцентируются. Это с одной стороны подчеркивает индивидуальные заслуги работников, с другой стороны не устраняет ориентации на хорошие отношения, которая присутствует в менталитете нашего народа. В инокультурных моделях менеджмента рейтинг выставляется на всеобщее обозрение и функционирует на принципах открытости, т.е. людям все равно, что будет чувствовать или обидится ли работник, который располагается в конце таблицы. Это основа эффективности рейтинга в индивидуалистических культурах. Для того чтобы рейтинговая система заработала, необходимо отформатировать сознание человека, сделать его индивидуалом, которому ничего неважно кроме своего достижения. Данная позиция враждебна нашей культуре, т.к. для нее всегда были выше хорошие человеческие отношения с людьми, чем индивидуальные достижения. В условиях сокрытия или смягчения результатов рейтинга, характерного для коллективистического мировоззрения, любые рейтинги не оказывают эффект на деятельность людей.

Сам рейтинг предполагает цифровую дифференциацию работников по категориям, которые тяготеют к 5-ти бальной школьной оценке. В итоге складывается вполне реальная картина «отличников», «хорошистов», «троечников» и «двоечников» с учеными степенями и званиями. Далее встает реальная угроза раскалывания коллектива на эффективных и неэффективных преподавателей, по аналогии с американским клише «лидер» и «лузер». Эта линия размышления приводит некоторых авторов к кощунственной мысли о том, что повышение оплаты труда работников высшего образования до конкурентоспособного уровня должно затронуть только эффективную часть преподавателей вузов, ведущих научные исследования и способствующих вхождению учреждения в сотню лучших вузов мира [12]. На первую категорию («лидеров», эффективных преподавателей) предлагается обратить большее внимание, всячески поощрять их, а на вторую категорию («лузеров», неэффективных преподавателей) отправить меньше средств и внимания. И в этом видится суть мотивации труда?! Возникает вполне резонный вопрос: «Зачем вообще держать неэффективных преподавателей?» Ситуация представляется еще более абсурдной, когда в аудиторию к студентам войдет «неэффективный преподаватель». Как студенты будут воспринимать его с таким клише? Подобная практика враждебна, разрушительна и для коллектива, особенно хорошим отношениям с коллегами.

Одной из сложностей совершенствования системы оплаты труда в России является недофинансирование ГОУ и недостаточность самофинансирования ЧОУ. Это приводит к тому, что оплата труда преподавателя априори низкая и высокой не будет никогда.

С другой стороны, если говорить о дифференциации оплаты труда в зависимости от достижения показателей, то Шкляев А.Е. подчеркивает, что многие показатели

эффективности или вуза, или преподавателя не могут быть отражены в финансовых показателях [2]. Речь идет, прежде всего, о нравственных аспектах обучения, которые особенно важны для нашей культуры. Многие авторы настаивают на оплате труда за конкретный результат. Конкретным результатом обучения в вузе является духовно богатый человек, знающий свой путь в жизни. Как измерить это духовное богатство и степень знания своего жизненного пути? Следовательно, правильным было бы при дифференциации оплаты труда учитывать те факты деятельности преподавателя, которые скрыты от объективного измерения – его духовное влияние на студента, его способность передать честное отношение к делу, которым занимаешься, его возможность передать ответственность за себя и других людей, важность для общества результатов его научного творчества и т.д. В современных условиях бытия об этом напрочь забыто как о несущественном, архаическом, первобытном отношении к образованию. Данные особенности труда преподавателя делают невозможным выработку строгой системы показателей, т.к. любые показатели априори будут грубить результаты деятельности, т.е. формальными, поверхностными.

Колесникова Г.И. проводит социально-философский анализ трех основных мотивирующих моделей существующих в современной России – биологическая (негативная), социальная (нейтральная) и позитивная (творческая) [13]. Наиболее предпочитаемой, согласно автору является третья модель – позитивная (творческая). Главный принцип данной модели – помощь преподавателю в реализации тех показателей, которые рассматриваются как предпочтительные для вуза и способствуют совершенствованию профессиональной деятельности. Так, если для вуза важен показатель статьи ВАК, то вуз оказывает финансовую поддержку их публикации.

Соответственно совершенствование оплаты труда предполагает достойную базовую часть за нормированные виды деятельности и добавочную (стимулирующую) часть за осуществления важных показателей для вуза. При планировании стимулирующих выплат следует учитывать несколько принципов. Должен быть учтен принцип доступности для каждого преподавателя, а также принцип гарантии его получения при осуществлении деятельности. Результаты рейтинга с сомнительностью попадания в «10-ку сильнейших» и получения «призрачных бонусов» сводит на нет всю стимуляцию. Стимулирующие выплаты должны касаться всех преподавателей. В этом случае произойдет уход от мифического рейтинга, будут усиливаться весовые показатели вуза и профессиональные достижения преподавателя. Также следует учитывать принцип контроля качества результатов, т.е. выплаты начисляются для подлинно качественных работ, что предполагает их экспертную оценку.

Важным элементом в мотивации является организационная культура. Учитывая особенности менталитета нашего народа, основным понятием вокруг, которого должна образовываться организационная культура – это «хороший коллектив», т.е. дружеские отношения между коллегами, взаимное доверие, отсутствие подлости, эгоистических интересов и прочее. Как отмечалось выше, хорошие отношения с коллегами являются фактором стабилизации вузовских коллективов и состава кафедр. Это особенно важно, т.к. большая часть официальных дел в нашей культуре решается неофициально, т.е. посредством человеческих отношений.

Таким образом, учитывая вышесказанное для того, чтобы повысить производительность труда преподавателя, необходимо обратиться к указанным направлениям оптимизации мотивации труда, учитывая особенности менталитета объекта управления:

- отказаться от рейтинговой оценки результатов деятельности и выходить на качественные показатели деятельности преподавателя. Ильина И.Ю. предлагает делать акцент при оценке результатов работы не на количество, а на качество публикаций; ежегодно подводить итоги научной работы, отмечая морально и материально крупные исследования, разработку учебников, учебных пособий и премируя их авторов, вводить премии за хорошую публикацию в авторитетном журнале, обеспечивать перевод лучших научных работ на иностранные языки, расширять информационные и полиграфические возможности вузов;

- разработки процедуры стимулирования на принципах всеобщности, гарантированности и контроля. Стимулирование основано на принципе – вуз берет на себя финансовую и техническую поддержку деятельности тех компонентов, которые необходимы ему на выходе;

– при выработке системы оплаты и планирования системы мотивации труда преподавателя необходимо учитывать ценности типичные для нашей культуры, такие как «хорошие отношения с людьми». Поэтому система оплаты труда с опорой на индивидуальные достижения, сильным размежеванием «преподавателей-лидеров» и «преподавателей-аутсайдеров» не приемлема;

– упорядочивание традиционного триединства преподавательской деятельности, т.е. гармонизация, балансирование и оптимальное сочетание педагогической, методической и научной деятельности. Все три сферы требуют отдельных характеристик от преподавателя: есть хорошие педагоги, но слабые исследователи, есть хорошие исследователи, но слабые педагоги, есть хорошие методисты, но слабые педагоги и т.д. При воздействии на мотивацию необходимо подходить с этих трех сторон его деятельности: с педагогической и методической – с помощью системы аттестации и повышения квалификации; с научно-исследовательской – создание атмосферы научного творчества через систему научных конференций, приглашение именитых коллег, спонсирования разработок и т.д. Смирнов В.Т., Барсуков Г.В., Родионова Е.М. среди факторов успешной исследовательской работы выделяют [14]: сочетание свободы творчества и координация работы; частота и содержательность творческих, интеллектуальных коммуникаций; увлеченность наукой; карьерно-статусные мотивы; материально-социальные мотивы;

– регулирование традиционных и нетрадиционных функций преподавателя с учетом российского менталитета. В условиях перехода к рынку, но учитывая особенности отношения к преподавателю в нашей культуре, должна быть произведена строгая дифференция традиционного триединства преподавательской деятельности и новой коммерческой функции. Все коммерческие функции должны быть отняты от преподавателя и переданы пласту специалистов, которые занимаются технической стороной поисков грантов, внедрения разработок, продвижением услуг и т.д.

При разработке системы мотивации преподавателей необходимо ответить на вопрос, а нужен ли на рабочем месте человек, который гоняется за показателями, галочками, тратит свое время на выработку критериев, которые принесут ему дополнительные очки. Нужен ли организации человек, который уже перестал действовать спонтанно, душевно, а только согласно букве рейтинга? Ни в этой ли формализации кроется одна из составляющих современных проблем мотивации труда.

Исследования подчеркивают специфику мотивации труда преподавателей – наличие внутреннего интереса к деятельности и возможности реализации себя [2; 9; 11; 15]. При этом ряд исследований мотивационного профиля преподавателя указывают на то, что финансовые аспекты не являются ведущими в его мотивации [11; 14]. Однако, несмотря на это, большинство авторов предлагает именно материальное вознаграждение как средство повышения мотивации преподавателя. Перечисленные выше демотивирующие факторы деятельности преподавателя создают условия, в которых материальные поощрения не могут стать тем стимулом, который вдохновит преподавателя на работу и бескорыстную службу. В связи с этим система мотивации преподавателя требует анализа и учета различных аспектов организации труда, факторов управления, самого характера труда, внутренних побудительных механизмов работника и всегда предполагает системные изменения.

### Литература:

1. Ильина И.Ю. Научно-исследовательская деятельность преподавателей вузов и пути ее активизации / И.Ю. Ильина // Человеческий капитал. – 2013. – № 2.
2. Шкляев А.Е. Мотивация преподавательского труда в инновационном вузе / А.Е. Шкляев // Вестник Омского университета. Серия «Экономика». – 2013. – № 4.
3. Зинченко В.Д. Формирование эффективной системы мотивации и стимулирования труда преподавателей высшей школы / В.Д. Зинченко // Бизнес в законе. – 2011. – № 1.
4. Корнеева А.А. Теоретические основы мотивации труда преподавателей высшей школы : Дис. ... канд. экон. наук. (08.00.01). – М., 2007.
5. Левинзон В.С. О системах мотивации научно-преподавательского персонала в вузе / В.С. Левинзон // Международный журнал экспериментального образования. – 2015. – № 5.
6. Харитонов Е.А. О рейтинговой системе мотивации научно-педагогической деятельности / Е.А. Харитонов, О.В. Михайлов, Н.Е. Харитонова // Высшее образование в России. – 2014. – № 5.



7. Аквазба Е.О. Мотивационная политика образовательной организации как инструмент эффективного управления / Е.О. Аквазба, П.С. Медведев // *Фундаментальные исследования*. – 2015. – № 2.
8. Набиуллина М.К. Направления совершенствования оплаты труда работников высшего образования / М.К. Набиуллина // *Вестник КазГУКИ*. – 2013. – № 4-1.
9. Ларионова М.А. Профессиональная мотивация преподавателя вуза / М.А. Ларионова // *Психопедагогика в правоохранительных органах*. – 2010. – № 4(43).
10. Протасова И.И. Исследование особенностей развития организационной TQM-культуры в российских вузах / И.И. Протасова, Е.А. Стрелец // *Новые технологии*. – 2011. – № 4.
11. Богдан Н.Н. Мотивация и демотивация профессиональной деятельности персонала вуза (на примере вузов Дальневосточного Федерального округа) / Н.Н. Богдан, Е.А. Могилёвкин // *Университетское управление: практика и анализ*. – 2004. – № 3.
12. Богомолова И.С. Сравнительный анализ систем оплаты труда в сфере высшего профессионального образования / И.С. Богомолова, К.Г. Кулешова // *Известия ЮФУ. Технические науки*. – 2012. – № 8.
13. Колесникова Г.И. Социальные механизмы качества образования: поиск оптимальной модели / Г.И. Колесникова // XVI науч.-практ. конференция преподавателей, студентов, аспирантов и молодых ученых. – Таганрог : Изд-во НОУ ВПО ТИУиЭ, 2015.
14. Смирнов В.Т. Лидерские способности преподавателя и научного сотрудника высшей школы. Мотивация творческого труда / В.Т. Смирнов, Г.В. Барсуков, Е.М. Родионова // *Аграрный вестник Урала*. – 2008. – № 12.
15. Скрауч О.Н. Специфика научной мотивации молодых преподавателей региональных вузов: по материалам социологического исследования / О.Н. Скрауч, Л.Л. Мехришвили // *Современные проблемы науки и образования*. – 2013. – № 2.

#### **References:**

1. Ilyina I.Yu. Research activity of teachers of higher education institutions and way of her activation / I.Yu. Ilyina // *Human capital*. – 2013. – № 2.
2. Shklyayev A.E. Motivation of teaching work in innovative higher education institution / A.E. Shklyayev // *Bulletin of Omsk university. Economy series*. – 2013. – № 4.
3. Zinchenko V.D. Formation of effective system of motivation and work incentives of teachers of the higher school / V.D. Zinchenko // *Business in the law*. – 2011. – № 1.
4. Korneeva A.A. Theoretical bases of motivation of work of teachers of the higher school: Dis. ... edging. econ. sciences. (08.00.01). – M., 2007.
5. Levinzon V.S. About systems of motivation of scientific and teaching personnel in higher education institution / V.S. Levinzon // *International magazine of experimental education*. – 2015. – № 5.
6. E.A. Kharitonov. About rating system of motivation of scientific and pedagogical activity / E.A. Kharitonov, O.V. Mikhaylov, N.E. Haritonova // *Higher education in Russia*. – 2014. – № 5.
7. E.O. Akvazba. Motivational policy of the educational organization as instrument of effective management / E.O. Akvazba, P.S. Medvedev // *Basic researches*. – 2015. – № 2.
8. Nabiullina M.K. Directions of improvement of compensation of workers of the higher education / M.K. Nabiullina // *Messenger of KAZGUKI*. – 2013. – № 4-1.
9. Larionova M.A. Professional motivation of the teacher of higher education institution / M.A. Larionova // *Psychopedagogics in law enforcement agencies*. – 2010. – № 4(43).
10. Protasova I.I. Research of features of development of organizational TQM culture in the Russian higher education institutions / I.I. Protasova, E.A. Strelets // *New technologies*. – 2011. – № 4.
11. Bogdan N.N. Motivation and a demotivating of professional activity of personnel of higher education institution (on the example of higher education institutions of the Far East federal district) / N.N. Bogdan, E.A. Mogilyovkin // *University management: practice and analysis*. – 2004. – № 3.
12. Bogomolova I.S. The comparative analysis of systems of compensation in the sphere of higher education / I.S. Bogomolova, K.G. Kuleshov // *News of SFU. Technical science*. – 2012. – № 8.
13. Kolesnikova G.I. Social mechanisms of quality of education: search of optimum model / G.I. Kolesnikova // XVI scientific and practical conference of teachers, students, graduate students and young scientists. – Taganrog : NOU VPO publishing house TIUIE, 2015.
14. Smirnov V.T. Leader abilities of the teacher and research associate of the higher school. Motivation of creative activity / V.T. Smirnov, G.V. Barsukov, E.M. Rodionova // *Agrarian bulletin of the Urals*. – 2008. – № 12.
15. Скрауч О.Н. Spetsifika of scientific motivation of young teachers of regional higher education institutions: on materials of sociological research / O.N. Skrauch, L.L. Mekhrishvili // *Modern problems of science and education*. – 2013. – № 2.

УДК 685.346

## ВОПРОСЫ СОБЛЮДЕНИЯ ПРАВ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ НА ПРИМЕРЕ ИЗУЧЕНИЯ УПАКОВКИ ИМПОРТНОЙ СПОРТИВНОЙ ОБУВИ

### ISSUES OF CONSUMER PROTECTION ON THE EXAMPLE OF IMPORT OF SPORTS SHOES

#### **Клюева Инна Викторовна**

кандидат технических наук, доцент кафедры  
«Конструирование изделий из кожи  
и промышленный дизайн»,  
Новосибирский технологический институт (филиал)  
Московский Государственный университет  
дизайна и технологии  
klueva.iv@yandex.ru

#### **Евсеева Лариса Петровна**

доцент кафедры «Гуманитарных наук  
и иностранных языков»,  
Новосибирский технологический институт (филиал)  
Московский Государственный университет  
дизайна и технологии  
klueva.iv@yandex.ru

**Аннотация.** В статье рассмотрены основные требования к обеспечению потребителей достоверной информацией при переводе маркировки с иностранных языков.

**Ключевые слова:** спортивная обувь, права потребителей, перевод, упаковка, маркировка.

#### **Klyueva Inna Viktorovna**

PhD. Tech., Associate Professor,  
Novosibirsk Technological Institute  
(Branch) of Moscow State University of  
Design and Technology  
klueva.iv@yandex.ru

#### **Evseeva Larisa Petrovna**

Associate Professor,  
Novosibirsk Technological Institute  
(Branch) of Moscow State University of  
Design and Technology  
klueva.iv@yandex.ru

**Annotation.** The article describes the main requirements for providing consumers with reliable information when transferring markings from foreign languages.

**Keywords:** sports shoes, consumer rights, translation, packaging, labeling.

Спортивная обувь в Российской Федерации практически не производится, рынок прочно занимает импортная продукция [1–5]. Профессиональные спортсмены, люди, ведущие активный образ жизни, студенты и школьники пользуются при занятиях спортом, на соревнованиях и тренировках спортивной обувью разнообразных производителей. В работе будут исследованы образцы ведущих производителей обуви для волейбола Asics и Mizuno.

Первым этапом исследования потребительских свойств обуви является изучение упаковки и маркировки обуви. Все пары упакованы в коробки картонные с маркировкой, содержащими данные о фирме-производителе, размер, цвет, наименование страны-производителя. Внешний вид коробок Asics и Mizuno представлен на рисунках 1 и 2.

Анализируя рисунок 1, видим, что на маркировке есть изображение внешнего вида полуботинка, указана модель, размер в нескольких шкалах, цвет, назначение и группа обуви, приведены материалы верха и подошвы, адрес импортера в Российской Федерации на русском языке.

Маркировка у обуви Mizuno вообще не содержит информации на русском языке. При этом указана модель, назначение и группа обуви, размер в нескольких шкалах, графически изображены основные цвета модели верха. Информация о производителе и импортере на территории РФ отсутствует.

Сводные данные по информации на упаковке сведены в таблицу 1.

У производителя Asics информация на упаковке представлена более полно, у производителя Mizuno информация не соответствует законодательству РФ.



Рисунок 1 – Внешний вид коробки Asics



Рисунок 2 – Внешний вид коробки Mizuno

Таблица 1 – Сравнительные данные по информации на упаковке обуви

Показатель	Asics	Mizuno
Назначение обуви	Указан (рус.)	Указан (англ.)
Группа обуви	Указан (англ.)	Указан (англ.)
Размер	Указан	Указан
Цвет	Указан (англ.)	Указан (графически)
Модель	Указан (англ.)	Указан (англ.)
Внешний вид	Есть	Нет
Материал верха, низа	Указан (рус.)	Не указан
Страна-изготовитель	Указан (рус.)	Не указан
Импортер в РФ	Указан (рус.)	Не указан

Маркировка на самих образцах расположена в области язычков у обуви обоих производителей (рис. 3).



а)



б)

Рисунок 3 – Маркировка на язычках обуви: а) Asics; б) Mizuno

Видно, что на этикетках обоих производителей указаны размеры и страна-изготовитель продукции.

Сравнивая между собой стельки из исследуемых образцов обуви, видим, что обе стельки имеют длину 32 см, что свидетельствует о разности в размерных шкалах производителей. Данные приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Разница в размерных шкалах производителей Asics и Mizuno

Показатель	Asics	Mizuno
Длина стельки	32	32
Размер (в см)	31	32

Из таблицы 2 видно, что для Asics характерно обозначение традиционной метрической системы – длина стопы + припуск 10 мм, что соответствует нормативно-технической документации, действующей на территории РФ, а у Mizuno указана непосредственно длина следа колодки, т.е. длина стельки. В силу этого у потребителя может возникнуть непонимание и возможно ошибиться в выборе правильного размера.

Вообще, предоставление информации о товаре регламентировано статьёй 10 Закона о защите прав потребителей, а именно: на упаковке должно быть указано адрес (место нахождения), фирменное наименование (наименование) изготовителя (исполнителя, продавца), уполномоченной организации или уполномоченного индивидуального предпринимателя, импортера. Таким образом, у одного из производителей упаковка не соответствует требованиям законодательства РФ.

### Литература:

1. Родионов В.В. Медицинские аспекты подбора игровой и тренировочной обуви для волейболистов-профессионалов / В.В. Родионов, И.В. Ключева // Спортивная медицина: наука и практика. – 2015. – № 4. – С. 56–60.
2. Ключева И.В. Исследование конструкций волейбольной обуви. Часть I. Asics / И.В. Ключева, Н.В. Бекк, В.В. Родионов // Известия вузов. Технология легкой промышленности. – 2013. – № 3. – С. 61–63.
3. Ключева И.В. Исследование конструкций волейбольной обуви. Часть II. Mizuno / И.В. Ключева, Н.В. Бекк, В.В. Родионов // Известия вузов. Технология легкой промышленности. – 2014. – № 1. – С. 63–66.
4. Klyueva I.V. The quality control of sports shoes intended for volleyball players in the hierarchy of current instruments of functioning of light industry economy / I.V. Klyueva, L.P. Evseeva, O.V. Tikhonova, M.V. Bekk // Formation mechanisms for the sustainable economic development of industries, facilities and enterprises. Proceedings of the international conference. – Munich, Germany, 8–10 July 2013. – P. 76–82.
5. Ключева И.В. Компьютерные технологии в проектировании наружных деталей низа спортивной обуви / И.В. Ключева, С.С. Федорова // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2015. – № 4. – С. 201–205.

### References:

1. Rodionov V.V. Medical aspects of selection of game and training footwear for professional volleyball players / V.V. Rodionov, I.V. Klyueva // Sports medicine: science and practice. – 2015. – № 4. – P. 56–60.
2. Klyueva I.V. Research of designs of volleyball footwear. Part I. Asics / I.V. Klyueva, N.V. Bekk, V.V. Rodionov // News of higher education institutions. Technology of light industry. – 2013. – № 3. – P. 61–63.
3. Klyueva I.V. Research of designs of volleyball footwear. Part II. Mizuno / I.V. Klyueva, N.V. Bekk, V.V. Rodionov // News of higher education institutions. Technology of light industry. – 2014. – № 1. – P. 63–66.
4. Klyueva I.V. The quality control of sports shoes intended for volleyball players in the hierarchy of current instruments of functioning of light industry economy / I.V. Klyueva, L.P. Evseeva, O.V. Tikhonova, M.V. Bekk // Formation mechanisms for the sustainable economic development of industries, facilities and enterprises. Proceedings of the international conference. – Munich, Germany, 8–10 July 2013. – P. 76–82.
5. Klyueva I.V. Computer technologies in design of external details of a bottom of sports shoes / I.V. Klyueva, S.S. Fedorov // Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin). – 2015. – № 4. – P. 201–205.

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ  
РАЗРАБОТКИ**



**TECHNOLOGICAL  
DEVELOPMENT**



УДК 621.313.333.+621.31.03+621.314

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ РАЗМЕРОВ АКСИАЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН

### DETERMINATION OF THE MAIN SIZES OF AXIAL ELECTRICAL MACHINES

#### **Кашин Яков Михайлович**

кандидат технических наук, доцент,  
заведующий кафедрой электротехники  
и электрических машин,  
Кубанский государственный  
технологический университет

#### **Kashin Yakov Mikhaylovich**

Candidate of Technical Sciences,  
associate professor,  
head of the department of electrical  
equipment and electrical machines,  
Kuban State University of Technology

#### **Кашин Александр Яковлевич**

соискатель,  
Краснодарское высшее военное  
авиационное училище летчиков

#### **Kashin Alexander Yakovlevich**

Applicant,  
Krasnodar highest military aviation  
college of pilots

#### **Князев Алексей Сергеевич**

соискатель, инженер авиационной базы, г. Липецк

#### **Knyazev Alexey Sergeyeovich**

Applicant, engineer of aviation base,  
Lipetsk

#### **Абзалов Булат Ниязович**

курсант,  
Краснодарское высшее военное  
авиационное училище летчиков

#### **Abzalov Bulat Niyazovich**

Cadet,  
Krasnodar highest military  
aviation college of pilots

**Аннотация.** Представлена методика расчета основных размеров аксиальных электрических машин. Приведены различные соотношения внутренних и внешних диаметров в зависимости от критерия оптимальности.

**Annotation.** The method of calculation of the main sizes of axial electrical machines is presented. Various ratios of internal and external diameters depending on criterion of an optimality are given.

**Ключевые слова:** электрическая машина, электрическая энергия, аксиальная электрическая машина, магнитопровод, напряжение, внутренний диаметр, внешний диаметр.

**Keywords:** electrical machine, electric energy, axial electrical machine, magnetic conductor, tension, internal diameter, external diameter.

В практике мирового электромашиностроения в последние 40 лет наблюдается расширение области применения аксиальных электрических машин (ЭМ) и рост их производства. Это обусловлено рядом преимуществ таких машин по сравнению с обычными машинами радиальной (цилиндрической) конструкции, имеющими радиальный воздушный зазор: меньшими размерами; большей жесткостью конструкции; благоприятными условиями теплоотдачи, охлаждения и вентиляции; существенным упрощением обмоточных работ благодаря открытой зубцовой зоне; практически безотходным использованием магнитных материалов; удобством сочленения с механизмом и приводом; сравнительной простотой эксплуатации, и ремонта и т.д. [1]. К таким электрическим машинам относятся трансформаторы [2, 3, 4], индукционные регуляторы [4, 5, 6], двигатели-насосы [7, 8], генераторы [9, 10, 11], двигатели-генераторы [12], магнитотурботроны [20] и пр.

Проектирование ЭМ аксиальной конструкции имеет ряд особенностей. Общей единой методики расчета, подходящей для всех аксиальных электрических машин, не существует.

Для радиальных ЭМ одним из важных этапов проектирования является определение соотношения расчётной длины  $l$ ; активной зоны магнитопровода к наружному

диаметру ротора  $D$ , т.е. величины  $\frac{l_i}{D}$ . Для авиационных генераторов длина  $l_i$  практически равна геометрической длине  $l$  магнитопровода. Определим аналогичное соотношение для эквивалентных ЭМ [13, 14].

На примере плоской рамки, вращающейся в магнитном поле (рис. 1) рассмотрим закон электромагнитной индукции.

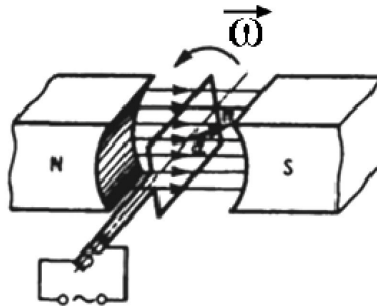


Рисунок 1 – Вращение рамки в однородном магнитном поле

Пусть рамка вращается в однородном магнитном поле ( $B = \text{const}$ ) равномерно с угловой скоростью  $\omega = \text{const}$ . Магнитный поток, сцепленный с рамкой площадью  $S$ , в любой момент времени  $t$ , равен:

$$\Phi = BnS = BS\cos(\alpha), \quad (1)$$

где  $\alpha = \omega t$  – угол поворота рамки в момент времени  $t$ . При вращении рамки в ней будет возникать переменная ЭДС индукции:

$$e = -\frac{d\Phi}{dt} = BS\omega \sin(\alpha). \quad (2)$$

Зависимость ЭДС от линейной (окружной) скорости движения проводника в однородном магнитном поле выражается формулой:

$$e = vBl \sin(\alpha). \quad (3)$$

Известно, что линейная скорость точки, движущейся по окружности, равна:

$$v = \omega R, \quad (4)$$

где  $R$  – радиус окружности, по которой движется проводник.

Возьмём прямой проводник, состоящий из трёх участков, каждый из которых имеет бесконечно малую длину  $l$ , и будем вращать его в однородном магнитном поле по окружности радиусом  $R_0$ .

Если проводник расположен параллельно оси вращения, то ЭДС в проводнике будет равна:

$$e = e_1 + e_2 + e_3 = v_0 Bl \sin(\alpha) + vBl \sin(\alpha) + vBl \sin(\alpha) = 3vBl \sin(\alpha) = 3\omega R_0 Bl \sin(\alpha), \quad (5)$$

где  $v_0$  – линейная скорость движения проводника по окружности радиусом  $R_0$ .

Если наклонить проводник относительно его центра к оси вращения, то средний участок будет находиться от оси вращения на том же расстоянии  $R_0$ , участок, расположенный ближе к оси вращения, будет находиться от неё на расстоянии  $R_0 - \Delta R$ , участок, расположенный дальше от оси вращения, будет находиться от неё на расстоянии  $R_0 + \Delta R$ . В этом случае ЭДС в проводнике будет равна:



$$\begin{aligned}
 e &= e_1 + e_2 + e_3 = v_1 B l \sin(\alpha) + v_0 B l \sin(\alpha) + v_2 B l \sin(\alpha) = \\
 &= \omega(R_0 - \Delta R) B l \sin(\alpha) + \omega R_0 B l \sin(\alpha) + \omega(R_0 + \Delta R) B l \sin(\alpha) = \\
 &= \omega R_0 B l \sin(\alpha) - \omega \Delta R B l \sin(\alpha) + \omega R_0 B l \sin(\alpha) + \omega R_0 B l \sin(\alpha) + \omega \Delta R B l \sin(\alpha) = \\
 &= 3\omega R_0 B l \sin(\alpha).
 \end{aligned}
 \tag{6}$$

Как видно, результаты выражений (5) и (6) совпадают. Получается, что если развернуть проводник относительно его центра под некоторым углом к оси вращения и вращать его с той же угловой скоростью в том же магнитном поле, то ЭДС, наводимая в проводнике, не изменится. При этом расстояние от оси вращения до центра проводника не должно изменяться при наклоне проводника относительно оси вращения.

Если же рассмотреть не отдельный проводник, а всю ЭМ, то условия электро-механического преобразования энергии не изменятся, если «разворот» всех магнитопроводов и проводников будет выполнен относительно окружности, проходящей через середину воздушного зазора. Если зафиксировать величину активной длины, то радиус этой окружности будет определять линейную скорость каждой точки на роторе, независимо от конструкции ЭМ – будь она радиальной, аксиальной или конической. При этом «разворот» относительно указанной окружности не приведет к изменению мощности ЭМ. Эта окружность является своего рода невидимой осью, относительно которой формируется вся ЭМ с её размерами, и параметрами под некоторым углом наклона к оси вращения ротора. Множество соответствующих параметров у эквивалентных ЭМ являются одинаковыми. Поэтому указанная окружность является своего рода «эталоном», относительно которого можно построить бесконечное количество эквивалентных ЭМ одинаковой мощности, но разной формы.

Рассмотрим ЭМ с коническим ротором (рис. 2). Проведем прямую, проходящую через середину воздушного зазора и пересекающую ось вращения ротора под некоторым углом  $\alpha$ . Назовем угол  $\alpha$  *углом наклона воздушного зазора к оси вращения ротора ЭМ*. Тогда при  $\alpha = 0^\circ$  получится радиальная ЭМ, а при  $\alpha = 90^\circ$  – аксиальная. То есть все радиальные и аксиальные ЭМ можно рассматривать как частный случай ЭМ с коническим ротором.

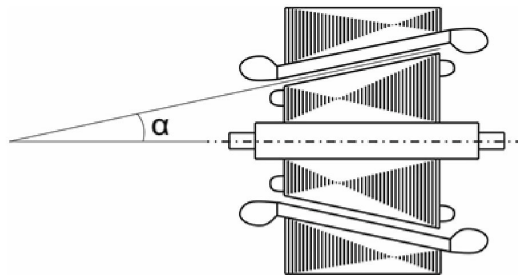


Рисунок 2 – Электрическая машина с коническим ротором

На этапе проектирования ЭМ с заданными характеристиками существует бесконечное множество вариантов их конструктивного исполнения. При переходе от одного варианта конструктивного исполнения ЭМ к другому форма и размеры магнитопроводов статора и ротора должны изменяться (преобразовываться) в соответствии с определенными закономерностями, чтобы выходные характеристики оставались без изменений. Процесс изменения формы и размеров магнитопроводов статора и ротора при проектировании ЭМ назовём *преобразованием ЭМ*.

Процесс изменения формы тела магнитопровода назовём *геометрическим преобразованием* магнитопровода, при этом выделим три его вида: *нормальное, искажённое и произвольное*.

*Нормальным* назовём геометрическое преобразование без изменения углов между всеми соприкасающимися поверхностями магнитопровода ЭМ.

*Искажённым* назовём геометрическое преобразование без изменения углов между противоположными поверхностями магнитопровода ЭМ.

*Произвольным* назовём геометрическое преобразование, при котором как минимум для одной пары противоположных поверхностей магнитопровода ЭМ изменяется угол между противоположными поверхностями.

Для определения параметров проектируемого генератора будем использовать только нормальное геометрическое преобразование. Для любой ЭМ с известными параметрами, у которой значение угла наклона воздушного зазора к оси вращения ротора равно  $\alpha_1$ , можно определить такую ЭМ со значением угла наклона воздушного зазора  $\alpha_2$ , у которой результат электромагнитного преобразования энергии будет идентичным, или эквивалентным.

Тогда ЭМ с углом наклона воздушного зазора к оси вращения ротора  $\alpha_1$  и известными параметрами назовём *исходной*, а ЭМ с углом наклона воздушного зазора к оси вращения ротора  $\alpha_2$  назовём *эквивалентной*.

Под эквивалентностью результатов электромагнитного преобразования энергии будем понимать получение одинаковых выходных параметров при одинаковых входных, причём эквивалентность результатов должна соблюдаться при любой частоте вращения ротора и любом значении тока, подаваемого в соответствующие обмотки исходной и эквивалентной ЭМ.

Нахождение эквивалентной ЭМ для исходной назовём *эквивалентным преобразованием ЭМ*. Суть эквивалентного преобразования ЭМ состоит в том, чтобы для ЭМ с известными характеристиками и имеющей один угол наклона воздушного зазора ( $\alpha_1$ ), определить геометрические размеры, форму и положение в пространстве магнитопроводов статора и ротора ЭМ, имеющей другой угол наклона воздушного зазора ( $\alpha_2$ ), при этом результат электромагнитного преобразования энергии в которой будет идентичным, или эквивалентным.

Процесс геометрического преобразования рассматривается индивидуально для каждого магнитопровода ЭМ. При выполнении преобразования наличие пазов не учитывается, то есть весь процесс геометрического преобразования касается только тела, ограниченного активной, тыльной и боковыми поверхностями магнитопровода. После преобразования, выполненного по определённым правилам, на магнитопроводе эквивалентной ЭМ пазы «вырезаются» заново, причём их количество и параметры – ширина, высота, форма и угол скоса должны быть точно такими же, как и в соответствующем магнитопроводе исходной ЭМ [13].

Рассмотрим сечение одного из магнитопроводов ЭМ с коническим ротором (рис. 3). Построим плоскость, перпендикулярную оси вращения ротора и проходящую через точку  $O$ , которая располагается в середине сечения воздушного зазора. В этой плоскости проведем окружность, имеющую центр на оси вращения ротора и проходящую через точку  $O$ . Построенную окружность назовём «*эталонной*». Для исходной ЭМ эквивалентное преобразование выполняется относительно эталонной окружности, которая сохраняет своё положение и размер при любом значении  $\alpha$ , поэтому радиус эталонной окружности  $R_0$  является постоянной величиной для рассматриваемой ЭМ, т.е.  $R_0 = \text{const}$ .

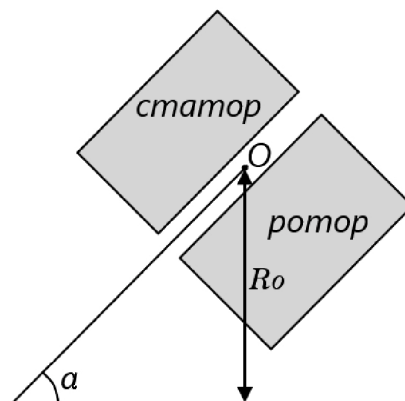


Рисунок 3 – Сечение магнитопроводов ЭМ с коническим ротором

На рисунке 4 представлены эквивалентные ЭМ с разным углом наклона воздушного зазора. Светлыми линиями выделена эталонная окружность, радиус которой для всех представленных магнитопроводов одинаков.

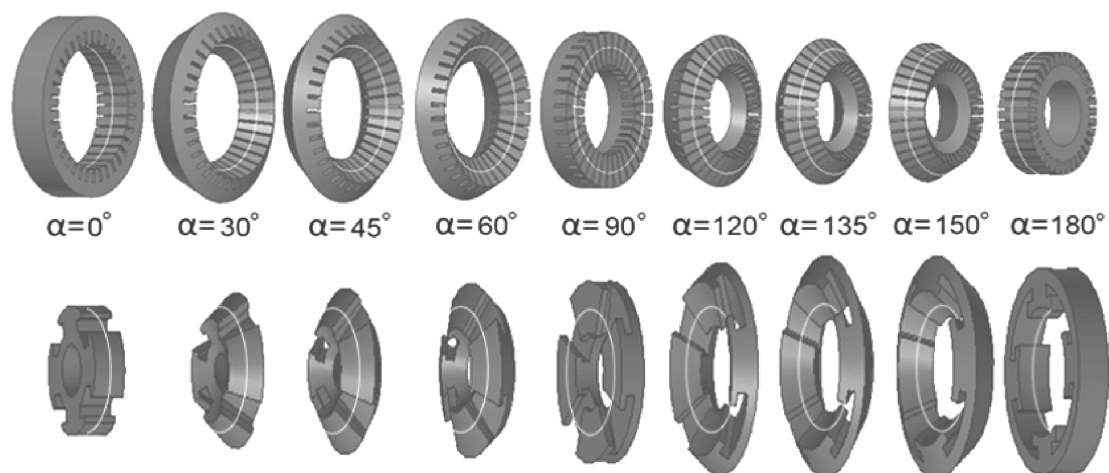


Рисунок 4 – Изменение формы эквивалентных синхронных ЭМ при изменении угла наклона воздушного зазора в диапазоне от 0° до 180°

Пренебрегая величиной воздушного зазора можно утверждать, что в соотношении  $\frac{l_i}{D}$  для радиальных ЭМ диаметр  $D$  определяет расстояние от оси вращения ротора до середины воздушного зазора. Тогда при эквивалентных преобразованиях этот диаметр будет являться диаметром эталонной окружности, относительно которой будет происходить эквивалентное преобразование исходной ЭМ, т.е.

$$D = 2R_0. \quad (7)$$

Из опыта проектирования радиальных ЭМ известно, что важное значение имеют величины  $\lambda_i$  и  $\lambda'_i$ :

$$\lambda_i = \frac{l_i}{D} = \frac{l_i}{2R_0}; \quad (8)$$

$$\lambda'_i = \frac{l_i}{\tau}, \quad (9)$$

где  $\tau$  – полюсное деление.

Учитывая, что при эквивалентных преобразованиях значения длины активной зоны  $l_i$  магнитопроводов и радиус эталонной окружности  $R_0$  не меняются, то для эквивалентных ЭМ будут справедливы следующее равенства:

$$\lambda_i = \text{const}; \quad (10)$$

$$\lambda'_i = \text{const}. \quad (11)$$

Это означает, что независимо от величины угла наклона воздушного зазора к оси вращения ротора для всех ЭМ, эквивалентных исходным радиальным, будут справедливы зависимости величины  $\lambda_i$  от числа пар полюсов  $p$ , полученные для авиационных радиальных ЭМ на основе опыта их эксплуатации (рис. 5) [15, с. 32].

Из опыта проектирования ЭМ общего назначения известно, что исходя из величины  $\lambda_i$  проектируемая ЭМ может быть «короткой» ( $\lambda_i < 0,4$ ), «длинной» ( $\lambda_i > 1,4$ ) и «средней». Необходимо знать достоинства «длинных» и «коротких» ЭМ, а именно, в

«длинных» ЭМ использование активных материалов более эффективно, т.е. при одинаковых частоте вращения и мощности «длинные» ЭМ требуют при изготовлении меньше активных материалов, чем «короткие». У длинных ЭМ лучше динамические свойства (меньше время разгона и торможения), но они хуже охлаждаются (а следовательно, имеют более высокие рабочие температуры), у них больше прогиб вала [16].

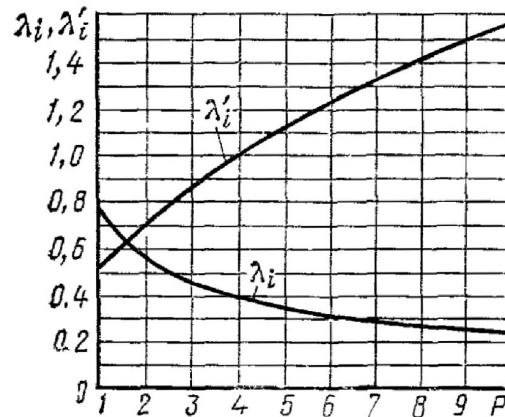


Рисунок 5 – Оптимальное отношение расчётной длины магнитопровода якоря к диаметру эталонной окружности или к полюсному делению в радиальных авиационных ЭМ

Величина  $\lambda'_i$  одинакова для всех эквивалентных ЭМ при условии, что величина полюсного деления рассматривается на среднем диаметре  $D_{cp}$  эквивалентной ЭМ, как показано на рисунке 6.

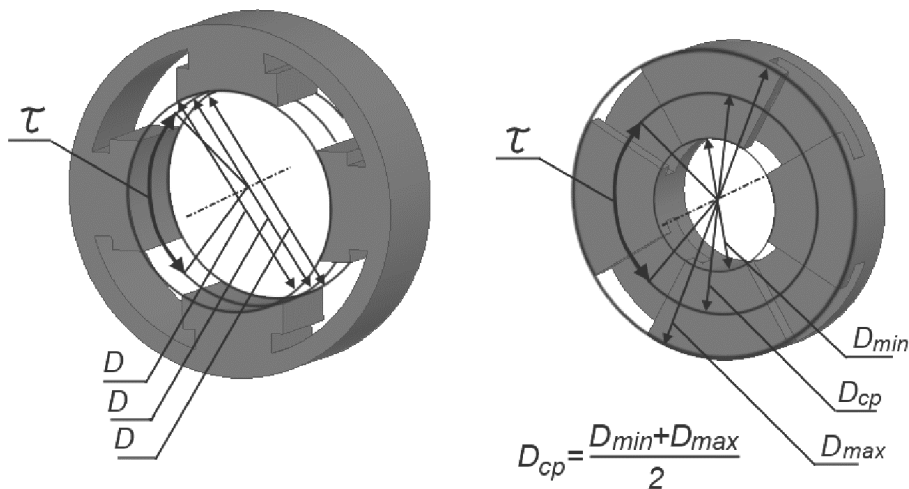


Рисунок 6 – К определению полюсного деления у эквивалентных ЭМ

Представленные на рис. 5 графики дают ориентировочные значения при выборе величин  $\lambda_i$  и  $\lambda'_i$ . Оптимальная величина  $\lambda_i$  при выбранном числе пар полюсов зависит так же от формы полюсов (круглая, сегментная, призматическая), мощности ЭМ, номинальной частоты вращения генератора, при увеличении диаметра эталонной окружности она снижается. Это нарушение законов геометрического подобия вызывается необходимостью учёта условий охлаждения и тем, что оптимум отношения  $\lambda_i$  уменьшается с увеличением мощности. Для генераторов автономных систем электроснабжения нет четких закономерностей при выборе отношения  $\lambda_i$ . Практика проектирования радиальных ЭМ показывает, что отклонение в пределах  $\pm 20\%$  от оптимальной величины не вызывает заметного ухудшения характеристик ЭМ.

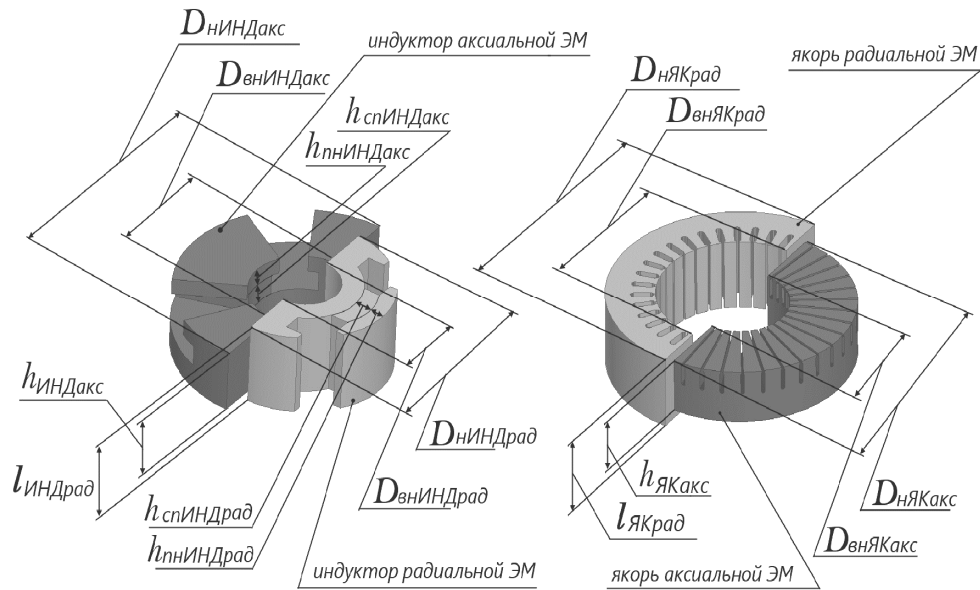


Рисунок 7 – К определению основных размеров эквивалентных аксиальных и радиальных ЭМ

При преобразовании исходной радиальной в эквивалентную аксиальную ЭМ необходимо учитывать соотношение внутреннего и наружного диаметров получаемой аксиальной ЭМ (рис. 7). В [17] приведена методика расчёта аксиальных ЭМ с постоянными магнитами различной формы. В [18] приведены подробные расчёты и получены значения оптимального соотношения внутреннего и наружного диаметров магнитопроводов аксиальных ЭМ, исходя из показателей электромагнитной мощности.

Для постоянных магнитов призматической формы (рис. 8, а)

$$D_{ВН} = 0,667 \cdot D_H. \quad (12)$$

Для постоянных магнитов сегментной формы (рис. 8, б):

$$D_{ВН} = 0,578 \cdot D_H. \quad (13)$$

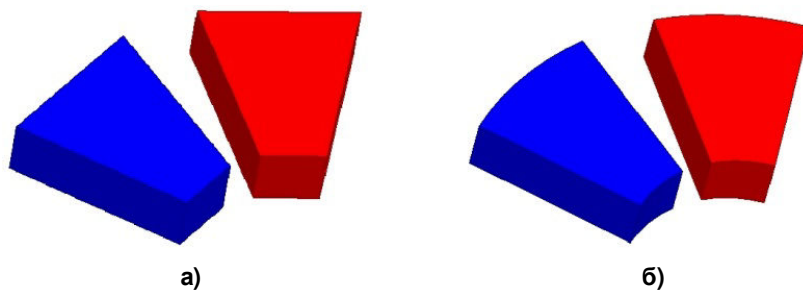


Рисунок 8 – Постоянные магниты призматической (а) и сегментной (б) формы

В [1, с. 64] показано, что оптимальное соотношение внутреннего и наружного диаметров аксиальных ЭМ, исходя из показателей электромагнитной мощности, находится по соотношению:

$$D_{ВН} = 0,33 \cdot D_H. \quad (14)$$

Если же кроме показателя электромагнитной мощности есть показатель экономической эффективности, то согласно [1, с. 66] оптимальное соотношение внутреннего и наружного диаметров аксиальных ЭМ находится в пределах:

$$0,5 < \frac{D_{ВН}}{D_H} < 0,625. \quad (15)$$

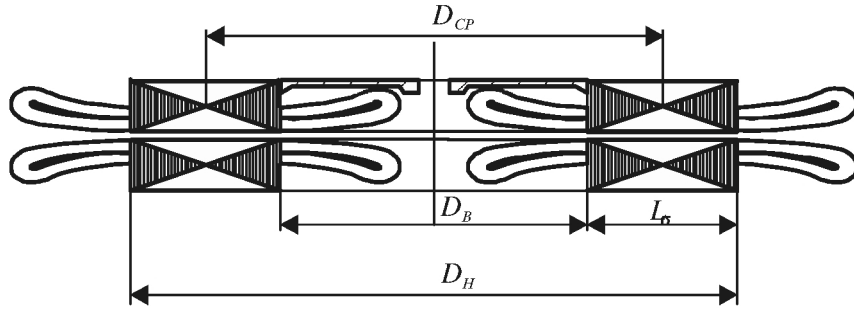


Рисунок 9 – Схема активной части аксиальной электрической машины

На рисунке 9 показана активная часть аксиальной ЭМ [19, с.56]. Из рисунка 9 видно, что расчётная длина активной зоны  $l_i$  магнитопровода аксиальной ЭМ равна:

$$l_i = \frac{D_H - D_{ВН}}{2}. \quad (16)$$

Средний диаметр эквивалентной аксиальной ЭМ равен диаметру эталонной окружности (рис. 8):

$$D_{CP} = D_{ВН} + l_i = D_{ВН} + \frac{D_H - D_{ВН}}{2} = \frac{D_H + D_{ВН}}{2} = 2R_0. \quad (17)$$

Тогда выражение (16) для аксиальных ЭМ будет иметь вид:

$$\lambda_i = \frac{l_i}{2R_0} = \frac{D_H - D_{ВН}}{D_H + D_{ВН}}. \quad (18)$$

Выражение (18) для аксиальных ЭМ является аналогом отношения  $\frac{l_i}{D}$ , известного из опыта проектирования радиальных ЭМ.

Выражения (12–15) можно обобщить, утверждая, что внутренний и наружный диаметр аксиальной ЭМ связаны следующим соотношением:

$$D_{ВН} = k_{Дакс} \cdot D_H, \quad (19)$$

где  $k_{Дакс}$  – коэффициент пропорциональности наружного и внутреннего диаметров, причём  $k_{Дакс} < 1$ .

Тогда выражение (18) можно преобразовать к следующему виду:

$$\lambda_i = \frac{1 - k_{Дакс}}{1 + k_{Дакс}}. \quad (20)$$

Произведем обратное вычисление – найдем величину  $\lambda_i$  для оптимальных значений  $k_{Дакс}$ .

Для выражения (12):

при  $k_{Дакс} = 0,667$  получим  $\lambda_i = 0,2$ . (21)

Для выражения (13):

при  $k_{Дакс} = 0,578$  получим  $\lambda_i = 0,27$ . (22)

Для выражения (14):

при  $k_{Дакс} = 0,33$  получим  $\lambda_i = 0,5$ . (23)

Для выражения (15):

при  $0,5 < k_{Дакс} < 0,625$  получим  $0,23 < \lambda_i < 0,33$ . (24)

Исходя из выражений (21–24) и данных, представленных на рисунке 5, следует, что при соотношении наружного и внутреннего диаметров оптимальном для генераторов аксиального исполнения, величина  $\lambda_i$  будет находиться на границе или за пределами области оптимальных значений для генераторов радиального исполнения.

Поэтому график зависимости оптимальных значений  $\lambda_i(p)$  для аксиальных ЭМ должен располагаться ниже графика, представленного для радиальных ЭМ, как показано на рисунке 10. График, изображенный на рис. 10 пунктирной линией приведен только исходя из выражений (12–15) и не подкреплён практическими данными, поэтому не гарантирует получение наиболее оптимальных результатов, но с учётом того, что, как было сказано выше, отклонение в пределах  $\pm 20\%$  от оптимальной величины не вызывает заметного ухудшения характеристик ЭМ, он может быть использован при проектировании аксиальных ЭМ для предварительных расчётов.



Рисунок 10 – Оптимальное отношение расчётной длины активной зоны магнитопровода к диаметру эталонной окружности для радиальных и аксиальных ЭМ

Исходя из данных, представленных на рис. 10, следует, что для каждого значения угла наклона воздушного зазора к оси вращения ротора существует своя область оптимальных значений  $\lambda_i$ . При эквивалентных преобразованиях ЭМ необходимо учитывать этот факт и выбирать угол наклона воздушного зазора к оси вращения ротора для эквивалентной ЭМ таким образом, чтобы параметры проектируемой ЭМ оставались в области значений  $\lambda_i(p)$ , оптимальных для выбранного угла наклона воздушного зазора к оси вращения ротора. Это, в свою очередь, означает, что существует предельный угол наклона воздушного зазора к оси вращения ротора, превышение которого приведет к выходу величины отношения основных размеров проектируемой эквивалентной ЭМ за пределы зоны оптимальных значений, что крайне нежелательно.

Кроме того, из зависимостей, представленных на рисунке 10, следует, что для одинакового числа пар полюсов при фиксированном диаметре эталонной окружности оптимальное значение  $\lambda_i$  в аксиальных ЭМ достигается при меньшей расчётной длине  $l_i$  магнитопровода якоря, чем в радиальных. Это является отличительной особенностью ЭМ аксиального конструктивного исполнения, которую следует учитывать на начальном этапе проектирования ЭМ при выборе её конструктивного исполнения.

Из выражения (14) определим зависимость  $k_{\text{Дакс}}(\lambda_i)$ :

$$k_{\text{Дакс}} = \frac{1 - \lambda_i}{1 + \lambda_i} . \quad (25)$$

На рисунке 11 представлен график зависимости  $k_{\text{Дакс}}(p)$  исходя из данных, представленных на рисунке 7.

Из данных, представленных на рисунке 11 следует, что для сохранения оптимальности соотношения основных размеров для аксиальных ЭМ с увеличением числа пар полюсов  $p$  внутренний диаметр  $D_{\text{ВН}}$  должен приближаться к наружному  $D_{\text{Н}}$ , при этом длина активной зоны  $l_i$  магнитопровода будет уменьшаться.

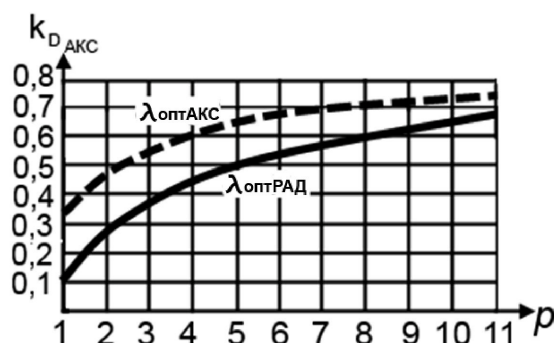


Рисунок 11 – Зависимость коэффициента наружного диаметра аксиальных ЭМ от числа пар полюсов

Таким образом, каждое из выражений (12–15) является наиболее оптимальным только при определенных условиях (при определенном числе пар полюсов, форме полюсов, мощности ЭМ, номинальной частоте вращения и др.), а с другой стороны, ни одно из них не является наиболее оптимальным в общем случае, т.е. нет универсального оптимального соотношения внутреннего и наружного диаметров магнитопровода для аксиальных ЭМ.

Введение термина «эталонной окружности» позволило установить аналогию между соотношениями основных размеров радиальных и аксиальных ЭМ. Исследования зависимости отношения расчётной длины активной зоны магнитопровода к диаметру эталонной окружности от числа пар полюсов для аксиальных ЭМ, представленной на рисунке 10 пунктирной линией, и зависимости коэффициента наружного диаметра аксиальных ЭМ от числа пар полюсов, представленной на рисунке 11 пунктирной линией, в настоящее время являются актуальными и требуют уточнения на основе опытных данных.

### Литература:

1. Гайтова Т.Б. Нетрадиционные электротехнические комплексы (теория, расчет и конструкции) / Т.Б. Гайтова, Я.М. Кашин. – Краснодар : КВАИ, 2004. – 403 с.
2. Многофазный трансформатор-фазорегулятор // Гайтов Б.Х., Кашин Я.М., Сингаевский Н.А., Жуков Ф.И., Исик С.Н. – Патент на изобретение RUS № 2137586. 06.04.1988 г.
3. Многофазный трансформатор // Гайтов Б.Х., Кашин Я.М., Гайтова Т.Б. – Патент на изобретение RUS № 2249871. 03.03.2003 г.
4. Гайтова Т.Б. Перспективные конструкции аксиальных многофазных трансформаторов и регуляторов с вращающимся магнитным полем / Т.Б. Гайтова, Б.Х. Гайтов, Я.М. Кашин // Известия высших учебных заведений. Электромеханика. – 2005. – № 3. – С. 44–47.
5. Аксиальный индукционный регулятор // Гайтов Б.Х., Кашин Я.М., Сингаевский Н.А., Савченко А.Ю., Шарифуллин С.Р. – Патент на изобретение RUS № 2168785. 06.04.1998 г.
6. Сдвоенный аксиальный индукционный регулятор // Гайтов Б.Х., Кашин Я.М., Сингаевский Н.А., Самородов А.В., Ариди Ф.М., Майоров А.П. – Патент на изобретение RUS № 2170971. 31.03.1999 г.
7. Аксиальный центробежный двигатель-насос // Гайтов Б.Х., Кашин Я.М., Рябухин М.И., Гайтова Т.Б. – Патент на изобретение RUS № 2284426. 20.04.2005 г.
8. Аксиальный двигатель-насос // Гайтов Б.Х., Кашин Я.М., Рябухин М.И., Гайтова Т.Б., Кашин А.Я. – Патент на изобретение RUS № 2340974. 26.10.2007 г.
9. Аксиальная двухходовая бесконтактная электрическая машина-генератор // Гайтов Б.Х., Кашин Я.М., Гайтова Т.Б., Кашин А.Я., Пауков Д.В., Голощанов А.В. – Патент на изобретение RUS № 2450411. Оpubл. 12.01.2011 г. Бюл. № 13.
10. Кашин Я.М. Обоснование и разработка перспективных конструкций генераторных установок для систем автономного электроснабжения / Я.М. Кашин, А.Я. Кашин, Д.В. Пауков // Известия высших учебных заведений. Электромеханика. – 2012. – № 1. – С. 46–53.
11. Аксиальный двухходовый бесконтактный ветро-солнечный генератор // Гайтов Б.Х., Кашин Я.М., Кашин А.Я., Копелевич Л.Е., Самородов А.В. – Патент на изобретение RUS № 2561504. 16.06.2014.
12. Аксиальный бесконтактный двигатель-генератор // Гайтов Б.Х., Кашин Я.М., Князев А.С., Кашин А.Я., Пудов С.А. – Патент на изобретение RUS № 2529210. 03.10.2013.



13. Князев А.С. Эквивалентное преобразование электрических машин с коническим ротором / А.С. Князев // Технические и технологические системы : Материалы седьмой международной научной конференции «ТТС-15». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2015. – С. 127–132.
14. Кашин А.Я. Радиальные и аксиальные электрические машины, как частный случай электрических машин с коническим ротором. Основные определения / А.Я. Кашин, А.С. Князев // Технические и технологические системы : Материалы седьмой международной научной конференции «ТТС-15». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2015. – С. 121–127.
15. Балагуров В.А. Проектирование специальных электрических машин / В.А. Балагуров. – М. : Высшая школа, 1982.
16. Кацман М.М. Расчёт и конструирование электрических машин / М.М. Кацман. – М. : Энергоатомиздат, 1984.
17. Ганджа С.А. Методика инженерного расчёта вентильных электрических машин с аксиальным магнитным потоком / С.А. Ганджа, А.С. Мартыанов // Вестник Южно-Уральского государственного университета. – 2013. – Т. 13. – № 2.
18. Ганджа С.А. Вентильные электрические машины с аксиальным магнитным потоком. Анализ, синтез, внедрение в производство : дисс. ... д-ра техн. наук. – Челябинск, 2011.
19. Методика расчета аксиальных многофазных трансформаторов / Б.Х. Гайтов, Я.М. Кашин, Т.Б. Гайтова, С.В. Божко // Известия высших учебных заведений. Электромеханика. – 2001. – № 1. – С. 54–58.
20. Гайтов Б.Х. Устройство и математическая модель аксиального магнитотурботрона для лечения онкозаболеваний / Б.Х. Гайтов, Я.М. Кашин, Л.Е. Копелевич // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2014. – № 1. – С. 95–102.

### References:

1. Gaytova T.B. Nonconventional electrotechnical complexes (theory, calculation and designs) / T.B. Gaytova, Ya.M. Kashin. – Krasnodar : KVAI, 2004. – 403 p.
2. Multiphase transformer phase-shifter / Gaytov B.H., Kashin Ya.M., Singayevsky N.A., Zhukov F.I., Isik S.N. – Patent for the invention of RUS № 2137586. 4/6/1988.
3. Multiphase transformer // Gaytov B.H., Kashin Ya.M., Gaytova T.B. – Patent for the invention of RUS № 2249871. 3/3/2003.
4. Gaytova T.B. Perspective designs of axial multiphase transformers and regulators with the rotating magnetic field / T.B. Gaytova, B.H. Gaytov, Ya.M. Kashin // News of higher educational institutions. Electromechanics. – 2005. – № 3. P. 44–47.
5. Axial induction regulator // Gaytov B.H., Kashin Ya.M., Singayevsky N.A., Savchenko A.Yu., Sharifullin S.R. – Patent for the invention of RUS № 2168785. 4/6/1998.
6. Dual axial induction regulator // Gaytov B.H., Kashin Ya.M., Singayevsky N.A., Samorodov A.V., Aridi F.M., Majorov A.P. – Patent for the invention of RUS № 2170971. 3/31/1999.
7. Axial centrifugal engine pump // Gaytov B.H., Kashin Ya.M., Ryabukhin M.I., Gaytova T.B. – Patent for the invention of RUS № 2284426. 4/20/2005.
8. Axial engine pump // Gaytov B.H., Kashin Ya.M., Ryabukhin M.I., Gaytova T.B., Kashin A.Ya. – Patent for the invention of RUS № 2340974. 10/26/2007.
9. Axial dvukhvkhodovy contactless electric machine generator // Gaytov B.H., Kashin Ya.M., Gaytova T.B., Kashin A.Ya., Paukov D.V., Goloshchapov A.V. – Patent for the invention of RUS № 2450411. Opubl. 1/12/2011 Bulletin № 13.
10. Kashin Ya.M. Justification and development of perspective designs of generating installations for systems of autonomous power supply / Ya.M. Kashin, A.Ya. Kashin, D.V. Paukov // News of higher educational institutions. Electromechanics. – 2012. – № 1. – P. 46–53.
11. Axial dvukhvkhodovy contactless vetro-solar generator // Gaytov B.H., Kashin Ya.M., Kashin A.Ya., Kopelevich L.E., Samorodov A.V. – Patent for the invention of RUS № 2561504. 6/16/2014.
12. Axial contactless engine generator // Gaytov B.H., Kashin Ya.M., Knyazev A.S., Kashin A.Ya., Podov S.A. – Patent for the invention of RUS № 2529210. 10/3/2013.
13. Knyazev A.S. Equivalent transformation of electrical machines with a conic rotor / A.S. Knyazev // Technical and technological systems: Materials of the seventh international scientific TTS-15 conference. – Krasnodar : Publishing house – South, 2015. – P. 127–132.
14. Kashin A.Ya. Radial and axial electrical machines as a special case of electrical machines with a conic rotor. Main definitions / A.Ya. Kashin, A.S. Knyazev // Technical and technological systems: Materials of the seventh international scientific TTS-15 conference. – Krasnodar : Publishing house – South, 2015. – P. 121–127.

15. Balagurov V.A. Design of special electrical machines / V.A. Balagurov. – M. : The higher school, 1982.
16. Katsman M.M. Calculation and designing of electrical machines / M.M. Katsman. – M. : Energoatomizdat, 1984.
17. Gandzha S.A. Metodik's of engineering calculation of valve electrical machines with an axial magnetic flux / S.A. Gandzha, A.S. Martyanov // Bulletin of the Southern Ural state university. – 2013. – V. 13. – № 2.
18. Gandzha S.A. Valve electrical machines with an axial magnetic flux. The analysis, synthesis, introduction in production : yew... Dr. Sci. Tech. – Chelyabinsk, 2011.
19. Method of calculation of axial multiphase transformers / B.H. Gaytov, Ya.M. Kashin, T.B. Gaytova, S.V. Bozhko // News of higher educational institutions. Electromecanics. – 2001. – № 1. – P. 54–58.
20. Gaytov B.H. The device and mathematical model of an axial magnitoturbotron for treatment of oncological diseases / B.H. Gaytov, Ya.M. Kashin, L.E. Kopelevich // Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin). –2014. – № 1. – P. 95–102.

УДК 685.51

## РАЗРАБОТКА ТРЕБОВАНИЙ К КОНСТРУКЦИИ ЧЕХЛА ДЛЯ ВИОЛОНЧЕЛИ

### DEVELOPMENT OF REQUIREMENTS FOR THE DESIGN OF THE COVER FOR CELLO

#### Клюева Инна Викторовна

кандидат технических наук, доцент кафедры  
«Конструирование изделий из кожи  
и промышленный дизайн»,  
Новосибирский технологический институт (филиал)  
«Московский Государственный университет  
дизайна и технологии»  
klueva.iv@yandex.ru

#### Евсеева Лариса Петровна

доцент кафедры «Гуманитарных наук»,  
Новосибирский технологический институт (филиал)  
«Московский Государственный университет  
дизайна и технологии»  
klueva.iv@yandex.ru

**Аннотация:** В статье рассмотрены основные требования к конструкции чехла для виолончели, обусловленные конструкцией инструмента, требованиями безопасности, модными тенденциями.

**Ключевые слова:** чехол для виолончели, импортозамещение, конструирование, мода, безопасность.

#### Klyueva Inna Viktorovna

PhD. Tech., Associate Professor,  
Novosibirsk Technological Institute  
(Branch) of Moscow State University of  
Design and Technology  
klueva.iv@yandex.ru

#### Evseeva Larisa Petrovna

Associate Professor,  
Novosibirsk Technological Institute  
(Branch) of Moscow State University of  
Design and Technology  
klueva.iv@yandex.ru

**Annotation.** The article describes the main design requirements of the case for the cello, due to the design of the tool, security requirements, fashion trends.

**Keywords:** case for cello, import substitution, design, fashion, safety.

Виолончель – струнный смычковый музыкальный инструмент. При приобретении инструмента возникает необходимость приобретения чехла для него. В современных экономических условиях актуальны вопросы импортозамещения, поэтому необходимо разработать требования к конструкции и материалам, соответствующих особенностям данного музыкального инструмента и возрастным группам музыкантов.

Размеры виолончели зависят от возраста и роста музыканта. Основные типоразмеры и параметры инструмента представлены в таблице 1 [1].

Таблица 1 – Типоразмеры виолончели

Размер виолончели	Длина корпуса виолончели, мм	Рост музыканта, м
1/8	510–515	1,00–1,20
1/4	580–585	1,20–1,35
1/2	650–655	1,25–1,45
3/4	690–695	1,40–1,55
4/4	750–760	От 1,55

Геометрическая форма чехла обусловлена геометрической формой инструмента. Строение виолончели представлено на рисунке 1 [2].

В конструкции чехла присутствуют три основных узла – узел передней стенки, узел задней стенки и средняя деталь. Ширина средней детали обусловлена шириной обечайки и высотой подставки. Конфигурация этих элементов представлена на рисунке 2.

## ВИОЛОНЧЕЛЬ И СМЫЧОК

### Виолончель

- 1 — головка
- 2 — колки
- 3 — гриф и шейка
- 4 — верхняя дека
- 5 — задняя дека
- 6 — подгрифок
- 7 — подставка
- 8 — эфы
- 9 — бочок или обечайка
- 10 — струны
- 11 — шпиль
- 12 — порожек

### Смычок

- 13 — конец смычка (головка)
- 14 — трость
- 15 — волос
- 16 — колодка
- 17 — винт для натягивания волоса

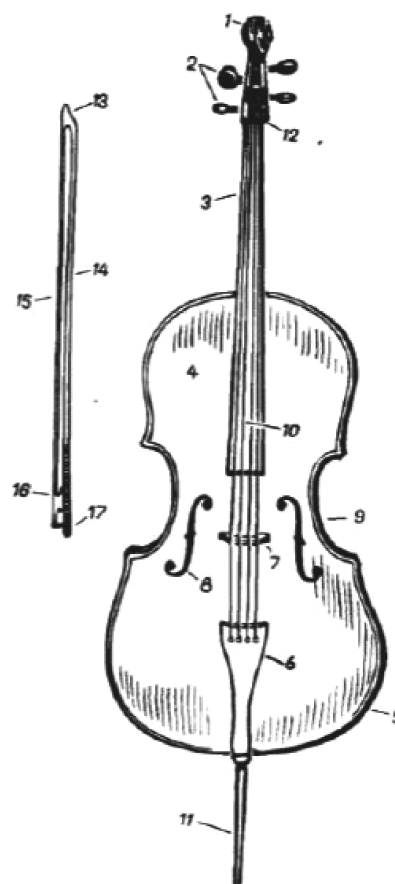


Рисунок 1 – Строение виолончели



Рисунок 2 – Детали виолончели, влияющие на ширину средней детали

Также в средней детали располагается застежка. Наиболее удобна и функциональна застёжка «молния», с двумя бегунками, закрывающимися навстречу друг другу.

Узел передней стенки должен содержать карман для смычка, карман для нотных тетрадей и альбомов (формат нотной тетради А4), карман для канифоли. В отличие от гитарного чехла, из-за наличия на инструменте такой детали как «подставка», чехол обязательно должен раскраиваться из двух частей, соответствующей конфигурацией, либо необходимо предусмотреть складку, если деталь отрезная в области грифа.

Узел задней стенки должен иметь лямки для ношения на спине. Лямки необходимо делать регулируемыми, для удобства ношения музыкантами разного роста.

Одним из основных дефектов готовых чехлов импортного производства является как раз невозможность отрегулировать чехол по высоте роста ребенка, что представлено на рисунке 3.



Рисунок 3 – Пример готового типового чехла

Минимальная длина лямок не позволяет ребенку самостоятельно переносить инструмент на спине, поскольку при ходьбе нижний край чехла находится на 60 мм выше коленного сустава, что затрудняет ходьбу, особенно в одежде в зимнее время.

Анализ ассортимента импортных чехлов показал, что в Российскую Федерацию поставляются чехлы черного цвета, не имеющие светоотражающих элементов в конструкции. Наличие светоотражающих элементов является одним из основных требований безопасности, а применение в производстве ярких расцветок тканей, соответствующих модным тенденциям, благоприятно скажется на эмоциональном состоянии как музыканта – ребенка, так и взрослого [3–6].

Таким образом, можно сформулировать требования к конструкции чехла для виолончели:

- требования защиты – защита инструмента от влаги, механических повреждений, перепадов температуры, особенно при транспортировке инструмента в зимний период
- требования безопасности – наличие деталей и (или) фурнитуры со светоотражающими элементами на передних, боковых поверхностях и верхнем клапане
- требования эргономики – наличие лямок, соответствующих росту музыканта, для переноски на спине (в силу крупных габаритов инструмента), наличие карманов и отделов для необходимых аксессуаров и принадлежностей (смычок, канифоль, ноты и прочее), особая конструкция передней стенки из-за конструкции инструмента.
- требования эстетики – изготовление из материалов, соответствующих модным тенденциям, максимально учитывающих предпочтения музыкантов

Перечисленные требования к конструкции чехла и материалам для его изготовления следует использовать для пошива чехлов в условиях малых и средних предприятий.

### Литература:

1. Правильный выбор размера виолончели. [Электронный ресурс]. – URL : <http://www.laubach-ru.de/40226.html> (дата обращения 21.03.2016).
2. Мардеровский Л.Н. Уроки игры на виолончели / Л.Н. Мардеровский. – М. : Музыка, 2000. – 128 с.
3. Технический регламент таможенного союза ТР ТС 007/2011 «О безопасности продукции, предназначенной для детей и подростков». [Электронный ресурс]. – URL : [http://www.tsouz.ru/KTS/KTS31/Documents/P\\_797\\_1.pdf](http://www.tsouz.ru/KTS/KTS31/Documents/P_797_1.pdf) (дата обращения 21.03.2016).

4. Ключева И.В. Цвет и аппликация в ортопедической обуви как факторы психофизиологического развития детей / И.В. Ключева, Н.В. Бекк, Н.В. Савина // Известия ВУЗов. Технология легкой промышленности. – 2014. – Т. 25. – № 3. – С. 80–81.

5. Бекк М.В. Декорирование женских сумок / М.В. Бекк, С.С. Федорова, В.В. Козлова, И.В. Ключева. – Краснодар : Издательский Дом –ЮГ, 2015. – 48 с.

6. Ключева И.В. Предпроектные исследования для разработки чехла для гитары в условиях использования в общеобразовательных учреждениях / И.В. Ключева, А.В. Пахунوف // Наука и технологии в современном мире: традиции и инновации: Материалы II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, 19–20 ноября 2015 г. – Новосибирск : СНИ, 2015. – 221 с. – С. 181–184.

### References:

1. Right choice of the size of a violoncello. [Electronic resource]. – URL : <http://www.laubach-ru.de/40226.html> (date of the address 3/21/2016).

2. Marderovsky L.N. Game lessons on violoncello / L.N. Marderovsky. – M. : Music, 2000. – 128 p.

3. Technical regulations of the Customs union of TR CU 007/2011 «About safety of production intended for children and teenagers». [Electronic resource]. – URL : [http://www.tsouz.ru/KTS/KTS31/Documents/P\\_797\\_1.pdf](http://www.tsouz.ru/KTS/KTS31/Documents/P_797_1.pdf) (date of the address 3/21/2016).

4. Klyueva I.V. Color and application in orthopedic footwear as factors of psychophysiological development of children / I.V. Klyueva, N.V. Bekk, N.V. Savina // News of higher education institutions. Technology of light industry. – 2014. – V. 25. – № 3. – P. 80–81.

5. Bekk M.V. Dressing of women bags / M.V. Bekk, S.S. Fedorova, V.V. Kozlova, I.V. Klyueva. – Krasnodar : Publishing house – South, 2015. – 48 p.

6. Klyueva I.V. Predesign researches for development of a cover for a guitar in the conditions of use in general education ucherezhdeniye / I.V. Klyueva, A.V. Pakhunov // Science and technologies in the modern world: traditions and innovations: Materials II of the All-Russian scientific and practical conference with the international participation, on November 19–20, 2015. – Novosibirsk : SNI, 2015. – 221 p. – P. 181–184.

УДК 622.276

## ИССЛЕДОВАНИЕ НАГНЕТАТЕЛЬНЫХ СКВАЖИН НА САМОТЛОРСКОМ НЕФТЕГАЗОВОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ

### STUDY OF INJECTION WELLS IN THE SAMOTLOR OIL AND GAS FIELD

#### **Петрушин Евгений Олегович**

ведущий технолог по добыче нефти и газа,  
ЦДНГ1 ОАО «Печоранефть»  
eopetrushin@yahoo.com

#### **Арутюнян Ашот Страевич**

кандидат технических наук,  
доцент кафедры прикладной математики,  
Кубанский государственный  
технологический университет  
mereniya@mail.ru

#### **Самойлов Александр Сергеевич**

инженер,  
ООО «НК «Роснефть» – НТЦ»,  
Департамент лабораторных исследований,  
Отдел нормирования технологических потерь  
и отбора пластовых флюидов,  
Сектор отбора пластовых флюидов  
sasamoylov@rn-ntc.ru

**Аннотация.** В статье изложены задачи исследования нагнетательных скважин, методика проведения исследовательских работ, рекомендации по комплексу измерений в зависимости от характера решаемых задач при контроле и регулировании процесса разработки. Приведены основные технические и метрологические характеристики применяемой аппаратуры, определена область её применения.

**Ключевые слова:** гидродинамические исследования водонагнетательных скважин, геофизические исследования при ремонте нагнетательных скважин, методы контроля за разработкой нефтяных месторождений, регулирование процесса разработки, определение приёмистости водонагнетательных скважин.

#### **Petrushin Evgeniy Olegovich**

Leading oil and gas production  
technologist,  
JSC «Pechoraneft»  
eopetrushin@yahoo.com

#### **Arutyunyan Ashot Straevich**

Candidate of Technical Sciences,  
Assistant professor of pulpit applied  
mathematicians,  
Kuban State University of Technology  
mereniya@mail.ru

#### **Samoylov Alexander Sergeevich**

Engineer,  
Limited liability company «NC «Rosneft»  
research and technical centre»,  
Department of laboratory research,  
Department of rationing process losses  
and selection of reservoir fluids,  
Sector selection of reservoir fluids  
sasamoylov@rn-ntc.ru

**Annotation.** The article outlines the objectives of the study of injection wells, methods of research, recommendations for measuring the complex, depending on the nature of the tasks under the control and management of the development process. The main technical and metrological characteristics of the apparatus used is defined area of its application.

**Keywords:** hydrodynamic studies water injection wells, geophysical studies in the repair of injection wells, methods of control over the development of oil fields, regulation of the development process, definition of water injection wells injectivity.

Основным методом регулирования процесса разработки нефтяных месторождений является поддержание пластового давления разрабатываемых пластов путём их искусственного заводнения. Эффективность принятой системы разработки определяется не только степенью достоверности получаемой информации о геологическом строении объекта разработки, но и знанием закономерностей его заводнения, которые устанавливаются по результатам исследований нагнетательных скважин. Поэтому решение вопросов исследования нагнетательных скважин с целью систематических наблюдений как за закачкой воды, так и их технического состояния имеет первостепенное значение при контроле за разработкой нефтяных месторождений, а также при охране недр и окружающей среды. Однако отсутствие единого методического руководства по исследованию нагнетательных скважин, включающего методику их проведения и оптимальный комплекс изме-

рений в зависимости от решаемых задач, в значительной степени снижает эффективность получения достоверной информации по этой категории скважин.

#### **Общие положения**

1. Геофизические и гидродинамические исследования водонагнетательных скважин проводятся с целью решения следующих задач нефтепромысловой геологии:

- определения профиля приёмистости перфорированных пластов;
- определения гидродинамических параметров: пластового и забойных давлений, коэффициента приёмистости, осреднённого значения коэффициента гидропроводности пласта в районе исследуемой скважины (метод установившихся режимов нагнетания) или на участке между двумя исследуемыми скважинами (метод восстановления давления);
- обоснования технического состояния скважины: целостность обсадной колонны НКТ, герметичность затрубного пространства, состояние забоя;
- исследования для целей капитального ремонта;
- исследования при вводе скважины в эксплуатацию или при переходе на другой объект нагнетания;
- работы с опробователями пластов на трубах.

2. По заявке заказчика (НГДУ, УБР, УПНП и КРС) исследования в скважинах проводятся в период её эксплуатации, до ремонтных работ, в период их проведения и после завершения.

Состав комплекса геофизических исследований в зависимости от категории скважины, условий проведения измерений и решаемых задач регламентируется настоящим руководством [1].

3. При необходимости решения нескольких задач в одной скважине перечень необходимых геофизических исследований представляет собой комбинацию из комплексов, применение которых рекомендуется настоящим руководством для решения каждой из поставленных задач.

4. Методы исследований, применение которых необходимо для решения конкретных задач, подразделяются на *основные* и *дополнительные*. Эффективность и целесообразность применения дополнительных методов для каждого района должны быть установлены путём проведения специальных опытно-методических работ. Комплексы методов могут уточняться в зависимости от конкретных геолого-технических условий, наличия аппаратуры и особенностей разработки отдельных нефтяных месторождений, а также поставленных задач по взаимно согласованному плану между геофизической и промыслово-геологической службами.

5. Промыслово-геофизические исследования в скважинах проводятся согласно заявке заказчика. Порядок приёма и выполнения заявок должен соответствовать «Основным условиям производства промыслово-геофизических и прострелочно-взрывных работ в нефтяных скважинах» [2].

6. Готовность скважин к промыслово-геофизическим исследованиям согласно требованиям разделов 4 и 12 «Правил безопасности в нефтегазодобывающей промышленности» [3], а также настоящего документа оформляется актом. За подготовку скважины и достоверность указанных в заявке сведений о техническом состоянии скважины, расходе жидкости, давлении на устье отвечает заказчик.

7. Геофизические исследования, не предусмотренные настоящим документом (кислотные обработки, ТГХВ, ТХО и др.), проводятся по специальному плану, составленному подрядчиком и заказчиком, в котором определяется необходимое оборудование, участие бригады ПРС и КРС в процессе проведения исследований и комплекс измерений.

#### **Гидродинамические исследования водонагнетательных скважин**

К гидродинамическим методам исследования относятся методы определения свойств или комплексных характеристик пластов и скважин по данным наблюдений на изучаемом объекте взаимосвязи между приёмистостью водонагнетательных скважин и определяющими её перепадами давления в пласте.



В практике гидродинамических исследований водонагнетательных скважин используется два основных метода:

1) *метод установившихся режимов*, который сводится к измерению приёмистости скважин и забойных давлений на нескольких (не менее трёх) режимах, построению зависимости «приёмистость – забойное давление» или «приёмистость – депрессия» ( $P_{пл} - P_{заб}$ ) и последующей обработки полученной информации с целью определения коэффициента приёмистости скважины и оценки гидропроводности пласта в её районе;

2) *метод восстановления давления*, который сводится к прослеживанию изменения забойного давления в нагнетательной скважине после резкого изменения установившегося режима закачки с одновременным прослеживанием (при необходимости) оттока жидкости из пласта в ствол скважины и последующей обработки полученной информации с целью определения гидропроводности пласта, приёмистости скважины, коэффициента её гидродинамического совершенства и др.

#### *Определение приёмистости водонагнетательных скважин*

Приёмистость водонагнетательных скважин измеряется счётчиками или расходомерами диафрагменного типа, турбинными, электромагнитными и другими приборами, установленными на кустовых насосных станциях (КНС) в соответствии с инструкциями по эксплуатации этих приборов.

Основным технологическим требованием к системе контроля приёмистости является обеспечение возможности отдельного измерения приёмистости каждой нагнетательной скважины.

Водонагнетательная система должна иметь индивидуальный водовод от кустовой насосной станции (КНС), индивидуальную систему измерения расхода. Последнее условие соблюдается не везде, поэтому для измерения суммарного расхода воды в нагнетательных скважинах, не оборудованных средствами индивидуального измерения расхода, его можно производить скважинным расходомером в насосно-компрессорных трубах (НКТ); допускается располагать расходомер в манифольдной линии, помещая его через фланец, устанавливаемый специально для этой цели. Диаметр эксплуатационной колонны водонагнетательных скважин 5–6", применяемые насосно-компрессорные трубы преимущественно 2,5"; для обеспечения беспрепятственного пропуса и извлечения скважинных приборов башмак НКТ оборудуется направляющей воронкой.

#### **Основные требования к технологии исследования профилей приёмистости**

Технологические операции по подготовке водонагнетательных скважин к исследованию профилей приёмистости приборами прямого измерения (расходомерами) и по проведению самих исследований, коррекция полученных профилей и их интерпретация производятся в соответствии с действующими методическими документами по применению потокометрических скважинных измерений при послойном определении характера эксплуатируемого разреза.

При исследованиях должны выполняться следующие основные требования:

– до начала исследований должен быть проведён замер приёмистости скважины;

– путём сопоставления замеренной приёмистости на поверхности и суммарной приёмистости, измеренной глубинным прибором, при его установке над верхними перфорационными отверстиями должен быть определён поправочный коэффициент, учитывающий неполную пакерровку прибора и возможное несоответствие скважинных условий условиям градуировки прибора;

– исследование должно проводиться при установившемся режиме нагнетания (режим можно считать установившимся, если за 30 мин. по показаниям прибора, установленного над верхними перфорационными отверстиями, расход воды изменяется не более чем на 3 %);

– результаты измерений должны быть проведены точно по глубинам.

По результатам точечных замеров расхода воды для каждого режима строятся обычные профили приёмистости, где показания расходомера даются в имп/мин. При определении расхода в м<sup>3</sup>/сут. используются градуировочные графики расходомеров, полученные до и после скважинных исследований. Для количественных определений расхождение между осреднёнными графиками предварительного и повторного градуирования должно быть не больше приведённой погрешности прибора. В таких случаях для интерпретации используется усреднённый график. По данным градуировки на профиль приёмистости наносится шкала расхода в м<sup>3</sup>/сут. с указанием порога срабатывания прибора.

Значение расходов считаются в не перфорированных интервалах колонны, а по отдельным пластам определяются как разность расходов, полученных выше и ниже перфорированных интервалов.

### **Основные способы определения забойных давлений в водонагнетательных скважинах**

Забойные давления определяются:

- по данным прямого измерения глубинным манометром непосредственно на забое скважины;
- по данным измерения динамических уровней жидкости или прямых измерений глубинными манометрами в точках, отстоящих на значительном расстоянии от забоя – в скважинах, в которых по техническим причинам невозможен спуск приборов на забой;
- по данным измерений давления на устье.

Прямые измерения забойного давления производятся стандартными глубинными манометрами или комплексными приборами, имеющими датчики давления, в соответствии с инструкциями по эксплуатации этих приборов.

При использовании тензометрического датчика для определения забойного давления используется формула:

$$P = C \cdot (R - R_{атм}),$$

где  $P$  – избыточное давление, МПа;  $C$  – постоянная датчика, МПа/Ом;  $R$  – сопротивление компенсатора измерительного моста, соответствующее измеряемому давлению, Ом;  $R_{атм}$  – то же для давления.

### **Геофизические исследования при ремонте нагнетательных скважин**

Первыми признаками имеющихся непроизводительных закачек в действующих нагнетательных скважинах в результате затрубной циркуляции или негерметичности обсадной колонны являются увеличение приёмистости и снижение давления закачки по сравнению с предшествующим периодом. Эти данные по режиму закачки воды в скважину дают основание для проведения дополнительных исследований промыслово-геофизическими методами с целью определения интервалов ухода закачиваемой жидкости.

Геофизические исследования при ремонте нагнетательных скважин должны проводиться как в интервале объекта разработки с целью выявления возможных затрубных перетоков, негерметичности забоя, так и выше его (по стволу) с целью определения мест негерметичности обсадной колонны, возможных межпластовых перетоков за колонной.

Значительная часть задач по содержанию и способам их решения подобна рассмотренным для добывающих скважин (выделение интервала негерметичности колонны, определение межпластовых перетоков при герметичной обсадной колонне и др.). Однако способы решения отдельных задач учитывают особенности работы нагнетательных скважин. К таким относятся применение термометрии, нейтронных методов, радиоактивных изотопов для выделения интервалов заколонной циркуляции, оценки герметичности обсадной колонны при работе скважины на самоизлив.

Учитывая влияние работы нагнетательной скважины на строение теплового поля, необходимо чтобы зумпф скважины был не менее 20 м, минимальное время остановки для восстановления теплового поля для скважин, работающих более года, составляет 10–48 часов. В период остановки скважины и проведения термометрии гер-

метизация устья должна исключать возможность движения жидкости в стволе скважины. Режим измерений и требования к чувствительности аппаратуры остаются такими же, как и при решении аналогичных задач в добывающих скважинах.

Исследования технического состояния начинаются с замера температуры по стволу остановленной скважины со скоростью  $V = \frac{2000}{T}$  в масштабе глубин 1 : 500, температуры 0,1 °С/см. Наличие аномалий, не связанных с изменением температуры, обусловленной естественным тепловым полем, указывает на негерметичность колонны или заколонные перетоки. Регистрация диаграмм ГК, кроме привязки глубин к разрезу, в ряде случаев позволяет выделить интервалы увеличения естественной гамма-активности, которые соответствуют интервалам нарушения герметичности колонны. Это особенно характерно при закачке сточных вод, когда в интервалах ухода воды через повреждения в колонне отлагаются соли повышенной радиоактивности.

После анализа измерений по стволу скважины принимают решение о проведении детальных исследований с целью локализации интервалов негерметичности колонны. Одним из способов решения задачи являются исследования термометром, расходомером и локатором муфт при задавке в скважину жидкости.

### **Методы контроля за разработкой нефтяных месторождений**

#### **Термометрия**

По данным термометрии в неперфорированных пластах прослеживают местоположение закачиваемых вод по площади и возможный их переток в затрубном пространстве. В связи с различием температур нагнетаемых и пластовых вод процесс вытеснения нефти водой сопровождается изменением температуры пласта. В перфорированных пластах термометрия применяется для выделения интервалов обводнения (отдающих жидкость в эксплуатационной и поглощающих – в нагнетательной скважине). Решение задачи производится путём сравнения геотермы (базисной температурной кривой, замеренной в простаивающей скважине, удалённой от мест отбора флюида и закачки, находящейся в режиме теплового равновесия с окружающими породами) с термограммами исследуемых скважин.

Прослеживание фронта распространения по пласту закачиваемой воды производится следующим образом. Обводнённый пласт, в который закачивается вода с меньшей температурой, чем температура пластовой воды, отмечается на термограмме отрицательной аномалией по сравнению с геотермой.

Обводнённый пласт определяется по положению точки  $M$ , характеризующейся минимальной температурой  $t$ . Границы распространения температурного фронта нагнетаемых вод определяются проведением вспомогательной прямой. Вспомогательная прямая проводится параллельно геотерме на расстоянии  $\frac{\Delta t}{2}$  от неё с учётом погрешности записи термограммы. Границы температурного фронта соответствуют точкам пересечения. В наклонных скважинах геотерма, являющаяся типовой для данного района, перестраивается с учётом угла наклона скважины.

Общим признаком затрубной циркуляции между пластами-коллекторами является резкое понижение геотермического градиента в интервале перетока, вплоть до нулевых значений. В зависимости от местоположения пласта-источника изменяется расположение термограммы относительно геотермы. Термограммы могут располагаться выше, ниже и пересекать геотермы. Весьма перспективен метод высокочувствительной термометрии при выделении газоносных, нефтеносных и водоносных интервалов в эксплуатационных действующих и остановленных скважинах с использованием дроссельного эффекта (эффект Джоуля-Томсона).

Расчёты показывают, что при депрессии на пласт 2 МПа изменение температуры за счёт дроссельного эффекта на контакте «нефть – газ» должно составлять от 5,8 до 9,2 °С, на разделе «вода – нефть» – от 0,33 до 0,73 °С и на границе «вода – газ» – от 5,47 до 8,47 °С.

Наличие в скважине притока газа или нефти фиксируется температурной аномалией. При поступлении газа фиксируется заметным снижением температуры, при движении

нефти на фоне изменения геотермического градиента за счёт дроссельного эффекта возникают небольшие положительные аномалии. Измерение таких низких перепадов температур возможно термометрами с порогом чувствительности 0,02–0,03 °С. Для получения максимального температурного эффекта против нефтеносных пластов необходимо проводить исследования высокочувствительной термометрией не более чем через 2–3 суток после остановки скважины.

На определённой стадии разработки нефтяные пласты начинают обводняться нагнетаемыми водами. Поступление воды в скважину свидетельствует о подходе фронта закачиваемой воды либо о прорыве нагнетаемой воды. Обводнение продуктивного пласта минерализованной водой сравнительно легко установить в необсаженных скважинах с помощью метода кажущегося сопротивления (КС) и индукционного метода (ИК) по заметному снижению удельного сопротивления пласта в интервале поступления воды, а в обсаженных скважинах – по данным радиоактивных методов – НГМ, ННМ-Т.

В процессе выработки залежи (особенно в её поздней стадии) при замещении нефти или газа в пласте пресной водой различить пласты нефтегазоносные и водонасыщенные по величине электрического сопротивления практически невозможно. Наиболее уверенно в необсаженных скважинах можно выделить обводнённые пресной водой пласты по данным метода потенциалов собственной поляризации (ПС) пород. Если пласт обводнился в кровле, то наблюдается смещение линии глин кривой против покрывающих пород влево. В случае обводнения подошвы пласта – линия глин кривой против покрывающих глин смещается вправо, при обводнении пласта по всей его мощности отмечается общее уменьшение амплитуды.

В необсаженных скважинах для выделения обводнённых пластов и интервалов их обводнения пресными водами эффективны диэлектрические методы (ДИМ и ВДМ). Обводнённые участки пласта отмечаются более высокими значениями диэлектрической проницаемости, чем нефтенасыщенные. Например, диэлектрическая проницаемость нефтенасыщенных песчаников составляет 5–13 ед., а песчаников, обводнённых пресной водой, – более 15 ед.

Эффективны при выделении обводнённых пластов и интервалов обводнения в необсаженных скважинах данные низкочастотного широкополосного акустического метода (НШАМ). Этот метод можно применять и в обсаженных скважинах, но при условии хорошего сцепления цемента с породой и колонной.

Контроль обводнения пластов в процессе разработки возможен по данным радиогеохимического эффекта. В процессе нефтяной залежи в передней части фронта вытеснения возникает поле аномально высоких концентраций радия и продуктов его распада – радиогеохимический эффект. Подход нагнетаемых вод с высокой концентрацией радиоактивных элементов к нефтяным скважинам и адсорбция радиоактивных солей поверхностью цементного камня сопровождаются аномальным повышением естественной радиоактивности в обводнённой части пласта. Для определения обводняющихся интервалов измеряется интенсивность естественной радиоактивности до и в процессе обводнения. Естественная радиоактивность обводнённой части пласта аномально возрастает, а гамма-активность нефтеносной его части остаётся неизменной.

Радиогеохимический эффект проявляется в скважинах при вытеснении нефти водой любой минерализации. Он считается установившимся, если естественная радиоактивность, обусловленная этим эффектом, на 10 % выше интенсивности естественного гамма-поля.

### *Расходометрия*

Расходометрия заключается в измерении скорости перемещения жидкости в колонне скважины спускаемыми в неё на каротажном кабеле приборами, получившими название расходомеров. С их помощью решаются следующие основные задачи:

- в действующих скважинах выделяют интервал притока или поглощения жидкости;
- в остановленных скважинах выявляют наличие перетока жидкости по стволу скважины между перфорированными пластами;
- изучают суммарный дебит или расход жидкости отдельных пластов, разделённых неперфорированными интервалами;

– строят профили притока или приёмистости по отдельным участкам пласта или для пласта в целом.

Различают гидродинамические и термокондуктивные расходомеры, которые по условиям измерения делятся на *пакерные* и *беспакерные*.

Измерительным элементом гидродинамического расходомера является турбинка с лопастями, расположенная в канале так, что через неё проходит поток жидкости, заставляющий её вращаться. При вращении турбинка приводит в действие магнитный прерыватель тока, по показаниям которого определяют частоту её вращения. Чем выше дебит, тем быстрее вращается турбинка и тем больше импульсов в единицу времени поступит в измерительный канал. Частота импульсов преобразуется блоком частотомера в пропорциональную ей величину напряжения и по линии связи поступает на поверхность, где фиксируется регистрирующим прибором.

Применяют пакерные, с управляемым пакером и беспакерные приборы. Пакерный прибор РГД-5 даёт возможность измерять весь приток жидкости в эксплуатационной колонне нагнетательной скважины диаметром 146–168 мм. Спуск беспакерного прибора или с управляемым пакером ДГД-8 возможен также при наличии в колонне насосно-компрессорных труб диаметром 50,8–63,5 мм.

### **Комплекс и методика проведения исследований**

Комплекс измерений в скважине и методика их проведения будут определяться решаемыми задачами и конструкцией исследуемой скважины. В скважинах, в которых закачка агента ведётся по нескольким пластам или объектам разработки исследования должны быть направлены на определение характера распределения профиля давления и объёмов нагнетаемой воды по ним. Методика проведения исследований должна предусматривать проведение замеров в остановленной, принимающей и самоизливающей скважине.

#### **Определение технического состояния водонагнетательной скважины**

Эта задача предусматривает решение следующих вопросов: определение положения забоя, воронки НКТ, целостности обсадной колонны и НКТ, оценка герметичности затрубного пространства.

Комплекс методов для решения этих задач должен включать:

а) в скважинах без НКТ – для оценки герметичности обсадной колонны: термометрию, термокондуктивную и механическую расходомерию, локацию муфт;

б) для оценки герметичности затрубного пространства в районе перфорированных пластов и газонасыщенных интервалов: термометрию, расходомерию, локацию муфт, методы меченой жидкости изотопы, НКТ-50;

в) в скважинах с НКТ, спущенными ниже интервалов перфорации: термометрию, локацию муфт, термокондуктивную расходомерию, ГК, изотопы, НКТ-50.

Для определения характера нарушения обсадной колонны рекомендуется скважинный акустический телевизор.

Скорости записей различных приборов при общих и детальных исследованиях:

а) без НКТ:

– при общих исследованиях: масштаб регистрации по глубине 1 : 500, по температуре 0,1 °С/см, скорость регистрации  $V = \frac{2000}{T}$  м/час, где  $T$  – тепловая инерционность датчика термометра;

– при детальных исследованиях: масштаб регистрации по глубине 1 : 200, по температуре 0,1 °С/см, скорость записи  $V = \frac{1200}{T}$  м/час;

б) интервалы перекрыты НКТ: скорость записи  $V = \frac{1200}{T}$  м/час – в интервале общих исследований и  $V = \frac{600}{T}$  м/час – в интервале детальных исследований.

*Определение интервалов поглощения и профиля приёмистости пластов*

Задача определения поглощающих интервалов и профиля приёмистости пластов сводится к определению границ интервалов поглощения и оценки их продуктивности относительно суммарного расхода закачиваемой в скважину жидкости. Комплекс методов решения этой задачи включает: локацию муфт, ГК, термокондуктивную и механическую расходомерию, термометрию. В качестве дополнительных (если НКТ выше интервалов перфорации) могут быть использованы методы НКТ-50 (при наличии нефтегазовых пластов), методы меченой жидкости. Если пласты перекрыты НКТ, то основными методами являются: термометрия, методы меченой жидкости, ГК. При исследованиях нагнетательных скважин задача оценки профиля приёмистости пластов и технического состояния скважин ставится, как правило, совместно, поэтому в этом случае комплекс исследований должен составлять комбинацию из методов при решении этих задач.

*Методика проведения исследований в скважинах без НКТ*

Исследования могут проводиться в работающей (под закачкой и на самоизливе) и остановленной скважине.

Перед проведением исследований скважина простаивает. Работы ведутся в следующей последовательности. Замер термометром в стволе остановленной скважины при спуске прибора от устья: скорость записи  $V = \frac{2000}{T}$  м/час в интервале общих исследова-

ний (1 : 500) и  $V = \frac{1200}{T}$  м/час в интервале детальных исследований (1 : 200). Проводится

запись ЛМ, ГК. Оптимальное время простоя скважины для получения наибольшей информации о температурных аномалиях по стволу нагнетательной скважины и для восстановления теплового поля для скважин, работающих более года, составляет 24–48 часов. При меньшем времени простоя скважины кривая температуры может быть искажена влиянием на распределение температуры непостоянством диаметра скважины, отсутствием цемента за колонной и т.д., что затруднит интерпретацию получаемого материала. При спуске прибора отбивается уровень жидкости в скважине. Наличие уровня в стволе простаивающей скважины позволяет судить о величине пластового давления на дату исследования:

$$P_{пл} = \rho \cdot H,$$

где  $\rho$  – плотность воды в скважине, кг/м<sup>3</sup>;  $H$  – разница абсолютных отметок кровли интервала перфорации и уровня воды, м (а в некоторых случаях, когда  $P_{пл} > P_{заб}$  (где  $P_{заб} = \rho \cdot H$ ), является и признаком наличия негерметичности обсадной колонны). В последнем случае кривая температуры может быть искажена наличием перетока в интервале «перфорированные пласты – негерметичность колонны (заколонного пространства)». Наличие на кривой температуры в остановленной скважине отрицательных и положительных аномалий, не связанных с естественным тепловым полем разреза, является одним из признаков:

- либо негерметичности колонны;
- либо заколонных перетоков.

К неперфорированным интервалам продуктивной части разреза могут быть приурочены как положительные, так и отрицательные аномалии температуры, связанные с конвективным переносом тепла в выше- и нижележащих (вырабатываемых соседними скважинами) нефтеносных пластах: например, при движении фронта нагнетаемых вод и т.п. Поэтому в этих случаях наличие повторного замера обязательно.

Исследования в остановленной скважине термометром по стволу скважины дают различную информацию, которая не всегда является однозначной при решении задач технического состояния скважины (негерметичность колонны, затрубного пространства). Поэтому замер в остановленной скважине является обязательным, но недостаточным для решения задачи. Следует проводить исследования при различных способах воздействия на скважину.

### Исследования при самоизливе

На термограмме в работающей на самоизлив скважине местоположение негерметичности колонны выше перфорированных интервалов отмечается, как правило, наличием ступенек повышенного градиента температур-калометрического эффекта. Интенсивность изменения градиента калометрической ступени и её величина (аномалия) определяются величиной интервала негерметичности, разностью температур и расходов потоков – восходящего и поступающего из интервала негерметичности. Очевидно, что при условии равенства температур восходящего и поступающего потоков калометрический эффект будет отсутствовать. Указанное ограничение может быть обойдено повторным замером температуры при другом режиме самоизлива. Таким образом, исследования технического состояния ствола нагнетательной скважины должно проводиться не менее чем на двух режимах самоизлива потока. Изменение режима самоизлива осуществляется различной степенью открытия задвижки на устье скважины.

При пуске простаивающей скважины на самоизлив первый из замеров термометром должен осуществляться не менее чем через 1 час после пуска скважины в работу, второй – также не менее чем 1 час после изменения режима самоизлива.

В интервалах детальных исследований (перфорированные пласты и места нарушения обсадной колонны) проводится замер термокондуктивным или механическим расходомерами. Скорость записи СТД  $V = \frac{200}{T}$  м/час, масштаб –  $m = 1-2$  Ом/см.

Запись механическим расходомером проводится непрерывно или по точкам: при малых дебитах самоизлива – до  $100 \text{ м}^3/\text{сут.}$  пакерным, а при  $Q > 100 \text{ м}^3/\text{сут.}$  беспакерным. В последнем случае направление замера – при спуске, т.е. против направления потока.

### Исследования под закачкой

По замеру термометром устанавливается нижняя граница ухода закачиваемой воды, т.е. определяется подошва нижнего принимающего интервала, наличие негерметичности колонны в зумпфе скважины. Время начала записи кривой термометра (после перевода скважины под нагнетание) оценивается следующим образом: термометр устанавливается на 100 м выше интервалов перфорации, определяется величина минимальной температуры в интервалах поглощающих пластов (по термограмме остановленной скважины) и скважина переводится под нагнетание. Периодически оценивается температура нагнетаемой воды. Время начала замера – через 20 мин. после достижения в точке наблюдения температуры нагнетаемой воды, равной (или меньшей), чем величина минимальной температуры перфорированных пластов в интервалах поглощения простаивающей скважины. Механическим расходомером исследования проводятся через два часа после перевода скважины под закачку. Интервалы исследований – перфорированные пласты или негерметичность колонны. Шаг исследований при точечных замерах – 0,4 м в интервалах перфорации; 1 м – между интервалами перфорации. При наличии негерметичности в колонне исследования должны обеспечивать локализацию интервала негерметичности с точностью до 1 м и оценку объёма уходящей в интервал негерметичности воды.

Методы радиоактивного каротажа – ГК и НКТ-50 при наличии нефтегазовых пластов. Интервалы заколонной циркуляции и поглощения пластов по данным этих методов отмечаются (относительно «фонового» замера):

– на кривой ГК увеличением интенсивности  $\alpha$ -излучения в принимающих интервалах разреза за счёт адсорбции радиоактивных составляющих закачиваемой воды на поверхности цемента и скелета горных пород;

– на кривой НКТ-50 уменьшением показаний за счёт изменений пористости (увеличения объёмного водородосодержания) разреза в интервалах приёмистости и осолонения цементного камня.

Условия замера: запись кривых – при подъёме прибора,  $V = \frac{200}{T}$  м/час,  $T = 6$  сек.

Обязательное условие – масштабы записи (дифференциация кривых) фонового замера и

замера на дату исследований должны быть идентичны (1 : 1) вне интервалов поглощения и заколонной циркуляции.

Если негерметичность колонны и поглощающие интервалы имеются в верхней части разреза (1 : 500), то скорость записи кривых должна быть не более 400 м/час, а  $T = 3$  сек.

#### Исследования под закачкой без остановки скважины на самоизлив

Если перед проведением исследований скважина находится под нагнетанием, то работы проводятся в следующей последовательности. Запись кривых ГК, НКТ-50 в интервале продуктивной части разреза. НКТ-50 на нефтегазовых месторождениях проводится по всему стволу нагнетательной скважины, если между замерами прошло не менее 6 месяцев.

#### Запись кривых термokonдуктивной и механической расходомерии

Запись СТД даёт информацию о положении забоя, уровня «осадок – жидкость», позволяет выбрать интервалы записи непрерывного и точечного замеров механическим расходомером. Запись термометром в масштабе 1:200 в интервале продуктивных отложений. Затем скважина останавливается и в интервале выше перфорированных пластов на 100 м – забой снимается серия термограмм через 10 мин., 2, 4 и 8 часов после остановки скважины.

Скважина пускается в работу на самоизлив. Проводятся исследования термометром, расходомером. При невозможности пуска скважины на самоизлив (отсутствие амбара или скважина не переливается из-за низкого пластового давления) исследование проводится в остановленной скважине с обязательной отбивкой уровня жидкости.

#### Исследование скважин, в которых перфорированные интервалы перекрыты НКТ

Перед проведением исследований скважина простаивает. Проводятся исследования термометром, согласно п. 5.2 [1], определяется уровень жидкости в колонне.

Скважина ставится под закачку по межтрубному пространству и производится замер термометром. Замер термометром при закачке по НКТ или НКТ и межтрубному пространству не эффективен, т.к. не позволяет определить нижнюю границу ухода закачиваемой воды в пределах перфорированных интервалов.

Проводятся исследования ГК и НКТ-50 в нефтегазоносных скважинах.

При исследовании скважин под давлением должна быть предусмотрена возможность проведения измерений при работе скважины на самоизлив по межтрубному пространству.

Так как в интервалах перекрыты НКТ, дублирование данных термометрии о негерметичности колонны другими методами (СТД, РГД) исключено, то технологическая возможность реализации режима самоизлива должна обеспечиваться заказчиком при подготовке скважины к исследованиям (подготовка выкидной линии, амбара и т.п.).

В этих условиях существенно повышаются и требования к проведению термозамеров.

Первый замер термометром в самоизливающей скважине должен проводиться не менее чем через 2 часа после пуска скважины на самоизлив. Увеличение времени ожидания связано с процессом изменения статистического уровня в НКТ при пуске скважины на самоизлив по межтрубью и его стабилизацией, а также с необходимостью передачи термоэффектов в интервалах калориметрии через НКТ. Условия замера:

$$V = \frac{600}{T} \text{ м/час, } m = 0,05 \text{ } ^\circ\text{C/см, запись при пуске.}$$

Второй термо замер проводится не менее чем через 2 часа после изменения режима самоизлива скважины в межтрубном пространстве. При этом в интервалах калориметрии, выделенных при первом замере, скорость записи снижается до 200 м/час;  $m = 0,05 \text{ } ^\circ\text{C/см}$  (при необходимости  $0,02 \text{ } ^\circ\text{C/см}$ ). В интервалах калориметрии данные термометра дублируются замерами СТД и локацией муфт для выдачи однозначного заключения, что же негерметично – НКТ или обсадная колонна.



### **Технические требования на подготовку и оборудование скважин**

Технология проведения измерений в зависимости от давления закачки и типа применяемой жидкости предусматривает использование различных типов лубрикаторных установок по аналогии с фонтанными скважинами. Однако, кроме этого, нагнетательные скважины должны быть оборудованы либо обвязкой, создающей замкнутый цикл, либо сбросовой линией, выведенной за пределы куста в место, позволяющее предотвратить размыв кустового основания и обеспечить охрану окружающей среды при сбросе нагнетательной жидкости из ствола скважины с целью снижения давления.

Исследование нагнетательных скважин в зимнее время допустимо до температуры 15 °С. На время работы при минусовой температуре заказчик обязан обеспечить обогрев устьевого оборудования, лубрикатора и кабеля, представив на время проведения ГИС ППУ.

Присутствие ответственного представителя заказчика или лица, уполномоченного им, обязательно в начале исследований до окончания первого спуска прибора в скважину и в конце исследований.

При проведении исследования нагнетательных скважин с целью определения приёмистости и целостности эксплуатационных колонн с помощью расходомеров и меченого вещества, при работе с устьевым инжектором радиоактивных изотопов скважина оборудуется подъёмным механизмом.

Нагнетательные скважины должны быть оборудованы центральной задвижкой, задвижками на водоводе и выкидной линии. Все задвижки должны быть исправлены. На скважине с избыточным давлением должен быть установлен лубрикатор с манометром.

При подготовке скважины к исследованиям методом радиоактивных изотопов путём закачки активированной жидкости с поверхности должны быть выполнены следующие мероприятия:

а) на расстоянии 15–25 м от скважины готовится яма для захоронения радиоактивной жидкости в аварийных ситуациях, размер ямы должен быть таким, чтобы уровень жидкости, подлежащей захоронению, находился на 1,5 м от поверхности, стены ямы обмазываются глиной 3–5 см толщиной;

б) готовят глинопорошок в количестве 10–15 % от веса активированной жидкости для добавки в жидкость с целью абсорбции радиоактивных изотопов.

Закачка радиоактивных изотопов производится с помощью технически исправного цементировочного агрегата. Перед приготовлением меченой жидкости необходимо убедиться в чистоте агрегата и герметичности продавочной линии.

Не допускается спуск НКТ в интервал и ниже интервала исследования. Башмак (воронка) НКТ должен быть на 4–6 м выше исследуемого интервала.

Устьевое оборудование скважины должно обеспечивать:

- подключение насосного агрегата и ввод жидкости в скважину как через затрубное пространство, так и через НКТ;
- герметизацию затрубного пространства и входа в НКТ;
- возможность размещения сальникового устройства для спуска прибора и проведения замеров под давлением.

При водогазовом воздействии (ВГВ) с давлением на устье до 30 МПа присутствие ответственного представителя заказчика обязательно на всё время проведения работ. При ВГВ возле устья скважины с противоположной стороны от площадки для установки спецтехники должна быть оборудована дополнительная площадка для установки грузоподъёмного устройства.

Заказчик обязан на всё время проведения работ закрепить за геофизической партией грузоподъёмное устройство типа «Азинмаш» и обслуживающий его персонал.

Грузоподъёмное устройство должно иметь номинальную грузоподъёмность не менее чем в 2 раза превышающую разрывное усилие геофизического кабеля. Высота устройства должна позволять производить монтаж (демонтаж) лубрикатора и установки подвижного ролика.

Грузоподъёмное устройство необходимо для установки лубрикатора на устье скважины и разгрузку его конструкций от изгибающих моментов, возникающих вследствие отклонения лубрикатора от вертикального положения.

Лубрикатор, согласно эксплуатационному документу, должен периодически подвергаться испытанию на прочность и герметичность. Испытания должны производиться на предприятиях заказчика с участием представителей геофизического предприятия.

Сварочные соединения лубрикатора и мачты грузоподъемного устройства должны осматриваться перед началом и после окончания работы. Запрещается проведение работ при обнаружении дефектов.

Подвесной ролик должен быть подвешен к крюку грузоподъемного устройства.

Исследования в скважинах ВГВ проводятся по заранее согласованному плану.

В заключении следует сказать, что широко внедрённые методы заводнения при эксплуатации нефтяных месторождений вызвали необходимость непрерывного контроля режима разработки залежи. В практике нефтепромысловых работ многочисленные задачи решаются, в основном, геофизическими методами.

### Литература:

1. Руководство по применению промыслово-геофизических методов при исследовании водонагнетательных скважин. – Уфа, 1987.
2. РД 39-4-784-82 Основные условия производства промыслово-геофизических и прострелочно-взрывных работ в нефтяных скважинах. – Уфа, 1982.
3. Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности. ПБ 08-624-03.
4. Руководство по применению промыслово-геофизических методов для контроля за разработкой нефтяных месторождений. – М. : Недра, 1978.
5. Рябов Б.М. Методические рекомендации по проведению ГИС при капитальном ремонте скважин и интерпретации результатов / Б.М. Рябов, П.В. Шевелёв и др. – Уфа : Ассоциация «Нефтегазгеофизика», 1990.
6. Исследование нагнетательных скважин на месторождении [Электронный ресурс]. – URL : [http://knowledge.allbest.ru/manufacture/2c0a65635a2bd78b5d43a89421316c36\\_0.html](http://knowledge.allbest.ru/manufacture/2c0a65635a2bd78b5d43a89421316c36_0.html)

### References:

1. An application guide of trade and geophysical methods at research of water-injection wells. – Ufa, 1987.
2. RD 39-4-784-82 the Main conditions of production of trade and geophysical and prostrelochno-explosive works in oil wells. – Ufa, 1982.
3. Safety rules for the oil and gas industry. PB 08-624-03.
4. An application guide of trade and geophysical methods for control of development of oil fields. – M. : Subsoil, 1978.
5. Ryabov B.M. Methodical recommendations about carrying out GIS at workover and interpretation of results / B.M. Ryabov, P.V. Shevelyov, etc. – Ufa : Neftegazgeofizika association, 1990.
6. Research of delivery wells on the field [An electronic resource]. – URL : [http://knowledge.allbest.ru/manufacture/2c0a65635a2bd78b5d43a89421316c36\\_0.html](http://knowledge.allbest.ru/manufacture/2c0a65635a2bd78b5d43a89421316c36_0.html)

УДК 622.245.72

**ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ОБРАБОТОК СКВАЖИН  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВИБРОВОЛНОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ.  
СКВАЖИННЫЕ ГЕНЕРАТОРЫ КОЛЕБАНИЙ**

**TECHNICAL MEANS FOR THE TREATMENT OF WELLS WITH USING  
VIBRATION WAVE IMPACT. BOREHOLE OSCILLATORS**

**Яковлев Алексей Леонидович**

директор,  
Департамент проектирования ООО «КНГК-Групп»  
yakovlev@i-npz.ru

**Шамара Юрий Алексеевич**

первый вице-президент,  
ООО «КНГК-Групп»

**Даценко Елена Николаевна**

кандидат технических наук,  
доцент кафедры Нефтегазового дела  
имени профессора Г.Т. Вартумяна,  
Кубанский государственный  
технологический университет  
aldac@mail.ru

**Аннотация.** В статье рассматривается использование физических полей упругих колебаний в методах повышения продуктивности скважин и нефтеотдачи пластов. Для внедрения физического поля в насыщенные пористые среды не требуется наличия фильтрационных каналов. Наряду с низкочастотностью упругих колебаний это обуславливает незначительное поглощение колебательной энергии в продуктивных породах пласта и существенную эффективную глубину обработки призабойной зоны пласта. Вместе с тем, сочетание виброволнового воздействия с закачкой растворов химреагентовкратно повышает эффективность обработок скважин. При этом воздействие упругими колебаниями не наносит ущерба естественному состоянию природной среды.

**Ключевые слова:** виброволновое воздействие, скважинные генераторы колебаний, генераторы пружинно-клапанного типа, генераторы клананно-ударного типа, гидравлические преобразователи, гидравлические роторные преобразователи, гидродинамические генераторы колебаний.

**Yakovlev Alexej Leonidovich**

Head,  
Design Department LLC «KNGK-Group»  
yakovlev@i-npz.ru

**Shamara Yury Alexeevich**

First vice-president,  
LLC «KNGK-Group»

**Datsenko Elena Nikolaevna**

Candidate of Technical Sciences,  
Assistant Professor of pulp oil and gas  
deal of the name of the professor  
G.T. Vartumyan,  
Kuban State University of Technology  
aldac@mail.ru

**Annotation.** The article discusses the use of physical fields of elastic vibrations in the methods of increasing well productivity and reservoir recovery. To implement a physical field in the saturated porous media does not require a filtration channels. Along with the low-frequency elastic vibrations it causes a slight absorption of vibrational energy in the productive reservoir rocks and a significant depth of effective treatment of bottomhole formation zone. However, the combination with effects vibration wave injection solutions of chemicals improves the efficiency of wells is a multiple treatments. At the same time the impact of elastic vibrations is without prejudice to the natural state of the environment.

**Keywords:** vibration wave impact, borehole oscillators, generators spring-valve type, generators valve-impact type, hydraulic converters, hydraulic rotary converters, hydrodynamic oscillators.

Среди многообразия устройств генерирования упругих колебаний наиболее предпочтительными для осуществления виброволновых обработок призабойной зоны пласта (ПЗП) являются скважинные гидродинамические генераторы упругих колебаний (ГДГ), работа которых основана на использовании энергии потока жидкости или газа. Для их функционирования требуется лишь штатное нефтепромысловое оборудование – устьевые насосные агрегаты. Режимные напорно-расходные параметры последних (в особенности предназначенных для задач гидроразрыва пластов) весьма велики, что позволяет при до-

статочном высоком коэффициенте полезного действия (КПД) гидродинамического генератора создавать на забое скважины существенную энергонапряжённость упругого колебательного поля. Кроме того, весьма важно, что скважинные обработки с использованием ГДГ органично совмещаются со штатными промысловыми операциями подземного (ПРС) и капитального (КРС) ремонта скважин и с операциями большинства традиционных методов обработок призабойных зон пласта.

К настоящему времени известно довольно много конструкций гидродинамических скважинных генераторов колебаний давления, разработанных различными организациями и в связи с проблемами нефтедобычи, и для использования в других отраслях промышленности. Однако в большинстве случаев у известных конструкций генераторов отсутствуют обоснованные параметры генерируемых колебаний давления. Чаще всего испытание разработанного и изготовленного образца сводится непосредственно к проведению обработок скважин, по результатам которых делается заключение о практической ценности той или иной конструкции, а затем на его основе выдаются рекомендации к внедрению. Использование недостаточно обоснованных технологий, отсутствие объективных данных о параметрах рекомендуемых генераторов колебаний приводят к снижению успешности перспективного метода и, как следствие, к падению интереса к нему со стороны нефтегазодобывающих предприятий.

В связи с этим проведение стендовых и промысловых исследований различных конструкций гидродинамических генераторов с объективной аппаратурной оценкой их рабочих параметров, возможностей функционирования при различных условиях обработок скважин необходимо как для правильного назначения режимных технологических операций конкретного устройства, так и для определения наиболее перспективных направлений дальнейших исследовательских, опытно-конструкторских и внедренческих работ. Такие исследования были проведены авторами работы [1]. Подробнее остановимся на полученных результатах.

### ***Генераторы пружинно-клапанного и клананно-ударного типа***

Из исследованных в [1] устройств к данному типу гидродинамических генераторов можно отнести генератор клапанный ГК-2 конструкции БашНИИНефти, пульсатор вставной ПВ-54 конструкции ТатНИПИнефти, клапанно-ударный вибратор КУВ-100 конструкции б. МИНГ и ГП. Общий недостаток пружинно-клапанных устройств, выявленный в результате проведённых испытаний, – жёсткое регламентирование узкой режимной области расходов и недостаточная надёжность работы, обусловленная необходимостью точного согласования жёсткости пружины и массы клапана. Небольшие изменения напорно-расходных характеристик подачи рабочей жидкости, равно как и неизбежные в ходе непрерывной работы усталостные изменения в конструктивных элементах (пружинах), приводят к срыву генерации. Исследованный экземпляр ПВ-54 показал неустойчивую работу и малую амплитуду колебаний давления. У генератора ГК-2 в области расходов от 100 до 350 м<sup>3</sup>/сут. после тщательного подбора пружины из числа представленных авторами устройства обнаружилась сравнительно устойчивая работа вибратора на низкой частоте при малой амплитуде колебаний давления. Клапанно-ударный генератор КУВ-100 генерирует достаточно высокоамплитудные колебания давления, однако ресурс его работы весьма мал и исчисляется минутами. Генератор выходит из строя из-за развития в его клапанных узлах ударных напряжений, существенно превышающих пределы прочности периодического нагружения конструктивных материалов.

В таблице 1 представлены результаты стендовых исследований гидродинамических генераторов различных типов.

### ***Гидравлические преобразователи-«свистки»***

К данному типу генераторов относятся испытанные гидравлические активаторы потока, такие как генераторы ГАП, ГД 108-УНИ конструкции УГНТУ, скважинные генераторы СГГК конструкции Института машиноведения РАН [1].

Подобные гидродинамические устройства являются высокочастотными генераторами. Они генерируют колебания низкой амплитуды с низким значением средне-

квадратичного давления и в то же время создают высокие потери напора нагнетаемой жидкости за счёт существенного штуцирования потока.

Функционирование данных генераторов сопровождается существенным кавитационным износом как тангенциальных отверстий, так и поверхности вихревой камеры, что ведёт к изменению во времени параметров этих генераторов и срыву режима их устойчивой работы. Низкая надёжность, неустойчивость автоколебательного режима и узость рабочего диапазона расходов ограничивают возможности использования подобных конструкций без соответствующих мер по обеспечению автоматического вывода на автоколебательный режим и его настройки во время работы.

Таблица 1 – Результаты стендовых исследований гидродинамических генераторов различных типов

Тип генератора, организация-разработчик	Расход жидкости через генератор, м <sup>3</sup> /сут	Давление нагнетания рабочей жидкости, МПа	Потеря напора (перепад давления) на генераторе, МПа	Среднеквадратичное значение амплитуды колебаний, МПа	Размах колебаний давления, МПа	Доминирующие частоты колебаний, Гц
<i>Генераторы пружинно-клапанного типа</i>						
Пульсатор вставной ПВ-54, ТатНИПИнефть	550	14,2	1,2	0,04	0,1	10; 1200; 3000; 6000
Клапанно-ударный вибратор КУВ-100	160	1,0	0,4	–	1,0	28; 110; 650
	200	1,1	0,4	–	1,2	28; 90; 410
	300	1,4	0,7	–	1,8	32; 100; 410
	400	1,6	1,0	–	3,0	38; 100; 420
	500	2,0	1,4	–	3,6	40; 100; 420
	700	8,5	7,7	–	4,2	48; 100; 600
	1000	10,0	8,7	–	5,5	50; 100; 200
Генератор клапанный ГК-2, БашНИПИнефть	100	5,3	0,5	0,15	0,4	100; 200
	350	6,2	1,0	0,10	0,3	100–200
<i>Гидравлические роторные преобразователи «сирены»</i>						
Гидравлический вибратор золотникового типа ГВЗ-108, б. МИНГ и ГП	100	4,7	0,2	0,07	0,3	50; 4500
	200	5,2	0,5	0,06	0,2	62; 4700
	400	5,1	0,7	0,10	0,4	75; 4500
	600	4,8	1,2	0,25	0,8	94; 4200
	800	6,7	2,4	0,47	1,7	130; 800
<i>Гидродинамические, на основе вихревых усилительных центробежных форсунок</i>						
С одной напорной вихревой ступенью:						
ГЖ-2	370	10,5	9,5	0,50	2,5 (4,0 <sup>*</sup> )	30; 60; 150
ГЖ-11	400	10,5	9,5	0,60	3,0 (5,0 <sup>*</sup> )	25; 75; 150
С двумя напорными вихревыми ступенями противоположной закрутки:						
ГД2В-3	240	8,0	7,5	0,90	4,8 (6,4 <sup>*</sup> )	20; 160
ГД2В-6	500	8,0	7,0	2,10	8,0 (9,6 <sup>*</sup> )	33; 250
* Для отдельных всплесков.						

**Гидравлические роторные преобразователи – «сирены»**

Вибратор золотникового типа ГВЗ-108 конструкции б. МИНГ и ГП по типу относится к самодвижущимся реактивным «сиренам». Частота пульсаций давления подобного преобразователя определяется количеством прорезей и линейно зависит от расхода рабочей жидкости. Испытания показали устойчивую работу генератора на всех исследованных расходах.

Из приведённых в таблице 1 данных видно, что работа генератора вызывает сравнительно небольшие потери напора при довольно высоком среднеквадратичном давлении. При осмотре технического состояния вибратора после продолжительных (в течение 5 часов) испытаний существенных следов износа обнаружено не было.

Из всех исследованных конструкций вибратор ГВЗ-108 получил в своё время наиболее широкое применение для обработок призабойных зон скважин. Тем не менее, несмотря на несомненные положительные моменты данной конструкции (достаточно высокую амплитуду колебаний и возможность определённого регулирования частоты заданием расхода), ей присущи существенные недостатки, которые наиболее заметно проявляются при работе в условиях сильной загрязнённости и агрессивности среды, а также при циклическом режиме работы генератора в скважине. Стремление уменьшить кольцевой зазор между ротором и статором, тем самым повысив эффективность генерации колебаний, и желание увеличить надёжность работы в загрязнённых средах для данных конструкций несовместимы. Из-за наличия в конструкции вращающихся механических узлов не обеспечивается достаточная надёжность и моторесурс: после одной-трёх обработок увеличивается расход и снижается амплитуда колебаний давления, ряд узлов генератора разрушается. При работе в скважинах происходят сильный износ подшипниковых узлов конструкции, заклинивание, абразивный износ ротора и кавитационное разрушение статора. Часто из-за заклинивания невозможно обеспечить последующий запуск генератора после временной остановки подачи рабочей жидкости. Кроме того, вследствие малого КПД большие расходы жидкости при функционировании генератора требуют привлечения добавочных мощностей устьевых насосных агрегатов и сильно затрудняют его использование в комплексе с другими техническими средствами, например, скважинными струйными аппаратами. Весьма проблематично также эффективное использование данного генератора для осуществления вибропенных обработок с применением штатного устьевого компрессора.

Проведённые испытания показали, что генераторы пружинно-клапанного и клапанно-ударного типов, гидравлические преобразователи-«сирены» и гидравлические преобразователи-«свистки» или их комбинации не удовлетворяют требованиям высокоэффективного осуществления виброволновой обработки скважин.

Во-первых, они не надёжны в работе. Колебания давления возбуждаются непосредственно внутри самого устройства, при этом создаются ударные нагрузки, превышающие пределы прочности материалов. Эти материалы, к тому же, находятся в контакте с агрессивными и абразивными средами. Генераторы быстро выходят из строя либо из-за поломок подвижных механических узлов (генераторы первого и второго типов), либо из-за существенного кавитационного износа (генераторы третьего типа).

Во-вторых, амплитуды колебаний давления при их работе в стволе скважины недостаточно высоки, что не обеспечивает необходимый для проявления заметного эффекта воздействия охват ПЗП плотностью потока колебательной энергии. А увеличение мощности генерации сопровождается добавочным снижением надёжности (резко возрастает вероятность поломок) и к тому же ограничивается габаритами скважины. В дополнение генераторы третьего типа (гидравлические свистки) продуцируют высокочастотные колебания, которые, как показали исследования, незначительно влияют на развитие в ПЗП фильтрационных явлений и процессов декольматации и вдобавок испытывают сильное поглощение в пористой среде.

В-третьих, у данных генераторов отсутствует возможность регуляции (без существенного изменения конструктивных параметров) частоты колебаний, что не позволяет осуществлять обработку конкретного объекта-скважины в оптимальном для него режиме.

При обобщении представленных выше результатов и выводов можно определить конструктивные и технологические требования к гидродинамическим генераторам, предназначенным для виброволнового воздействия на ПЗП и обеспечивающим максимальную эффективность, а также рентабельность обработок скважин.

Генератор должен возбуждать на забое заполненной жидкостью скважины достаточно высокоамплитудные колебания давления в диапазоне частот 20–300 Гц с

возможностью регуляции частоты и настройки на избирательные частоты объекта. Частоты и амплитудный режим генерации должны быть стабильными и мало зависеть от внешних условий и степени износа узлов генератора. В конструкциях генераторов необходимо исключить подвижные механические узлы, как наиболее подверженные износу, в особенности в условиях загрязнённости и агрессивности жидкой среды, сильно уменьшающие их общий моторесурс.

Генераторы не должны при работе создавать чрезмерные ударные нагрузки внутри конструкций. Колебательные ударные явления должны создаваться непосредственно в перфорационных отверстиях скважины и ПЗП при условии использования резонансных свойств скважинных и пластовых систем и настройки частоты пульсаций расхода на избирательные частоты объекта. Это условие может обеспечиваться при генерации устройством колебаний расхода и преобразовании их в колебания давления. Подобный режим генерации обеспечивает и высокую надёжность работы устройства, и высокий КПД, и энергетическую эффективность виброволнового воздействия. При этом не существует заметных ограничений на увеличение мощности генерации колебаний при использовании реальных скважинных гидродинамических генераторов.

### ***Гидродинамические генераторы колебаний на основе вихревых центробежных форсунок***

Наиболее полно набору основных требований удовлетворяют гидродинамические генераторы колебаний, построенные на основе вихревых элементов, работающих в автоколебательных режимах. Важнейшее преимущество использования вихря как усилительного элемента состоит в том, что он имеет максимальный, по сравнению со всеми другими струйными элементами, коэффициент усиления по мощности (500 и более) [5, 6].

В рассматриваемых ниже вихревых элементах закрученный поток жидкости является усилителем низкочастотных колебаний параметров потока жидкости (давления и скорости), что позволяет достигать при генерации колебаний любых требуемых амплитудно-частотных характеристик, а энергоотдача ограничивается в принципе лишь мощностью напорной линии питания (насосных агрегатов).

Одним из подобных элементов является двухступенчатая жидкостная центробежная форсунка.

В двухступенчатой форсунке (рис. 1) имеется первая (высоконапорная) ступень подачи жидкости малого расхода, по которой жидкость через тангенциальные каналы поступает в камеру закручивания для образования вихря. В эту же камеру через каналы второй ступени поступает регулируемая часть жидкости большого расхода. В общей камере закручивания происходит смешение высоконапорного и малорасходного циркулирующего потока с низконапорным потоком нулевой или противоположной циркуляции и с регулируемым большим расходом. На магистрали большой расходной ступени расположен гидравлический элемент повышенной упругости 4, например, заполненная газом ёмкость объёма  $V_r$ , отделённая от жидкости гибкой мембраной.

Жидкость в малорасходную ступень форсунки поступает с расходом  $Q_1$ , при этом кран 1 поддерживает в малорасходной магистрали постоянное давление  $p_1$ . Изменение расхода через сопло 3 форсунки, а также и режимных параметров происходит за счёт открытия крана 2, подсоединённого к напорной магистрали.

При смешении струй жидкости первой и второй ступени в камере смешения форсунки происходит образование жидкостного вихря, в центре которого давление падает и при истечении из сопла в воздушную среду происходит образование воздушного вихря с радиусами  $r_{mk}$  – внутри камеры смешения и  $r_{mc}$  – на выходе из сопла, так что истечение жидкости из форсунки происходит только в кольцевой области между стенками сопла и воздушным вихрем. При истечении из форсунки в жидкостную среду в центре вихря образуется зона разрежения, определяемая аналогичными геометрическими параметрами  $r_{mk}$  и  $r_{mc}$ , в которой осевая скорость течения жидкости равна нулю или противоположна осевой скорости истечения циркулирующей жидкости из форсунки и которая также весьма существенно определяет площадь истечения жидкости из сопла форсунки и коэффициент расхода сопла.

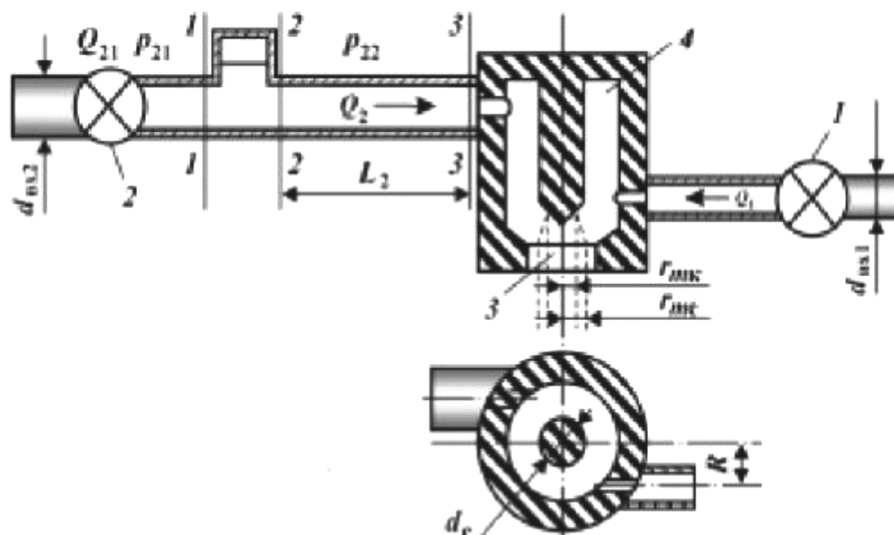


Рисунок 1 – Схема истечения жидкости из двухступенчатой форсунки

Особенность течения жидкости через форсунку – наличие участка на расходной характеристике с отрицательным гидравлическим сопротивлением, что обуславливает развитие неустойчивого режима течения и возможность возникновения автоколебаний.

#### *Генератор колебаний с одной напорной вихревой ступенью*

На основе проведённых исследований автоколебательных режимов двухступенчатой центробежной форсунки авторами [1] был разработан способ генерирования низкочастотных колебаний и гидродинамический генератор колебаний [8], схема которого показана на рисунке 2.

При генерации жидкость, поступающая по напорной магистрали, разделяется на основной поток, поступающий в тангенциальные каналы форсунки и образующий жидкостный вихрь, и дополнительный поток, поступающий через узкие каналы-жиклеры в дополнительный канал устройства.

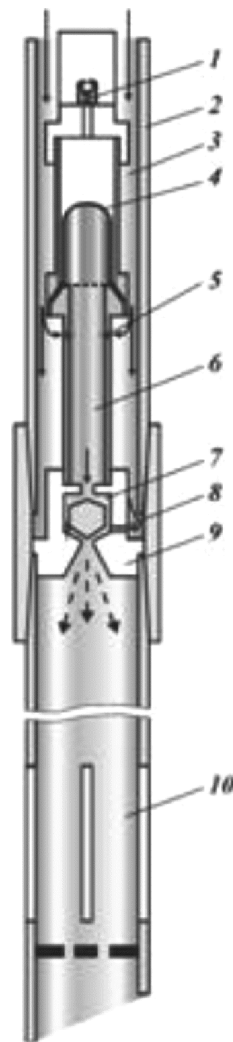
В первой фазе процесса происходит запираание дополнительного потока жидкости основным закручивающим потоком, что приводит к росту давления в нём (при этом вихревое движение жидкости развивается от форсунки вглубь дополнительного канала) и усилению энергообмена между основным и дополнительным потоками вследствие разницы окружных составляющих скоростей. Во второй фазе при возрастании давления в дополнительном потоке до значения, соизмеримого со значением центробежного давления, на периферии жидкостного вихря, в кольцевом зазоре форсунки происходит разрушение вихря, сопровождающееся выбросом жидкости из дополнительного канала и резким увеличением расхода. После выброса жидкости давление в дополнительном потоке опять падает, образуется жидкостный вихрь основного потока, который запирает дополнительный поток, и процесс автоколебаний повторяется. Таким образом, благодаря усилительным свойствам вихря, небольшие колебания давления в дополнительном канале (второй ступени), составляющие 1–5 % от перепада давления на закрученном слое жидкости, вызывают сильные колебания скорости течения через генератор, достигающие 50 % от средней скорости. При разрывах сплошности потока коэффициент усиления существенно возрастает. Изменяя упругость жидкости дополнительного канала введением в него газа, отделённого гибкой мембраной, можно также изменять время возрастания давления в первой фазе и регулировать частоту генерируемых колебаний. Резонатор служит для преобразования колебаний расхода в колебания давления.

Проведённые стендовые и промышленные испытания этого генератора колебаний показали его устойчивую работу и надёжность.

В отличие от других конструкций генератор типа ГЖ позволяет создавать (см. таблицу 1) высокоамплитудные колебания давления 3–5 МПа в широком диапазоне низких



частот 20–300 Гц. Ввиду отсутствия движущихся механических узлов и увеличения КПД генератор не требует привлечения значительных мощностей устьевых насосных агрегатов для создания большого расхода, обладает повышенной надёжностью и моторесурсом, что позволяет снижать затраты на проведение обработок.



**Рисунок 2 – Генератор колебаний с одной напорной вихревой ступенью:**

1 – направляющий клапан; 2 – труба НКТ; 3 – напорная магистраль; 4 – мембрана;  
5 – жиклеры дополнительного потока; 6 – канал дополнительного потока; 7 – кольцевой зазор;  
8 – тангенциальные каналы форсунки; 9 – форсунка; 10 – резонатор

*Генератор колебаний с двумя напорными и вихревыми ступенями противоположной закрутки*

Эксплуатация гидродинамических скважинных генераторов колебаний выявляет определённый набор требований к режимным параметрам и расходным диапазонам двухступенчатых форсунок, которые должны обеспечить наиболее эффективное применение для различных промысловых условий и категорий скважин. Сюда входят и конструктивные требования по адаптации конструкций к набору промысловых типов-размеров колонн скважин и НКТ, в том числе и к колоннам с уменьшенными диаметрами для вторых стволов скважин, и требования обеспечения эффективной генерации колебаний в достаточно широком изменении расходно-напорных характеристик нагнетания рабочей жидкости. Конструкция вихревой форсунки должна обеспечить функционирование ряда гидродинамических генераторов, отличающихся геометрическими размерами и рабочими расходно-напорными характеристиками, предназначенными для эффективного осуществления широкого набора технологических операций, таких

как совместная работа со скважинным струйным насосом, вибропенное воздействие, виброволновое воздействие в сочетании с закачкой реагента в пласт, длительная работа в скважине при пониженных расходах нагнетания и др.

С целью увеличения расхода через центробежную форсунку при сохранении её радиальных размеров можно использовать форсунку с двумя соплами и общей камерой закручивания, схема которой показана на рисунке 3. Такая конструкция позволяет в два раза увеличить расход жидкости при сохранении прежних типоразмеров и одновременно уменьшить вязкостные потери на трение.

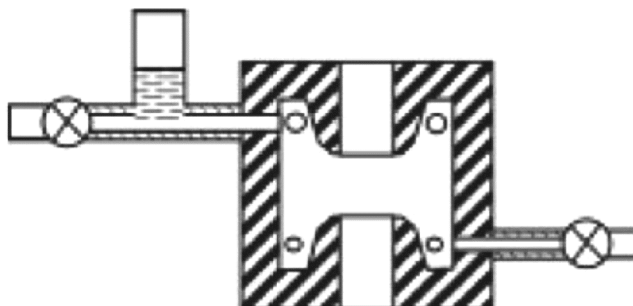


Рисунок 3 – Форсунка с двумя соплами и общей камерой закручивания

Дальнейшее повышение эффективности работы вихря как рабочего элемента гидродинамического генератора достигается использованием в первой ступени центробежной форсунки двух поясов тангенциальных каналов с взаимно противоположным завихрением жидкостных потоков. Схема работы такого элемента генератора показана на рисунке 4.

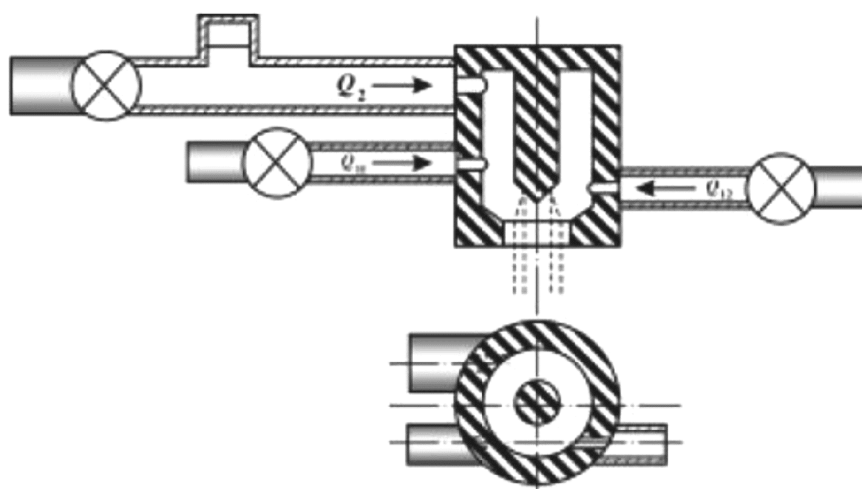


Рисунок 4 – Форсунка с двумя поясами с противоположным завихрением потоков

Поступающая в первую высоконапорную ступень из нагнетательной магистрали жидкость разделяется на две части: расход  $Q_{11}$  поступает на первый пояс тангенциальных каналов, а расход  $Q_{12}$  – на второй пояс подобных каналов.

Двухвихревая центробежная форсунка обеспечивает высокоамплитудную генерацию упругих колебаний в достаточно широком расходном диапазоне рабочей характеристики.

Примером генератора такого типа может служить генератор колебаний ГД2В с повышенной эффективностью генерации в широком диапазоне изменения напорно-расходных параметров нагнетания рабочей жидкости [1].

Стендовые испытания показали высокую работоспособность устройств, устойчивую работу в широком диапазоне изменения расхода и давления нагнетания рабо-

чей жидкости, начиная со сравнительно малых начальных значений. Как и ожидалось, в генераторе после нескольких часов испытаний не были обнаружены следы существенного износа или разрушения, а также изменения его рабочих характеристик, что указывает на его высокую надёжность и долговечность. Впоследствии при скважинных промысловых исследованиях это также подтвердилось. Испытания показали, что при соответствующей настройке генератор продуцирует колебания, амплитуда и частота которых изменяются в зависимости от перепада давления, что позволяет осуществить авторегулирование виброволнового воздействия при проведении обработки ПЗП в зависимости от глубины её загрязнённости.

Относительно малые рабочие расходы и перепад давления при продуцировании достаточно мощных колебаний позволяют эффективно использовать генераторы типа ГД2В для регенерации фильтров водозаборных скважин и повышения их продуктивности с использованием простых насосов или насосных агрегатов.

### Литература:

1. Повышение продуктивности и реанимация скважин с применением виброволнового воздействия / В.П. Дыбленко, Р.Н. Камалов, Р.Я. Шариффулин, И.А. Туфанов. – М. : Недра, 2000. – 381 с.
2. Опыт применения вибровоздействия на призабойную зону скважин / Э.А. Ахметшин, Р.М. Нургалеев, М.Р. Мавлютов, К.С. Фазлутдинов // НТС. Текущая информ. Серия Нефтепромысловое дело. – 1970. – Вып. 8.
3. Гадиев С.М. Влияние вибрации на реологические свойства жидкостей / С.М. Гадиев, Е.З. Рабинович, В.М. Карандашева // Азербайджанское нефтяное хозяйство. – 1981. – № 1. – С. 43–46.
4. Фильтрационные явления и процессы в насыщенных пористых средах при виброволновом воздействии / В.П. Дыбленко, И.А. Туфанов, Г.А. Сулейманов, А.П. Лысенков // Труды института «БашНИПинефть». – 1989. – Вып. 80. – С. 45–51.
5. Кузнецов О.Л. Применение ультразвука в нефтяной промышленности / О.Л. Кузнецов, С.А. Ефимова. – М. : Недра, 1983. – 192 с.
6. Попов А.А. Ударное воздействие на призабойную зону скважин / А.А. Попов. – М. : Недра, 1990. – 157 с.
7. Садовский М.А. Перспективы вибрационного воздействия на нефтяную залежь с целью повышения нефтеотдачи / М.А. Садовский, М.Т. Абасов, А.В. Николаев // Вестник АН СССР. – 1986. – № 9. – С. 95–99.
8. Гидродинамический генератор колебаний. Патент. Авдудевский В.С., Ганиев Р.Ф., Калашников Г.А., Костров С.А., Муфазалов Р.Ш.
9. Технология виброволнового воздействия на призабойную зону скважин как эффективный способ повышения продуктивности пластов. [Электронный ресурс]. – URL : [http://knowledge.allbest.ru/manufacture/3c0b65625b2ad78a4d53a88421206d37\\_0.html](http://knowledge.allbest.ru/manufacture/3c0b65625b2ad78a4d53a88421206d37_0.html)

### References:

1. Increase of efficiency and reanimation of wells with application of vibrowave influence / V.P. Dyblenko, R.N. Kamalov, R.Ya. Shariffulin, I.A. Tufanov. – M. : Subsoil, 2000. – 381 p.
2. Experience of application of vibration effect on bottomhole zone wells / E.A. Akhmetshin, R.M. Nurgaleev, M.R. Mavlyutov, K.S. Fazlutdinov // NTS. Flowing an inform. Series Oil-field business. – 1970. – Iss. 8.
3. Gadiyev S.M. Influence of vibration on rheological properties of liquids / S.M. Gadiyev, E.Z. Rabinovich, V.M. Karandasheva // Azerbaijani oil economy. – 1981. – № 1. – P. 43–46.
4. The filtrational phenomena and processes in saturated porous environments at vibrowave influence / V.P. Dyblenko, I.A. Tufanov, G.A. Suleymanov, A.P. Lysenkov // Works of Bashnipineft institute. – 1989. – Iss. 80. – P. 45–51.
5. Smiths O.L. Application of ultrasound in oil industry / O.L. Kuznetsov, S.A. Yefimova. – M. : Subsoil, 1983. – 192 p.
6. Popov A.A. Shock impact on bottomhole zone wells / A.A. Popov. – M. : Subsoil, 1990. – 157 p.
7. Sadovsky M.A. Prospects of vibration impact on the oil pool for the purpose of oil recovery increase / M.A. Sadovsky, M.T. Abasov, A.V. Nikolaev // the Bulletin of Academy of Sciences of the USSR. – 1986. – № 9. – P. 95–99.

8. Hydrodynamic oscillation generator. Patent. Avduyevsky V.S., Ganiyev R.F., Kalashnikov G.A., Kostrov S.A., Mufazalov R.Sh.

9. Technology of vibrowave impact on a bottomhole zone of wells as effective way of increase of efficiency of layers. [Electronic resource]. – URL : [http://knowledge.allbest.ru/manufacture/3c0b65625b2ad78a4d53a88421206d37\\_0.html](http://knowledge.allbest.ru/manufacture/3c0b65625b2ad78a4d53a88421206d37_0.html)

**ИННОВАЦИОННЫЕ  
ТЕХНОЛОГИИ  
В ОБРАЗОВАНИИ**



**INNOVATIVE TECHNOLOGIES  
IN EDUCATION**



УДК 37.01: 616.89

**ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПОДГОТОВКА  
ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ-ИССЛЕДОВАТЕЛЕЙ В АСПИРАНТУРЕ**

**PROFESSIONAL TRAINING OF TEACHERS AND RESEARCHERS  
IN GRADUATE SCHOOL**

**Кабанова Светлана Владимировна**

кандидат педагогических наук, доцент,  
доцент кафедры философии,  
Кубанский государственный  
технологический университет  
kabanova\_45@mail.ru

**Корнилова Людмила Аркадьевна**

кандидат педагогических наук, доцент,  
доцент кафедры философии,  
Кубанский государственный  
технологический университет  
kornilova9000@mail.ru

**Красноок Зинаида Павловна**

кандидат педагогических наук, доцент,  
доцент кафедры философии,  
Кубанский государственный  
технологический университет  
Krasnook\_Z@mail.ru

**Аннотация.** В данной статье акцентируется внимание на подготовке аспирантов к будущей профессиональной деятельности. Особое значение в профессиональной подготовке преподавателя-исследователя имеет цикл психолого-педагогических дисциплин и педагогическая практика.

**Ключевые слова:** профессиональная подготовка, педагогическая деятельность, педагогическое мастерство, исследовательская работа.

**Kabanova Svetlana Vladimirovna**

Associate Professor of  
pedagogical science,  
Kuban State University of Technology  
kabanova\_45@mail.ru

**Kornilova Ludmila Arkadyevna**

Associate Professor of  
pedagogical science,  
Kuban State University of Technology  
kornilova9000@mail.ru

**Krasnook Zinaida Pavlovna**

Associate Professor of  
pedagogical science,  
Kuban State University of Technology  
Krasnook\_Z@mail.ru

**Annotation.** This article focuses on preparing graduate students for future professional activity. Of particular importance in the training of teacher-researcher has a cycle of pedagogical and psychological disciplines and pedagogical practice.

**Keywords:** professional training, pedagogical activity, pedagogical skills, research work.

Новая программа подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре, представленная в Федеральном государственном образовательном стандарте высшего образования, предполагает формирование у аспирантов в процессе освоения этой программы способности:

- к овладению методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности;
- к овладению культурой научного исследования, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий;
- к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности;
- а также готовность организовать работу исследовательского коллектива; готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования и пр.

Выпускник аспирантуры получает квалификацию преподаватель-исследователь, что обязывает его, с одной стороны освоить систему *профессиональных знаний*, приобре-

сти необходимые *профессиональные умения и навыки*, а с другой, подготовить себя к *преподавательской деятельности*, а также к *серьезной исследовательской работе* как в профессиональной сфере, так и в сфере педагогической.

В подготовке высококвалифицированного современного преподавателя – исследователя играют большую роль дисциплины психолого-педагогического цикла. В процессе их преподавания создаются условия не только для формирования компетенций, указанных в Федеральном государственном образовательном стандарте высшего образования, но и для развития личностных качеств, необходимых преподавателю-исследователю в его будущей профессиональной деятельности.

Педагогическая деятельность имеет свои особенности и включает различные аспекты: учебную работу (проведение лекций, практических занятий, консультаций, коллоквиумов, зачетов, экзаменов и т.п.); методическую (разработку рабочих программ по дисциплине, лекций, планов практических, семинарских и лабораторных занятий, вопросов к зачету и экзамену, заданий для самостоятельной работы и пр.). Кроме того, преподаватель руководит практикой, курсовыми и дипломными работами, научно-исследовательской работой студентов, осуществляет воспитательный процесс. Каждый из этих видов педагогической деятельности требует овладения системой психолого-педагогических знаний, профессионально-педагогических умений и навыков, а также приобретения личностных качеств, необходимых преподавателю.

Практически на преподавателя возлагается ответственность за формирование личности будущего специалиста или бакалавра, за его профессиональную подготовку. Поэтому будущий преподаватель должен быть подготовлен к выполнению профессиональных задач, стоящих перед ним.

Многолетний опыт нашей работы с аспирантами показал, что такую подготовку они могут получить в процессе изучения цикла психолого-педагогических дисциплин и прохождения педагогической практики.

Так, например, в процессе изучения дисциплины «Психология высшей школы» аспиранты узнают закономерности познавательной деятельности, особенности студенческого возраста, учатся анализировать индивидуальные особенности студентов и учитывать их в процессе обучения, приобретают способность совершенствоваться и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень.

Изучая «Педагогику высшей школы» аспиранты учатся разрабатывать рабочие программы учебных дисциплин и курсов; планировать лабораторные работы и практикумы по дисциплинам; проводить отдельные виды аудиторных занятий, применять новые образовательные технологии, включая системы компьютерного и дистанционного обучения; планировать и осуществлять воспитательную работу со студентами.

«Методология и методика педагогического исследования» позволит аспирантам понять логику и методику педагогического исследования; детально изучить научный аппарат, познакомиться с его категориями: темой, проблемой, объектом, предметом, задачами, методами, гипотезой исследования. Изучая эту дисциплину, аспиранты включаются в активную исследовательскую работу. Участвуя в научно-исследовательской деятельности, аспиранты с одной стороны, овладевают практическими исследовательскими навыками, осваивают методы педагогических исследований, приобретают умения анализировать педагогические ситуации и творчески подходить к их решению. С другой стороны, научное исследование стимулирует интеллектуальное развитие аспиранта, так как требует от него углубленных знаний по разрабатываемой теме, а значит, приводит к необходимости самостоятельно отыскивать необходимый материал, обрабатывать его, анализировать, делать обобщения и выводы.

С целью развития самостоятельности, творчества аспирантов научно-исследовательская работа организуется не только как индивидуальная, но и как работа научного коллектива, объединенного общими целями и задачами, общей проблемой исследования, единой концепцией. Чувствуя в таком коллективе ответственность за порученную работу как частицу коллективной деятельности, аспиранты стремятся выполнить ее как можно лучше, проявляя изобретательность, оригинальность. Взаимное обогащение членов коллектива знаниями и опытом помогает им находить неординарные решения, которые служат достижению единой цели, поставленной перед коллек-



тивом. Участвуя в коллективной, исследовательской деятельности, аспиранты приобретают опыт руководства научно-исследовательским коллективом.

Дисциплина «Психология педагогического общения» раскрывает аспирантам коммуникативные педагогические приемы, способствующие успешному общению, причины неэффективного общения, психологические механизмы взаимодействия между людьми в процессе общения, барьеры взаимопонимания, стили и модели педагогического общения

На занятиях по «Социальной психологии и психологии управления» аспиранты знакомятся с психологией социальной группы, с руководством и лидерством в группе, с механизмами психологического влияния и др. Кроме того, аспиранты учатся управлять коллективом; влиять на социально-психологический климат в нужном для достижения целей направлении; оценивать качество результатов деятельности; приобретают способность организовывать и управлять коллективом исполнителей, выбирать, обосновывать, принимать и реализовать управленческие решения.

Особое место в подготовке преподавателя-исследователя занимает дисциплина «Педагогическое мастерство», изучая которую аспиранты приобретают не только теоретические знания, но и практические умения и навыки. В ходе практических занятий аспиранты знакомятся с выдающимися педагогами, изучают их опыт, включаются в активную практическую деятельность, выполняя задания, предложенные преподавателем и овладевая педагогической техникой и современными педагогическими технологиями.

«Педагогическое мастерство можно рассматривать как свойство личности, отражающее ее духовно нравственную и интеллектуальную готовность к творческому осмыслению социокультурных ценностей общества, а также теоретическую и практическую готовность к творческому применению знаний, умений и навыков в профессиональной деятельности» [1]. Поэтому в процессе занятий по «Педагогическому мастерству» аспиранты получают возможность воспитывать у себя личностные качества, черты характера, навыки поведения, соответствующие культуре и этике преподавателя высшей школы.

Педагогическая практика, которую проходят аспиранты на старшем курсе является демонстрацией результатов подготовки аспирантов к будущей деятельности. Выполняя в процессе практики обязанности преподавателя-исследователя, аспирант имеет возможность проверить себя в различных видах деятельности, увидеть свои достижения и недостатки. На основе глубокого анализа результатов своей деятельности аспирант намечает пути своего профессионального самосовершенствования. Как показывает наш опыт, «в процессе подготовки современного специалиста, обладающего глубокими профессиональными знаниями, коммуникативными, организаторскими и творческими способностями, важное место занимает формирование у него готовности к целенаправленной и постоянной работе над собой по совершенствованию своей личности как профессионала» [2].

«Никакие современные технологии обучения и технические средства не помогут преподавателю выстроить свою педагогическую деятельность, если он сам лично и профессионально не готов к ней» [3].

### Литература:

1. Андриади И.П. Основы педагогического мастерства / И.П. Андриади. – М. : «Академия», 1999. – 160 с.
2. Кабанова С.В. Профессиональное самосовершенствование как условие эффективной подготовки будущих специалистов / С.В. Кабанова, Л.А. Корнилова // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2014. – № 1. – С. 105–107.
3. Никитина Н.Н. Основы профессионально-педагогической деятельности / Н.Н. Никитина, О.М. Железнякова, М.А. Петухов.. – М. : Мастерство, 2002. – 288 с.

### References:

1. Andriadi I.P. Fundamentals of pedagogical skills / I.P. Andriadi. – M. : «Academy», 1999. – 160 p.
2. Kabanova S.V. Professional self-improvement as a condition for effective training of future specialists / S.V. Kabanova, L.A. Kornilova // Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin) – 2014. – № 1. – P. 105–107.
3. Nikitina N.N. Fundamentals of professional and pedagogic activity / N.N. Nikitina, O.M. Zheleznyakova, M.A. Petuchov. – M. : Masterstvo, 2002. – 288 p.

УДК 37.015(075.8)

## ФОРМИРОВАНИЕ КОММУНИКАТИВНОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ В ПРОЦЕССЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ БУДУЩЕГО СПЕЦИАЛИСТА

### FORMATION OF COMMUNICATIVE COMPETENCE IN THE PROCESS OF FUTURE SPECIALIST PROFESSIONAL TRAINING

#### Корнилова Людмила Аркадьевна

кандидат педагогических наук,  
доцент кафедры философии,  
Кубанский государственный  
технологический университет  
kornilova9000@mail.ru

#### Кабанова Светлана Владимировна

кандидат педагогических наук,  
доцент кафедры философии,  
Кубанский государственный  
технологический университет  
kabanova\_45@mail.ru

#### Красноок Зинаида Павловна

кандидат педагогических наук,  
доцент кафедры философии,  
Кубанский государственный  
технологический университет  
Krasnook\_Z@mail.Ru

**Аннотация.** Статья посвящена проблеме формирования коммуникативной компетентности в процессе профессиональной подготовки будущего специалиста в техническом вузе. В ней рассматриваются структурные компоненты коммуникативной компетентности.

**Ключевые слова:** коммуникативная компетентность, личностные качества будущего специалиста, коммуникативные умения, коммуникативная культура.

#### Kornilova Ludmila Arkadievna

Ph. D., Associate Professor of philosophy,  
Kuban State University of Technology  
kornilova9000@mail.ru

#### Kabanova Svetlana Vladimirovna

Ph. D., Associate Professor of philosophy,  
Kuban State University of Technology  
kabanova\_45@mail.ru

#### Krasnook Zinaida Pavlovna

Ph. D., Associate Professor of philosophy,  
Kuban State University of Technology  
Krasnook\_Z@mail.Ru

**Annotation.** Annotation. The article deals with the problem of formation of communicative competence in training future specialist in technical universities. It addresses the structural components of communicative competence.

**Keywords:** communicative competence, personality of the future expert, communicative skills, communicative culture.

Целостный компетентностный подход к профессиональному образованию предъявляет высокие требования к коммуникативной компетентности выпускника технического вуза. Формирование коммуникативной компетентности является одним из важнейших факторов продуктивности решения профессиональных задач, условием достижения успеха в управленческой деятельности и неразрывно связано с личностным ростом выпускника.

Структура коммуникативной компетентности рассматривается в современной науке неоднозначно и традиционно связывается с рядом личностных свойств, умений и навыков.

Н.С. Ефимова, характеризуя личностные качества, способствующие успешности общения, выделяет среди них следующие: положительная направленность на людей; такие интеллектуальные качества личности как внимательность, наблюдательность, сообразительность, любознательность; эмоциональные качества: доброжелательность, достаточно высокий уровень эмпатии; волевые качества: самообладание, уравновешенность, смелость [1]. Очевидно, что эти личностные качества являются интегративными и необходимыми для личностного роста студента в процессе обучения.

Е.И. Рогов выделяет следующую систему умений, необходимых для эффективного общения: вербальные умения, которые проявляются в речевых умениях и умениях слушания; невербальные умения – «чтение» невербальных сигналов; социально-перцептивные умения, связанные с пониманием внутреннего мира партнеров по общению, а также умения управлять конфликтом [2]. Процесс формирования данных коммуникативных умений неразрывно связан с личностным ростом будущего профессионала и конкретными учебными задачами таких учебных дисциплин как «Психология и педагогика», «Социальная психология», «Социология» и других.

С.В. Кабанова, характеризуя эффективное педагогическое общение, выделяет следующие психологические качества и способности, необходимые для формирования компетентности:

- интерес к людям и работе с ними;
- способность к эмоциональной эмпатии;
- гибкость, оперативно-творческое мышление, позволяющее умение быстро и правильно ориентироваться в меняющихся условиях общения;
- умения поддерживать обратную связь в общении;
- умение управлять собой, своим психическим состоянием и его проявлениями;
- способность к спонтанности (неподготовленной коммуникации);
- умение прогнозировать возможные ситуации общения;
- хорошие вербальные способности: культура, развитость речи, лексический запас и др. [3].

Данный подход позволяет объединить качества личности и коммуникативные умения, характеризующие коммуникативную компетентность будущего специалиста. Их можно представить в наиболее общем виде как следующие элементарные умения: вступать в контакт с людьми разного возраста, уровня культуры и профессиональной подготовки, а также поддерживать его на должном культурном уровне, эффективно взаимодействовать с партнерами по общению, адекватно воспринимая их настроение, управлять собственным эмоциональным состоянием и вниманием партнеров по общению.

Формирование в процессе обучения личностных качеств, необходимых для эффективного общения и коммуникативных умений, входящих в структуру коммуникативной компетентности у студентов технологического университета – одна из важнейших задач подготовки специалиста и решить её можно не только совместными усилиями не только педагогического коллектива и всех сотрудников вуза, но и при наличии готовности самого будущего специалиста к самовоспитанию.

По результатам наших исследований студенты технологического университета очень высоко ценят такие личностные качества как общительность и умение общаться. При оценке наиболее значимых качеств личности 100 % испытуемых помещают их в первую пятерку значимых личностных качеств. При этом 93 % опрошенных высоко оценивают собственную коммуникативную компетентность (оценки «высокая» и «выше среднего»). Адекватная самооценка собственных коммуникативных умений и личностных качеств, входящих в структуру коммуникативной компетентности, являются основным условием формирования готовности к самовоспитанию и показателем коммуникативной культуры студентов.

Следует отметить, что формирование коммуникативной культуры является и условием и результатом формирования коммуникативной компетентности. Культура общения человека воплощает его стиль мышления и поведения, характеризует не только и не столько образованность человека, но и его воспитанность, наличие умений и навыков, связанных с техникой общения.

Трудно говорить о культуре профессионального общения будущего специалиста, если его внешний вид неряшлив, эстетические вкусы неразвиты, мысли примитивны и путаны, слова расходятся с делом. Однако многие студенты приписывают себе все необходимые для эффективного общения личностные качества или считают, что могут с легкостью их приобрести.

Рассматривая элементы культуры вербального общения, следует выделить среди них такой элементарный навык как владение, как минимум, двумя речевыми стилями: официальным и бытовым.

Владение официальным стилем предполагает навыки культуры речи, которые, несмотря на высокую самооценку данного навыка, к сожалению, формируются у студентов далеко не в полной мере. Постоянно повторяющиеся речевые ошибки, такие, например, «ихние» – говорят о том, что студенты совсем не стремятся повысить собственную культуру речи.

Наш собственный педагогический опыт, направленный на борьбу со словом-паразитом «блин» показал, что студенты не могут даже в процессе профессионального общения во время зачета или экзамена избавиться от него.

Культура профессионального общения включает в себя умение объективной оценки себя и партнеров в процессе общения, что предполагает достаточно высокий уровень развития эмпатии (способности к сопереживанию и сочувствию), что отмечается всеми исследователями. Мы рассматривали уровень развития эмпатии у студентов при изучении раздела «Эмоционально-волевая сфера личности» дисциплин «Психология и педагогика» и «Психология». Здесь тоже наблюдается разрыв между высокой оценкой эмпатийности как желаемого качества личности партнера по общению и средненизким уровнем развития эмпатии у большинства (78 %) испытуемых студентов.

Можно выявить причины низкой культуры общения у значительного числа студентов: это и низкий уровень культуры бытового общения как в обществе в целом, так и очень значимом для студентов Интернете, и, что особенно важно, социокультурные нормы, принятые в студенческой группе.

Мы изучали групповые социокультурные нормы студентов-первокурсников, которые сложились по отношению к нецензурной брани. Только в одной из пяти опрошенных групп была выявлена позиция неприятия и недопустимости нецензурной брани. В одной из групп нецензурная брань рассматривалась как норма, а в остальных трех группах была выявлена нейтральная позиция, когда нецензурная брань не принимается в качестве нормы, но и не осуждается.

Формирование культуры общения у студентов технологического университета – это задача всего процесса обучения, которую можно решить только совместными усилиями не только всех педагогов, независимо от преподаваемого ими предмета, и всех сотрудников. Она предполагает, в первую очередь, высокие и единые требования к языковому режиму в вузе.

### Литература:

1. Ефимова Н.С. Психология общения. Практикум по психологии: учебное пособие / Н.С. Ефимова. – М. : ИД «Форум»: ИНФРА-М, 2012. – 192 с.
2. Рогов Е.И. Психология общения / Е.И. Рогов Е.И. – М. : Гум. изд. центр ВЛАДОС, 2001 – 336 с.
3. Кабанова С.В. Психология педагогического общения. Социальная психология и психология управления: учебное пособие для слушателей ФПК по программе профессиональной переподготовки «Преподаватель учреждений профессионального образования». Часть I / С.В. Кабанова, Л.А. Корнилова, З.П. Красноок. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2016. – 122 с.

### References:

1. Efimova N.S. Psychology of communication. Workshop on Psychology: the manual / N.S. Efimova. – M. : Publishing House «Forum»: INFRA-M, 2012. – 192 p.
2. Rogov E.I. Psychology of communication / E.I. Rogov. – M. : Gum. Ed. Center VLADOS, 2001. – 336 p.
3. Kabanova S.V. Psychology of communication. Social Psychology and psychology of management: a manual for students of the FPK for programme training «Teacher professional education institutions». Part I / S.V. Kabanova, L.A., Kornilova, Z.P. Krasnook. – Krasnodar : Publishing house – South, 2016. – 122 p.

УДК 37.01: 37.035

## ФОРМИРОВАНИЕ ЭМОЦИОНАЛЬНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ КАК ФАКТОР ПРОИЗВОЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ ЛИЧНОСТИ

### THE FORMATION OF EMOTIONAL ORIENTATION AS A FACTOR OF ARBITRARY ACTIVITY OF THE PERSON

#### **Красноок Зинаида Павловна**

кандидат педагогических наук, доцент,  
доцент кафедры философии,  
Кубанский государственный  
технологический университет  
Krasnook\_Z@mail.Ru

#### **Кабанова Светлана Владимировна**

кандидат педагогических наук, доцент,  
доцент кафедры философии,  
Кубанский государственный  
технологический университет  
kabanova\_45@mail.ru

#### **Корнилова Людмила Аркадьевна**

кандидат педагогических наук, доцент,  
доцент кафедры философии,  
Кубанский государственный  
технологический университет  
kornilova9000@mail.ru

**Аннотация.** В данной статье рассматриваются формы и варианты вовлеченности эмоциональных переживаний в формирование личности, а также – роль эмоций в регуляции поведения человека и влияние их на его социальную активность.

**Ключевые слова:** эмоциональные переживания, эмоциональная направленность, осознанная регуляция поведения, потребности, референтная группа, социальные эмоции.

#### **Krasnook Zinaida Pavlovna**

Associate Professor of  
pedagogical science,  
Kuban State University of Technology  
Krasnook\_Z@mail.ru

#### **Kabanova Svetlana Vladimirovna**

Associate Professor of  
pedagogical science,  
Kuban State University of Technology  
kabanova\_45@mail.ru

#### **Kornilova Ludmila Arkadyevna**

Associate Professor of  
pedagogical science,  
Kuban State University of Technology  
kornilova9000@mail.ru

**Annotation.** This article discusses the forms and options of involvement of emotional experiences in shaping personality, as well as the role of emotion in regulating human behaviour and their influence on the his social activity.

**Keywords:** emotional experiences, emotional orientation, conscious regulation of behavior, needs, reference group, social emotions.

В последние десятилетия отмечен всевозрастающий интерес к изучению эмоций. Значительное внимание к эмоциональной стороне жизни людей обнаруживается не только в психологии и педагогике, но и в социологии, антропологии и философии.

Социальная природа эмоций обосновывается через их связь с окружающим миром, общением с другими людьми: мы любим или ненавидим, ревнуем или завидуем, стесняемся или стыдимся других людей, а в своих эмоциональных проявлениях соотносимся с нормами референтной группы. Эмоции социальны также и потому, что обусловлены принадлежностью к определенной культуре и развиваются в ходе социализации [1].

В свою очередь многие социально-психологические феномены содержат эмоциональный компонент. Например, групповое мышление связано с ощущением угрозы и желанием чувствовать принадлежность к определенной группе. Предрассудки – со страхом и враждебностью, а когнитивный диссонанс включает дискомфорт, гнев и чувство вины.

К основным компонентам эмоций относят чувство как осознанное переживание эмоции, как оценку события, готовность или тенденцию к действию, как паттерны невербального поведения, физиологические изменения и как эмоциональную регуляцию.

Эмоция в психологии понимается как определяющая определенные функции и рассматривается как способствующая эволюции человека и служащая для его адаптации к окружающей среде. При этом исследователи различают эмоцию как состояние и эмоцию как личностную черту.

Следует заметить, что отечественная психология содержит необходимые теоретические предпосылки для содержательной разработки проблемы места и роли эмоций в деятельности человека.

Выдвинутое С.Л. Рубинштейном положение о внутренней эмоциональной регуляции деятельности базируется на признании органической включенности эмоции в «ткань» потребности, на раскрытии единства и взаимопроникновения эмоционального и мотивационного. Специфика и возможности регуляторных функций эмоций и определяются тем, что они являются формой существования потребностей, данных субъекта в его непосредственных переживаниях, формой отношения субъекта ко всей окружающей его действительности.

С.Л. Рубинштейн раскрывает и непосредственно побудительную функцию эмоций, поскольку та «включает в себя стремление и влечение человека к тому, что для его чувства привлекательно» [2]. Такое стремление реализуется в деятельности, направленной на достижение предмета потребности.

В процессе учебной деятельности в зависимости от ее успеха или неуспеха у студентов возникают положительные или отрицательные переживания, которые определяют соотношение между целью и результатом действия. Эти особенности эмоций как специфическое отражение действительности и целенаправленной активности субъекта в ее соотнесенности с потребностью, исходно мотивировавшей эту потребность, дают основание для анализа разных форм участия эмоций в осознанной регуляции деятельности студентов.

Если анализировать эмоции как форму отражения действительности, когда предмет внешнего мира выступает в качестве *цели* волевого действия, он должен быть только познан, но и осознан человеком. Индивид должен «отразить» значение предмета как удовлетворение своих личных и общественных потребностей. Тем самым эмоции специфически участвуют в определении человеком конкретной цели деятельности акта.

Таким образом, реализуется роль эмоций в формировании важнейшего функционального компонента целостного процесса произвольной регуляции, а именно: цели, осознаваемой субъектом деятельности. Цель принимается им при условии, что достижение не будет противоречить другим, более значимым для него потребностям. Именно эмоционально принимаемая цель является тем исходным звеном системы саморегуляции, которое определяет в дальнейшем весь процесс осознанного регулирования в его подчиненности достижению потребного результата. На протяжении всей деятельности личности цель ее всегда «осознается актуально».

К эмоциям, которые называют социальными, относят прежде всего смущение, стыд, вину, ревность, любовь, симпатию, горе и эмпатию. Эти эмоции ориентированы на реальные и ожидаемые реакции других людей. Многие эмоции возникают на более ранней стадии онтогенеза, чем ясно формируемые когнитивные представления о них. При этом, по мнению психологов, базовые эмоции имеют межличностные источники и развиваются в тесной взаимосвязи с социальными отношениями.

Рассмотрение эмоций и чувств, возникающих в близких взаимоотношениях, связано с когнитивными аспектами, установками и верованиями партнеров. Поведение, нарушающее представление человека о том, какими должны быть отношения, вызывает сильные негативные эмоции. Они могут определять будущее близких отношений, а в крайних случаях ставят их под угрозу.

Фактором, определяющим в причислении эмоций к категории групповых, является то, насколько сильно человек идентифицирует себя с группой. В той степени, в которой люди склонны себя идентифицировать с группой, они формируют сходные интерпретации и оценки эмоциональных событий – членство в группе влияет на эмоциональный опыт человека. Существует ряд причин для такого внутреннего сходства: членство в группе определяет социальную идентичность человека; члены определенной группы сталкиваются с одними и теми же событиями, вызывающими эмоции; люди в группе взаимодействуют напрямую, влияя на оценки событий, эмоции и их выражение; они склонны разделять общие социальные нормы и ценности. Это вызывает сходные оценки событий и обсуждения переживаний.

Эмоции помогают людям определять границы группы и идентифицировать ее членов. Например, коллективное благоговение по какому-либо поводу может вызвать ощущение чувства общинной идентичности. Страх, отвращение, ненависть по отношению к членам группы могут укрепить групповые границы. Выражение смущения может отражать низкий статус в обществе человека.

С повышением уровня идентификации с группой нормы взаимодействия усваиваются, начинают влиять на поведение человека за пределами группы, затрагивая отношения с более широким кругом общающихся.

Групповые эмоции отличаются от тех, что испытываются на индивидуальном уровне. Эти различия проявляются в следующем: групповые эмоции испытываются людьми, которые не были лично затронуты эмоциогенным событием. Чтобы испытать эмоцию на индивидуальном уровне, необходимо пережить что-то вместе с группой; групповые эмоции менее интенсивны; эмоции группового и межгруппового уровня переживаются в одинаковой степени всеми членами группы. Анализ эмоциональных явлений на групповом уровне позволяет приблизиться к пониманию механизмов освоения мира.

В то же время восприятие личностью собственных эмоций в контексте «мы» в противоположность «я» может снижать уровень тревоги. Наличие сходных эмоций в группе говорит об уровне ее сплоченности. Сходство переживаний влияет, по мнению психологов, на самовосприятие членов группы: люди, чувствуя эмоциональное сходство, оказываются склонными к изменению характера взаимодействия за счет повышения уровня близости, снижения дистанции в межличностных отношениях [3].

Негативные эмоции разрушают в первую очередь того человека, который эти эмоции накапливает. Это связано с тем, что согласно генетическим программам, заложенным в людях, эмоции, как правило, активизируют определенные двигательные действия. Так страх запускает реакции бегства или оборонительных действий, гнев способствует агрессивным поступкам, чувство отвращения запускает реакцию удаления от исходного объекта и т.д.

Таким образом, та гибкость, с которой люди способны «переключать» свою идентичность, может играть важную роль в эмоциональной саморегуляции личности. Так, например, люди могут перестать идентифицироваться с группой, членство с которой вызывает у них негативные эмоции.

Главное в эмоциональной саморегуляции – это понять две аксиомы: «Большая часть источников наших стрессов находится у нас в голове» и вторую, оптимистичную, «Значит, у нас есть шанс избавиться от большей части стрессов» [4]. Для преодоления отрицательных эмоций люди используют различные стратегии. Для того, чтобы найти наиболее подходящий способ, имеет смысл перепробовать несколько приемов, чтобы потом применять наиболее эффективные из них.

Способ управления эмоциями *сублимация* – это превращение эмоции в нечто конструктивное. Следующий способ – избавиться от нежелательной эмоции. Он состоит в том, чтобы действовать и вести себя так, как будто противоположная по знаку эмоция уже есть. Если вам страшно и вы никак не можете заставить страх уйти из вашего мозга, поселите там спокойствие и смелость. Несколько минут играйте роль смелого человека: распрямите плечи, гордо поднимите голову, улыбнитесь – и ваше тело передаст импульсы смелости сознанию. Если вы испытываете гнев, в течение нескольких минут также сыграйте роль совершенно спокойного и расслабленного человека.

*Обида* вызвана рассогласованием между ожидаемым поведением со стороны другого человека и каким-то его реальным поступком. Если мы расцениваем этот поступок как нечто, покушающееся на наше достоинство, материальные блага или здоровье, то начинаем испытывать обиду, которая запускает чувство мести, заставляющее человека желать зла источнику нанесения обиды.

Человек, который позволил прорасти семени обиды, попадает в порочный круг, разрушающий его собственные тело и психику. Если он реализует свои мстительные пожелания, то нанесет ущерб другому человеку и вызовет новую волну негативных событий и, возможно, осуждение со стороны общества. В то же время, если он не реализует свои потребности, то нереализованная отрицательная энергия начнет разрушать его самого.

Каждый человек может поступать как угодно в соответствии со своими потребностями и моральными нормами. Поэтому не стоит ожидать от других только хорошего отношения. Оно может быть каким угодно, в том числе и плохим. А если ожидаешь плохого, то и нейтральное отношение – уже благо. Если вы нейтрализуете свою обиду,

найдя позитивную интерпретацию поступка партнера, то сохраните свое здоровье, здоровье другого человека и здоровье ваших отношений, то есть вместо двойного вреда получите тройную пользу.

Когда есть угроза благополучию организма, то происходит автоматическое включение реакции *страха*, плюс весь комплекс психологических и физиологических изменений в организме. Представьте на десять минут, что все, чего вы боялись, уже произошло. Вникните в свое новое положение. Ощутите на какое-то время горечь и отчаяние, а потом умойтесь холодной водой и составьте план своих действий в новых условиях. Оказывается, что жить вполне можно и так. Более того, вы наверняка почувствуете некоторое облегчение, так как исчезнет страх неизвестности и стресс ожидания. А после этого осознайте, что все эти беды вы придумали, что они пока еще не произошли и, может быть, вовсе не произойдут, если вы предпримете определенные меры. Жизнь продолжается в любом случае.

Нельзя одновременно испытывать тревогу и страх и при этом улыбаться и быть расслабленным. Если вам страшно, принудительно заставьте себя улыбнуться, медленно выдохните воздух и опустите плечи. Расслабьте свои мышцы и вспомните любимое место в природе или что-нибудь смешное. Улыбайтесь – и ваши чувства вынуждены будут подстроиться под состояние тела.

Мы предложили рекомендации по работе с двумя наиболее встречающимися эмоциями у студентов: обиде и страхе. Исследование, проведенное в группах 14-ЭБ-МН1,2 Куб ГТУ (59 человек), у которых обида и разочарование (38 %), тревога и страх (43 %) были отмечены как самые часто встречающиеся негативные эмоции. Социальными причинами эмоционального дискомфорта респонденты назвали следующие: разобщенность людей в группе, одиночество, неопределенность будущего, эгоизм.

Приемами, помогающими восстановить позитивный настрой, названы: общение в Интернете, по телефону, просмотры любимых фильмов, компьютерные игры. Самыми популярными положительными эмоциями оказались: радость, веселье, ликование, удовольствие (34 %), любовь (21 %), счастье (37 %).

Обсуждение результатов тестирования выявило следующие мнения респондентов: эмоциональная направленность личности значительно влияет на качество отношений с окружающими людьми и на самую жизнь; человек должен обладать умением эмоциональной саморегуляции.

Таким образом, значение *эмоциональной направленности* для регуляции деятельности человека связано с ее свойством выступать в качестве непосредственной побудительной причины деятельности и с важными для личности переживаниями, порождаемыми этой деятельностью. Эмоциональная направленность является, наконец, существенным психологическим регулятором таких жизненно важных для человека актов, как: выбор сферы деятельности, конкретной профессии, образа жизни. Именно поэтому эмоции являются обязательным, значимым и многообразно проявляющимся фактором внутренней регуляции различных видов и форм произвольной активности человека.

### **Литература:**

1. Андреева Г.М. Психология социального познания / Г.М. Андреева. – М. : Аспект Пресс, 2000. – 298 с.
2. Рубинштейн С.Л. Основы общей психологии / С.Л. Рубинштейн. – СПб. : Питер, 2001. – 292 с.
3. Гозман Л.Я. Психология эмоциональных отношений / Л.Я. Гозман. – М. : Изд-во МГУ, 1987. – 211 с.
4. Щербатых Ю.В. Психология стресса / Ю.В. Щербатых. – М. : ЭСМО, 2005. – 304 с.

### **References:**

1. Andreeva G.M. Psychology of social cognition / G.M. Andreeva. – M. : Aspect Press, 2000. – 298 p.
2. Rubinstein S.L. Fundamentals of General psychology / S.L. Rubinstein. – SPb. : Peter, 2001. – 292 p.
3. Gozman L.Ya. Psychology of emotional relations / L.Ya. Gozman. – M. : MFU Publishing house, 1987. – 211 p.
4. Cherbatic Ju.V. Psychology of stress / Ju.V. Cherbatic. – M. : ASMO, 2005. – 304 p.



## Порядок публикации статьи

- Статья, предоставляемая для публикации в журнале, должна быть ранее неопубликованной, актуальной, обладать новизной, **тщательно вычитана**.
- Статья должна соответствовать **Правилам оформления**.
- Содержание статьи должно соответствовать тематикам рубрик журнала.
- В стоимость публикации входит один печатный экземпляр журнала, публикация в сетевой версии журнала (на сайте <http://id-yug.com>), почтовая доставка, сопровождение в системе РИНЦ.

**Редакционный совет** в течение 3–5 дней рассматривает предоставленную статью. В случае положительного решения о публикации редакция направляет Вам договор (оферта), счет (квитанцию) на оплату.

В случае необходимости редакция может затребовать предоставление заключения внутрифирменных служб экспортного контроля по материалам статьи.

### Предоставляемая статья должна содержать следующие компоненты:

- Код УДК;
- Сведения об авторах (рус./англ.):
  - а) фамилия, имя, отчество (полностью);
  - б) ученая степень;
  - в) ученое звание;
  - г) должность, место работы (без сокращений);
  - д) контактный телефон;
  - е) контактный E-mail автора.
- Название статьи (рус./англ.);
- Аннотация (рус./англ.);
- Ключевые слова (рус./англ.);
- Основной текст статьи на русском языке (рекомендуется не менее 3-х страниц);
- Список литературы (рус./англ.).

Текст статьи должен быть набран в текстовом редакторе Word 1997–2007, шрифт Times New Roman, кегль — 14, межстрочный интервал — 1, абзацный отступ 1,25 см., все поля — 2,5 см, страницы не нумеровать, для выделений использовать *курсив*, **жирный шрифт**, а также **их сочетание**.

Таблицы набираются в текстовом редакторе Word 1997–2007, шрифт Times New Roman, кегль — 12. Таблицы нумеруются и подписываются. В тексте статьи указываются ссылки на таблицы.

Иллюстрации (рисунки, графики, диаграммы, фотографии) должны быть встроены в текст в виде картинок, в оттенках серого, разрешением 300 dpi. Иллюстрации нумеруются (нумерация сквозная арабскими цифрами) и подписываются. В тексте статьи указываются ссылки на иллюстрации.

Формулы набираются в редакторе формул Microsoft Equation 3.0. Все формулы должны иметь сквозную нумерацию арабскими цифрами. Номера формул оформляются в круглых скобках.

Сноски оформляются постранично.

Ссылки на литературу оформляются в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5-2008 и ГОСТ 7.82-2001. Ссылки оформляются в порядке упоминания или цитирования в тексте в квадратных скобках арабскими цифрами.

Более подробную информацию можно получить на сайте [www.id-yug.com](http://www.id-yug.com)

## График выхода журнала и приема статей на 2016 г.

№ журнала	Прием статей до:	Выход журнала:
1	31 марта	15 апреля
2	30 июня	15 июля
3	30 сентября	14 октября
4	21 декабря	30 декабря

НАУЧНЫЙ МУЛЬТИДИСЦИПЛИНАРНЫЙ ЖУРНАЛ  
**НАУКА. ТЕХНИКА. ТЕХНОЛОГИИ**  
(политехнический вестник)

2016, № 1

---

SCIENTIFIC MULTIDISCIPLINARY MAGAZINE  
**SCIENCE. ENGINEERING. TECHNOLOGY**  
(polytechnical bulletin)

2016, № 1

**www.id-yug.com**

---

Редактор — А.С. Семенов

Editor — A.S. Semenov

Оригинал-макет — Л.С. Попова

Dummy — L.S. Popova

Дизайн обложки — Н.Р. Исаян

Design of a cover — N.R. Isayan

Сдано в набор 04.04.2016.  
Подписано в печать 08.04.2016.  
Формат 60 x 84<sup>1</sup>/<sub>8</sub>.  
Бумага офсетная.  
Печать riso.  
Уч.-изд. л. 8,5.  
Тираж 500 экз.

It is handed over in a set 04.04.2016.  
It is sent for the press 08.04.2016.  
Format 60 x 84<sup>1</sup>/<sub>8</sub>.  
Offset paper.  
Riso press.  
Ed.-prod. l. 8,5.  
Circulation is 500 pieces.

Отпечатано в ООО «Издательский Дом – Юг»  
Россия, 350072, г. Краснодар,  
ул. Московская, 2

It is printed in JSC «Izdatelsky Dom – Yug»  
Russia, 350072, Krasnodar,  
Moskovskaya St., 2

Заказ № 1582

Order No. 1582

Тел.: +7(918) 41-50-571  
e-mail: id.yug2016@gmail.com  
Сайт: www.id-yug.com

Ph.: +7(918) 41-50-571  
e-mail: id.yug2016@gmail.com  
Site: www.id-yug.com