

# 1

## Январь-март (85) 2019

### СОДЕРЖАНИЕ

16+

Учредитель  
Ульяновский  
государственный  
технический  
университет

#### ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Н. Г. Ярушкина

#### Заместитель главного редактора

В. Г. Тронин

#### Редакционная коллегия:

К. К. Васильев  
А. А. Дырдин  
С. К. Киселёв  
А. В. Кузнецов  
В. К. Манжосов  
Г. Л. Ривин  
В. П. Табаков  
Л. В. Худобин  
Н. А. Евдокимова (отв.  
секретарь)

- |   |    |  |
|---|----|--|
| <b>Л. П. Якимова</b>  | 4  | <b>ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ</b><br>Мотивно-сюжетный концепт игры в творчестве Леонида Леонова <i>(К 120-летию со дня рождения писателя)</i>  |
| <b>Э. Н. Зиновьева</b>  | 9  | Игорь-Северянин: эксперименты в области синтеза искусств   |
| <b>Н. В. Тибушкина</b>  | 12 | «Осенняя» образность в романе М. А. Шолохова «Тихий Дон»   |
| <b>Д. В. Балыков</b>  | 17 | Эскапизм как психологический феномен   |
| <b>А. Ю. Белей</b>  | 19 | Эмоциональная регуляция поведения как феномен  |
| <b>Д. С. Новикова</b>   | 20 | Девиантное поведение   |
| <b>О. В. Жилияев</b>  | 22 | <b>ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ</b><br>Инерционный способ измерения расхода и плотности среды  |
| <b>В. К. Манжосов</b><br><b>А. А. Самсонов</b>                          | 31 | Активные и реактивные силы в рычажном механизме захвата при контакте ведомого звена с твёрдым телом  |
| <b>Н. А. Андриянов</b><br><b>К. К. Васильев</b>                         | 36 | <b>ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ</b><br>Свойства авторегрессий с кратными корнями характеристических уравнений   |
| <b>О. В. Милашкина</b><br><b>Д. Э. Алексеев</b><br><b>Н. А. Куклев</b>  | 41 | <b>ПРИБОРОСТРОЕНИЕ</b><br>Особенности инновационной системы навигации global landing system (GLS) для обеспечения информации о местоположении, требуемой для подхода и посадки воздушных судов |
| <b>А. В. Кузнецов</b><br><b>Д. А. Ребровская</b><br><b>А. С. Бирков</b> | 45 | <b>ЭНЕРГЕТИКА</b><br>Совершенствование математической модели снижения потерь мощности в сетевой организации при компенсации реактивной мощности  |

<b>А. В. Кузнецов</b> <b>В. В. Чикин</b>	50	Правовые аспекты управления качеством электроэнергии в электроэнергетической системе
<b>А. В. Кузнецов</b> <b>Ю. П. Юренков</b>	54	Применение жидкометаллических самовосстанавливающихся ограничителей тока для энергосберегающих систем транспортировки и распределения электроэнергии
<b>Е. Н. Меньшов</b> <b>Е. С. Шалаев</b>	59	Разработка тепловой схемы канала принудительного охлаждения обмоток сухого трансформатора
<b>ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ</b>		
<b>В. В. Кузнецов</b> <b>Н. В. Лаптев</b> <b>М.В. Рыбкина</b> <b>И. С. Большухина</b> <b>Д. А. Каймаков</b>	62	Занятость населения в современных условиях
<b>А. В. Алексеева</b>	67	Применение методов статистического контроля для диагностики вибросостояния гидроагрегата
<b>Е. В. Маркова</b> <b>А. М. Ф. Аль-Дарабсе</b> <b>Е. В. Черненькая</b>	71	Форсайт-аудит систем управления в аэрокосмической технологии
<b>И. Л. Носач</b>	74	Перспективы развития ТНК в России
	78	<b>ХРОНИКА УНИВЕРСИТЕТА. КОНФЕРЕНЦИИ. ЮБИЛЕИ</b>
	79	<b>ABSTRACTS</b>

**Адрес издателя  
и редакции:**

✉ 432027, Россия,  
г. Ульяновск,  
ул. Северный Венец,  
д. 32

☎ (8422) 43-06-43

<http://www.venec.ulstu.ru/lib/>

Журнал зарегистрирован  
Государственным комите-  
том Российской Федерации  
по печати.

Свидетельство о регистра-  
ции средства массовой ин-  
формации №016797 от 14  
ноября 1997 г.

Журнал включён в Россий-  
ский индекс научного цити-  
рования (РИНЦ).

Пятилетний импакт-фактор  
РИНЦ – 0,247

Реферируется в ВИНИТИ  
РАН.

**Отпечатано в ИПК**

«Венец» УлГТУ

432027, Россия,

г. Ульяновск,

ул. Северный Венец,

д. 32

Подписано в печать  
25.03.2019.

Дата выхода в свет  
28.03.2019.

Формат 60×90/8.

Печать трафаретная.

Усл. печ. л. 10,00.

Тираж 150 экз.

Заказ № 487.

Цена свободная.

# CONTENTS

<b>L. P. Yakimova</b>	4	<b>HUMANITIES</b> The motive-story concept of the game in the work of Leonid Leonov ( <i>to the 120 anniversary of the birth of the writer</i> )
<b>E. N. Zinovieva</b>	9	Igor-Severyanin: experiments in the field of synthesis of arts
<b>N. V. Tibushkina</b>	12	«Autumn»imagery in the novel by M. A. Sholokhov «Quiet Don»
<b>D. V. Balykov</b>	17	Escapism as a psychological phenomenon
<b>A. Y. Beley</b>	19	Emotional regulation of behavior as phenomena
<b>D. S. Novikova</b>	20	Deviant behavior
<b>O. V. Zhilyaev</b>	22	<b>NATURAL SCIENCES</b> The inertial method of measuring of fluid's flow rate and density
<b>V. K. Manzhosov</b> <b>A. A. Samsonov</b>	31	The forces in the lever mechanism of the gripper by contact of the slave link with the solid
<b>N. A. Andriyanov</b> <b>K. K. Vasiliev</b>	36	<b>INFORMATION TECHNOLOGIES</b> Properties of autorressions with multiple roots of characteristic equations
<b>O. V. Milashkina</b> <b>D. E. Alekseev</b> <b>N. A. Kuklev</b>	41	Features innovative navigation system Global landing system (GLS) to provide information about the position required for the approach and landing of aircraft.
<b>A. V. Kuznetsov</b> <b>D. A. Rebrovskaya</b> <b>A. S. Birkov</b>	45	<b>ENERGETICS</b> Improvement of mathematical models reduction of power losses in network organization during reactive power compensation in the network of the consumer
<b>A. V. Kuznetsov</b> <b>V. V. Chikin</b>	50	Legal aspects of electric power quality management in power system
<b>A. V. Kuznetsov</b> <b>Y. P. Yurenkov</b>	54	Application of liquid metal self-healing current limiter for energy-saving systems transmission and distribution of electrical power
<b>E. N. Menshov</b> <b>E. S. Shalaev</b>	59	Development of thermal scheme of channels forced cooling windings of dry transformer
<b>V. V. Kuznetsov</b> <b>N. V. Laptev</b> <b>M. V. Rybkina</b> <b>I. S. Bolshukhina</b> <b>D. A. Kaymakov</b>	62	<b>ECONOMICS AND QUALITY MANAGEMENT</b> Population employment in modern conditions
<b>A. V. Alekseeva</b>	67	The application of statistical analysis techniques for diagnostics of the vibration state of the hydraulic unit
<b>E. V. Markova</b> <b>A. M. F. Al Darabseh</b> <b>E. V. Chernenkay</b>	71	The management systems' foresight audit in the aerospace technology
<b>Nosach I. L.</b>	74	Prospects for the development of TNK in Russia
	78	<b>UNIVERSITY CHRONICLE. CONFERENCES. ANNIVERSARIES</b>
	79	<b>ABSTRACTS</b>

821.161.01 ( Л.М. Леонов)

Л. П. ЯКИМОВА

## МОТИВНО-СЮЖЕТНЫЙ КОНЦЕПТ ИГРЫ В ТВОРЧЕСТВЕ ЛЕОНИДА ЛЕОНОВА (К 120-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ ПИСАТЕЛЯ)

*Рассматривается концепт игры в раннем творчестве русского писателя-классика XX века Л. М. Леонова.*

Ключевые слова: символика Л. Леонова, концепт игры, мотивный комплекс, поэтика, образно-философская мысль.

Означенная в заглавии статьи проблема восходит к семантико-поэтической органике творчества Леонида Леонова, соприродна его художественному универсуму, отмечена той же мерой глубинной мотивности, что и мифологема Апокалипсиса. Не будет преувеличением утверждать, что они изначально неразрывны и предстают в неперечислимом многообразии связей и пересечений. Если архетипические истоки Апокалипсиса как мифологемы, восходящей к тексту «Откровения» Иоанна Богослова, обстоятельно исследованы, то и мотивема игры сомнений относительно глубин своей архетипичности не вызывает.

Антропообразующая роль игры предстаёт как незабываемый постулат общечеловеческой философской мысли. Игра неотъемлема от сущности человеческой жизни, она столь же изначально как сама жизнь: *Homo ludens* [1] равнозначен *Homo sapiens*. Отражая одно из самых онтологически значимых начал человеческого бытия, мотив игры по природе самого художественного мышления Леонова не мог не стать одним из самых значимых в его творчестве, если не сказать – ведущим. Не вызывает сомнения, что в русской литературе советского периода Леонов предстаёт писателем, в творчестве которого как единственном в своём роде мотив игры – в многообразии его проявлений – обретает значение семантико-эстетической доминанты, обнаруживающей глубину типологических связей российского автора с художественными исканиями мировой литературы и определившей возможность войти в интертекстуальный контекст последних десятилетий XX века, обозначенный именами М. Фриша, Р. Музиля, М. Павича и др.

Начало творческого пути Леонова совпало с революцией: перед писателем сразу предстал мир, вывернутый наизнанку. «Огнедышащая новь» не поддавалась ни однозначному толкованию, ни мгновенному осмыслению. Вековые, казавшиеся незыблемыми истины, восходившие к Богу, семье, собственности, оказались низвергнутыми. Слова, выражавшие понятия долга и чести, добра и справедливости в одно мгновение наполнились другим, прямо противоположным смыслом. Как в этих обстоятельствах раздвоения смыслов, распада вековых ценностей, натиска радикальных идей не утратить представления о реальной, подлинной, истинной мере вещей, восстановить настоящий образ бытия? Как в этой сумятице чувств и мыслей, хаосе планов, проектов и событий воплотить облик живого, а не придуманного человека?

Наступившее время с небывалой силой обострило проблему творческого поведения литератора [2]. В отличие от многих молодых писателей, становление которых совпало с началом революции (В. Маяковский, Ю. Крымов [3], А. Фадеев, Н. Островский и др.), Л. Леонов не проявил торопливой готовности сказать ей – «моя революция!», но избежал и панического страха за личную судьбу в ходе её крутых поворотов опять же в отличие от тех, кто навсегда покинул страну, охваченную революционным пожаром. Безоглядно торопливому выбору и тех, и других Леонов предпочёл позицию терпеливо вдумчивого художественного исследования «огнедышащей нови» в её непредсказуемо прихотливых поисках человеческого благоустройства. Не пренебрегая крупными планами художественного воплощения картины социалистического строительства, писатель избегал и приёмов жёсткой социально-исторической регламентации, и безрассудного диссидентства, уходя от той

последней точки над *i*, что раздвигало герменевтические возможности текста и способствовало сохранению долгого интереса читателя к нему, тем более что подлинная суть советской эпохи стала приоткрываться лишь в контексте последующих исторических перемен, когда оказалось, «что при всех своих наглядных недостатках и вопиющем ханжестве, Советский Союз был куда более сложносочинённой системой, чем то, что мы наблюдаем ныне» [4].

Всё это объясняет, почему к осмыслению реалий «новой жизни» в образах самой жизни Леонов приступил не сразу. В первых его произведениях действительность проступала в инскапательно-метафоризированной форме: молодой автор отдавал явное предпочтение такого рода поэтико-стилистическим приёмам, которые способствовали не прямому, а опосредованному её видению путём стилизации, инверсии, сказа, острания, создания сказочно-фантазийных образов, допускали и многовариантность восприятия возникшего мира, герменевтическую многозначность. Известный критик тех лет В. Переверзев точно схватил эмоционально-смысловую специфику таких произведений раннего Леонова, как «Туатамур», «Уход Хама», «Халиль»: «... но и в экзотику автор ушёл, чтобы найти там катастрофическую напряжённость нашей революционной эпохи...» [5].

Действительно, к распознаванию кричаще противоречивого лика наступившего времени молодой писатель пытается найти подход с самых разных сторон, проявляя редкую смелость и бесстрашие художественных поисков в духе свойственной всей эпохе экспериментирования, не утрачивая при этом ощущения внутренне скрытых, но неизбежных законов бытия. Уже и в этом, не лишённом экспериментального характера, жанрово-стилевом контексте мотивно-сюжетный концепт игры с богатым ресурсом его смысловых обертонов и поворотов не был лишён органичности, а полностью соответствовал созданию такого образа внезапно возникшего мира, в котором значим подтекст, двоящаяся оптика, вторая композиция, т. е. всё то, что рождало ощущение «катастрофической напряжённости» революционной эпохи.

В этом плане глубоко симптоматично выглядит появление в раннем творчестве Леонова целого ряда произведений с игрушечно-игровым нарративом. В 1922 г. в альманахе «Шиповник» опубликован рассказ «Бурьга», включаемый писателем во многие сборники произведений и неизменно открывающий Собрания его сочинений. В 1923 г. в издательстве М. и С. Сабашниковых выходит книга «Л. Леонов. Деревянная короле-

ва. Бубновый валет. Валина кукла». Наряду с живыми людьми действующими лицами этих произведений становятся фигуры игрушечно-игрового мира: кукла, шахматная королева, оловянный солдатик, бубновый валет, Бурьга – лесной «детёныш-нос-хоботком... хвостик так себе, висюлькой, а рожки конфетками...» [6]. Игровая стихия их поэтики способствовала созданию такого рода герменевтической ситуации, которая усиливает ощущение абсурдности мира, возникшего в результате больших социальных игр. Феномен перевёрнутости мира, полной аберрации в восприятии жизненных ценностей наглядно выявляет себя в своеобразии сложных нарративных ходов, когда куклы, игрушечные фигуры, игровые знаки вторгаются в мир человеческих отношений, имитируя поведение людей, а люди наоборот ведут себя как деревянные или тряпичные куклы, в иных случаях оказывающиеся живее и идентичнее людей. Молодой писатель остро ощутил огромный потенциал игрушечной конструкции в обнажении скрытых от прямого взгляда психологических особенностей нового человека – его послушной управляемости, механистичности действий, автоматизма поступков.

Разумеется, и кроме Леонова, другие советские писатели с разными поэтико-семантическими целями прибегали к актуализации этого приёма очеловечивания куклы и «окукливания» человека [7] исходя из ощущения его особых возможностей в осмыслении рождающейся индустриально-машинной цивилизации. К сожалению, этот полный идейно-эстетического своеобразия род художественных произведений Леонова не удостоен должного внимания, не занял достойного места в общей картине его творческого пути, что послужило серьёзной помехой к рассмотрению их в широком интертекстуальном контексте. Сегодня при их чтении не может не возникнуть ассоциаций с творчеством Милорада Павича, у которого немало произведений о пересечении судеб живых людей и игровых фигур. Об этом, например, его рассказ «Шахматная партия с живыми фигурами», в контексте игровой деятельности человека акцентирующий внимание на мысли о переменчивости его жизненных ролей, незакреплённости их за его социальным статусом: «Всё в жизни... повторяет ту партию в шахматы, если даже солдаты превращаются в королей, а венские франты выходят замуж, меняют пол и рожают» [8].

В исследовании поставленной проблемы особый интерес представляет возможность увидеть ступени авторского перехода от сказочно-игрушечно-игрового нарратива к реалистическому

повествованию, т. е. возможность проследить механизм перевода игровой стихии из мира кукол в регистр жизненных реалий, конкретно-исторических обстоятельств советской действительности и в этом аспекте увидеть реальную картину поэтико-семантической трансформации игровой проблематики от ранних произведений до «последней книги» – романа-наваждения в трёх частях «Пирамида».

Переход от условно-иносказательных, метафоризированных форм воспроизведения действительности в формах самой жизни ознаменовался появлением таких повестей, как «Петушинский пролом» (1923), «Конец мелкого человека» (1924), «Записи Ковякина» (1924), «Провинциальная история» (1928), «Белая ночь» (1928), объективно представших как цельный жанрово-семантический и семантико-поэтический цикл [9]. Органична в этом ряду повестей и пьеса «Унтиловск» (1925), творческая история которой в основе так же восходит к жанру повести. Здесь мотив игры развёрнут в мощных ростках той будущей своей философско-эстетической полноты и многогранности, воплощением которых стали романы 30-х годов «Вор» и «Дорога на Океан» – от ролевого поведения отдельного человека, мучительно взыскующего личностной идентичности, а потому играющего разными масками, до воспроизведения многообразных форм социального жизнестроения.

Обращает внимание то, что в названных повестях и пьесе на первый план выдвигаются проблемы общего жизнеустройства, возникшего именно в результате крупномасштабных социальных игр, людского своеволия, волюнтаристского пролома. Достойна удивления зрелость художественной мысли молодого автора, не уклонившегося от трудностей изображения нового строя жизни в процессе его возникновения-становления. Испытанным для Леонова способом уйти от опасности скороспелых выводов и создать художественный текст, открытый для читательских размышлений, явилась неизменная ориентированность писателя на мифопоэтическую образность, архетип, развернутую на всё пространство повествования библейскую метафору. В этом смысле бесценен опыт леоновской авторефлексии, относящийся уже к поздним годам творчества, то признание, которое сделал писатель в беседе с известным леоноведом А. Г. Лысовым: «Я всегда (подчеркн. мною – Л. Я.), искал отвечающие времени формулы мифа... Я называю: Эфирь, Авраам, Ной – и за этим стоят целые миры; ими можно думать о соответствующем в своём времени...» [10].

Действительно, если вслушаться в содержание тех разговоров-бесед-споров, которые происходят в гостиной Ёлкова, куда собираются «бывшие», в революционное одночасье ставшие «мелкими» люди, обнаруживается высокий, буквально онтологический, экзистенциальный, библейский уровень их мышления: сквозь заботы о физическом выживании, преодолении холода, голода, социальной незащитности проступает неутолимый интерес к вечным вопросам бытия, общим проблемам земного благоустройства. Глубоко значимо то, что главный герой повести «Конец мелкого человека» профессор Фёдор Лихарев является палеонтологом, носителем ископаемого, буквально с геологических времён, знания о путях обустройства земли, что обуславливает глубину исторической перспективы его взгляда на природу человека и придаёт особую смысловую окрашенность всей атмосфере ёлковских собраний. У читателя складывается живое ощущение естественной смены разнообразных форм жизнеустройства – от первобытной пещеры до мечты о некоем «деликатном здании», образ которого предстаёт как парафраз «хрустального дворца» Достоевского и его мыслей об иллюзорности надежд на воплощение идеи всеобщего соединения людей по принципу равного, математически выверенного, обязательного для всех счастья.

Важным фактором, усиливающим аллюзивную – по отношению к Достоевскому – тональность повести Леонова, явилось то, что начиная с 20-х годов в центре внимания литературоведов оказалась «специфика художественной полемики Достоевского с революционными демократами (Чернышевский, Добролюбов, Писарев и другие) в «Зимних заметках о летних впечатлениях», «Скверном анекдоте», «Крокодиле», «Заметках из подполья», «Преступлении и наказании», «Идиоте», «Бесах» [11]. Подключив к тексту повести высокое напряжение социально-исторической мысли Достоевского, Леонов акцентировал внимание как на жизнестроительной образности писателя, семантико-поэтической ёмкости его строительной метафоры, так и его представлениях о неизбывной противоречивости человеческой природы, непознанности натуры людской с её «широтой» и «потёмками». И если феномен человека и прежде всего загадки души русского человека – главная проблема творчества Достоевского, то именно эта интертекстуальная стратегия прежде всего и просматривается в повести «Конец мелкого человека». С различием в представлениях о природе человека – что есть человек: «центр мироздания» (227) или это «мошки разные, этакие жуки хватательные»

(237) – связан выбор земного жизнестроения. Герои этой повести Леонова улавливают связь между способностью человека ставить сознательные цели и «подсознательными человеческими побуждениями» – «в смысле добра и злодейства» (238). И прежде чем совершать очередной исторический «перекувырк», не худо было бы заглянуть в «истинные потёмки человеческой души» и задуматься над тем, есть ли оправдание непомерных страданий сегодняшнего человека ради отдалённого прекрасного будущего, и в какой мере совместим интерес отдельной личности с общим благоденствием. И не слишком ли самонадеянно ведут себя строители новой жизни, не задумываясь о праве вторжения в хрупкую природу общественного благоустройства, а полагаясь лишь на априорное, предположительное, приблизительное представление о будущем? И не обернётся этот российский эксперимент устрашающим уроком для всего остального мира? Эти и ещё целый сонм других тревожащих ум и душу вопросов вычитывается из текста ранней повести Леонова, стоит только прислушаться к внутреннему голосу профессора Лихарева, олицетворённому в его ночных видениях Ферта: «Ферт патетически всплеснул руками. – Мелкий человек экзамен держит, коленки дрожат, сердшко трепыхается, – и вдруг да выдержит?... Ведь какие дела-то сотворятся, – светопреставление, – смерть мухам... К несчастью... уж больно размах-то нечеловечий... Вот пойдёт завтра он, Ванька наш, кирпичики класть, сооружать деликатное-то зданье свету всему на удивленье и на устрашение миллионам... Класть будем и плакать будем... Слезами прозренья мир затопим, Фёдор ты мой Андреич, родненький. Вот дела-то сотворятся, эпопия!.. – Ферт, уже не сдерживаясь, затрясся весь в беззвучном смехе» (247–248). Прогностическая глубина текста ранней повести Леонова открылась много позднее, оправдывая авторефлексивные предположения писателя, что в книгах его «могут быть любопытны лишь далёкие, где-то на пятом горизонте, подтексты, и многие из них... будут толком поняты только когда-нибудь потом» [12].

Мысль об исторической ограниченности знания человека о мире и в этом смысле очевидной иллюзорности стремления выдать его за всеобщее, универсальное и абсолютное неостановимо набирает силу от произведения к произведению: «Живому существу под названием человек, – размышляет доктор Ёлков, – всегда не терпелось как-нибудь истолковать мироздание... и странное дело, ему на всех этапах развития вполне хватало знаний для объяснения всего на свете: даже в своей мезозойской пещере он ду-

мал, что понимает всё» (266). Писатель, конечно же, не случайно педалирует высокую – до категоричности – меру модальности этого дискурса: «не терпелось», «вполне хватало», «... всего на свете», «понимает всё»...

Показательна в этом плане плотность идейного содержания пьесы «Унтиловск». Своеобразие её творческой истории [13] убеждает в том, что работа над ней шла одновременно с названными выше повестями и на вполне законном основании она могла бы войти в общий жанрово-семантический цикл. Её текст представляет убедительную возможность видеть, как обогащается идейно-смысловая гамма обертонов мотива игры, как расширяется его метафорический тезаурус, происходит углубление подтекста. До утопленного в снеговых просторах тундры Унтиловска, «города ссыльного и брошенного», революция доходит пока лишь в слухах и отголосках да пополнением новыми ссыльными, среди которых бывший барин Манюкин и сосланный по второму разу правдолюб Гуга. Бытийственный характер существования городка, изначальность его жизненной органики ещё не затронуты силой произвольных преобразований, лавиной обрушившихся на центральную Россию: это «там безумствуют, нового человека выдумывают... Мир пугают новыми словами и какими словами! А тут жите!» [14]. Симптоматично укоренение лексемы «выдумывать» в обиходном словаре времени по разряду жизнестроения и постепенное обретение ею определённого оценочного статуса. Вот и герой романа А.Платонова «Котлован» (1930) прораб Прушевский тоже «выдумал единственный пролетарский дом... куда войдут на вечное счастливое поселение трудящиеся всей Земли» [15]. О расширении игрового тезауруса в пьесе «Унтиловск» свидетельствует и уподобление произвольного «выдумывания» новых форм жизни ложной, «напрасной мечте». Именно от неё, чреватой опасной поспешностью намерений обратить желаемое в действительность, хотение в реальность, предостерегают жениха Илью Редкозубова собравшиеся на «мальчишник» гости: «Женись... И ещё клянись нам – никогда не заболеть напрасной мечтою...» [16].

В углублении подтекстового звучания мотивного комплекса игры глубоко значима у Леонова роль вставных конструкций, не вступающих в диссонанс даже с жанровой природой драматургического произведения [17]. В пьесе «Унтиловск» – это тяготеющий к притче рассказ Манюкина об укрощении строптивого коня, обнажающий «напрасность» намерений достичь желаемой цели путём лихого наскока и безоглядной удали. По той же художественной модели

прочитывается и байка попа Ионы про сто пилюль, которые прописал ему доктор для лечения, но забыл при этом сказать, как их принимать следует – все разом или «по пилюле в год». Байка послужила поводом для горячей дискуссии, в ходе которой главный герой пьесы Буслов обвиняет Гугу в ложном свободоискательстве, опасном форсировании бытийного движения, считая, что именно такие Гуги провоцируют народное нетерпение перемен, чтоб, как ещё мечтал Смешной человек Достоевского, «в один бы день, в один бы час – всё бы сразу устроилось» [18].

В контексте жизнестроительных символов мотив игры впервые был номинирован скорее всего в повести «Белая ночь», где фигурирует в форме ссылки на детскую игру в казаки-разбойники. Упоминание о ней возникает в диалоге, происходящем в кампании белых офицеров, обреченно ожидающих своего конца в осажденном красными Няндорске: «Играли вы в детстве в казаки-разбойники, поручик? Есть такая уличная детская игра.

... Игра эта весьма походит на тот высокий предмет, о котором речь» [19].

Речь же перед этим шла о России, о месте каждого в её судьбе, главным же образом о смысле развязанной в стране «катавасии», как именуют здесь революцию. И, действительно, путём многообразных нарративных «сцеплений» у читателя неотвратимо складывается убеждение, что затеянная «катавасия» походит на детскую игру той же произвольностью ролевых назначений её участников, напоминает её аморфностью, смазанностью, стёртостью социальных критериев в борьбе «двух миров». Из глубины 20-х годов Леонов как будто увидел роковые 90-е. Пройдёт целое семидесятилетие, и новые комиссары, выросшие внуки тех, кто подобно реальному Аркадию Гайдару или вымышленному Митьке Векшину отважно рубились с белыми, ввергнут страну в новую жизнестроительную игру, новую «катавасию» по имени «перестройка». Только теперь, поменявшись местами, уже «меньшинство» отнимет блага «у большинства», и по правилам игры в казаки-разбойники белые станут красными, красные – белыми, т. е. казаки – разбойниками, а разбойники – казаками.

*(Окончание следует)*

#### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. См.: Хейзинга Йохан. Homo Ludens (Человек играющий). – Москва, 1992.
2. Надо решать проблему поведения, – писал Эйхенбаум Шкловскому в 1992 году // Гинзбург

Лидия. Проблема поведения (Б.М.Эйхенбаум) – Записные книжки. Воспоминания. Эссе. – Санкт-Петербург, 2011. – С. 441.

3. «... Он из тех, – пишет о нём Л.Гинзбург, – кто сразу безоговорочно ушли в Комсомол – замаливать первородный грех. У них не было ни двоемыслия, ни двуязычия. Они верили в новый мир и в «лес рубят – щепки летят». Там же. С. 291.

4. Книжная полка Захара Прилепина // Новый мир. – 2011. – №6. – С.194

5. Переверзев В. Новинки беллетристики // Печать и революция. – 1924. – Кн. 5. – С.137.

6. Леонов Леонид. Бурыга // Собр. соч. в 10 т. Т. 1. – Москва, 1981. – С. 36. Далее ссылки на это издание в тексте.

7. См. напр. «девочку-куклу Суок» в романе-сказке Ю.Олеши «Три толстяка» (1924).

8. Павич М. Шахматная партия с живыми фигурами // Русская борзая. Рассказы. – Санкт-Петербург : Амфора, 2000. – С. 267.

9. См.: Якимова Л. П. Повести Леонида Леонова 20-х годов о революции и гражданской войне как жанрово-тематический и семантико-поэтический цикл. – Новосибирск, 2007.

10. Леонов Л. «Человеческое, только человеческое...». Беседу вёл А. Лысов // Вопросы литературы. – 1989. – №1. – С. 21.

11. См.: Туниманов В. А. Творчество Достоевского 1854–1862. – Ленинград, 1982. – С. 271.

12. См.: Письма Леонида Леонова В. А. Ковалеву. Из творческого наследия русских писателей XX века. – Санкт-Петербург, 1995. – С. 427.

13. В «Примечаниях» к 7-му тому Собрания сочинений Л.Леонова (в 10 т.) сообщается, что «Унтиловск» был первой пьесой Л. Леонова, созданной на основе одноимённой повести... Повесть по воле автора оказалась неопубликованной. В октябре 1925 года в ответ на просьбу К.С.Станиславского написать пьесу Л.Леонов предложил тему повести «Унтиловск», принятую МХАТом // Михайлов О. Примечания к собр.соч. в 10 т. – Москва, 1983. – Т.7. – С. 673.

14. Леонов Леонид. Унтиловск // Собр. соч. в 10 т. – Москва, 1983. – Т. 7. – С. 16.

15. Платонов А. Котлован. Трудные повести. 30-е годы. – Москва, 1992. – С. 152.

16. Леонов Леонид. Унтиловск. С. 21.

17. См.: Якимова Л. П. Вводный эпизод как структурный элемент художественной системы Леонида Леонова. – Новосибирск, 2011. – С. 75–85.

18. Достоевский Ф. М. Сон смешного человека // Достоевский Ф. М. Повести и рассказы в 2 т. – Москва, 1958. – С. 675.

19. Леонов Леонид. Белая ночь // Собр. соч. в 10 т. – Москва, 1981. – Т. 1. – С. 465.

•••••

*Якимова Людмила Павловна, главный научный сотрудник Института филологии Сибирского отделения Российской академии наук, доктор филологических наук (г. Новосибирск).*

*Поступила 05.03.2019 г*

УДК 821.161.1.09"19"

Э. Н. ЗИНОВЬЕВА

## **ИГОРЬ-СЕВЕРЯНИН: ЭКСПЕРИМЕНТЫ В ОБЛАСТИ СИНТЕЗА ИСКУССТВ**

*Посвящена проблеме реализации синтеза искусств в творчестве поэта Игоря Северянина. Отмечается новаторство поэта в области рифмы, формы стиха и поэтических образов. Рассматриваются особенности создания нового жанра (реситаль) на основе синтеза поэзии, музыки и образа автора-исполнителя.*

Ключевые слова: синтез искусств, синкретизм, жанр, реситаль, поэтический образ.

Игорь-Северянин (Игорь Васильевич Лотарев, 1887–1941) вошёл в историю отечественной литературы как поэт-экспериментатор. Он предпринял попытку выхода за рамки поэзии, создав свои произведения на стыке поэзии, музыки и театрального искусства. Особый интерес для исследователей представляют развитие искусства на основе синтеза и истоки так называемого «вторичного синкретизма».

Первые публикации стихов Игоря Северянина относятся к 1905 году. При этом слава и широкая известность обрушилась на него лишь в 1913 году после выхода в свет сборника стихов «Громокипящий кубок», который в 1915 был переиздан девять раз. В 1914–1915 годах поэт опубликовал ещё три сборника стихов: «Златолира», «Ананасы в шампанском», «Victoria regia».

Вначале первой мировой войны популярность Игоря Северянина достигла своего пика: портреты поэта моментально раскупались поклонниками, книги его стихов издавались огромными тиражами.

Своими кумирами и учителями Северянин считал К. Фофанова, Мирру Лохвицкую и К. Баль-

монта. Современники хотя и упрекали поэта в «салонности», но при этом отмечали, что он был виртуозным мастером слова, смело воплощающим новые ритмы и формы в своих произведениях. Экспериментируя с созданием новых стихотворных форм, Северянин давал им оригинальные названия (миньонет, квадрат квадратов), кроме того, он стал автором ряда оригинальных неологизмов. С приходом И.-Северянина в литературу врывается необычная для читателя поэтика изысканной роскоши. Автор не боится чрезмерного использования экзотики, огромного количества иностранных слов, которые придают его стихам особый шарм и необычность (будуар, танго, эклер). Названия циклов стихов «Ананасы в шампанском», «Боа из кризантем» не только эпатажируют публику, но и вводят её в экзотический мир поэтических образов Игоря-Северянина.

Характеризуя своеобразие поэзии Северянина, Б. Пастернак писал: «...его [Северянина – Э. З.] неразвитость, безвкусица и пошлые слововещества в соединении с его завидно чистой, свободно лившейся поэтической дикцией создали *особый, странный жанр* [курсив Э. З.], представляющий под покровом банальности, запоздалый приход тургеневщины в поэзию» [6; 336]. Для обозначения этого нового жанра

© Зиновьева Э. Н., 2019

Игорь-Северянин создаёт новое слово «реситаль», под ним понимается «авторская читка перед многотысячным слушателем» [7; 21]. Очевидно, что особая манера исполнения (нараспев) и новый способ общения с публикой во многом повлияли на стих Игоря-Северянина и привели к рождению нового жанра.

В начале XX века особой любовью массового зрителя пользовались цыганский романс и «кинематограф». Всеволод Рождественский отмечал, что в дореволюционное время известность Игоря Северянина «соперничала с бурной славой цыганских див и кафешантанных звёзд».

Такое сравнение поэзии И.-Северянина с кинематографом, цыганскими романсами и выступлениями кафешантанных звёзд имеет двойственный характер: с одной стороны, это указание на доступность его поэзии для массового и непритязательного зрителя, что и объясняет её популярность, но с другой, – такая характеристика не позволяет считать эту поэзию высоким искусством.

По мнению литературоведа В. А. Кошелева, «влечение „в примитив“, неприятие всего усложнённого, трудного, заумного стали символом всех его художественных исканий». Его талант «популярить изыски», делая их понятными не только для искушённой в поэзии публики, но и для любого неподготовленного обывателя. Это и помогло Игорю-Северянину получить титул короля поэтов [4; 17].

И.-Северянин в плане творчества всегда стоял особняком, своё литературное направление он определил как эгофутуризм. Также он возглавил небольшую группу литераторов (И. Игнатъев, К. Олимпов, Г. Арельский, В. Гнедов), хотя надо отметить, что всерьёз говорить о литературном течении во главе с Северяниным не приходится. На рост популярности поэта также повлиял его редкий исполнительский дар. Называя себя «северным бардом», Северянин пел свои стихи на мелодии, которые сам сочинял. В 1910 году состоялись первые публичные выступления Игоря-Северянина, а затем последовали продолжительные гастроли по России.

«Поэзовечера» Игоря-Северянина сопровождалась аншлагами. Успех поэзии И.-Северянина объяснялся как социальными, так и эстетическими факторами. Всё было необычно на этих выступлениях: и манера исполнения произведений, и поведение поэта на сцене. И.-Северянин полностью отстранялся от публики во время чтения своих стихов. Сегодня мы можем обратиться к воспоминаниям очевидцев выступлений поэта: «...он смотрел перед собою никого не ви-

дя и не желая видеть, и приступал к скандированию своих распевно-цезурованных строк. Публики он не замечал, не уделял ей никакого внимания, и именно этот *стиль* [выделено Э. З.] исполнения приводил публику в восторг» [1; 92]. Можно с уверенностью утверждать, что такое поведение поэта на сцене являлось сознательным артистическим приёмом.

Свой необычный способ исполнения стихов И.-Северянин считал единственно возможным и правильным:

Позовите меня, – я прочту вам себя,  
Я прочту вам себя, как никто не прочтёт.  
Как никто не прочтёт, даже нежно любя,  
Даже нежно любя... Ни при чём тут почёт!

Современников удивляло и завораживало своеобразное исполнение автором своих стихов. Поэт декламировал свои произведения, имитируя французское произношение: он заменял «е» на «э» и использовал носовое «н», хотя всем было известно, что Северянин не знал ни одного иностранного языка. Поэт Б. Лившиц в книге «Полутораглазый стрелец» приводит пример чтения стихов Северяниным:

Наша встреча – Виктория Рэгия  
Рэдкорэдко в цвэту.

Лившиц, отмечая особенности исполнения стихов, иронизировал по этому поводу, и говорил, что Северянин «читал свои вещи на каком-то фантастическом диалекте» [5; 457].

Северянин жил и творил в эпоху, когда сама жизнь поэта являлась предметом «мифотворчества». Для поклонников поэт представлял в образе аристократа, светского льва и утончённого эстета. Только самые близкие знали о том, что это маска, которая не имеет ничего общего с оригиналом. На самом деле Игорь-Северянин снимал «самую маленькую, самую сырую, самую грязную квартиру во всём доме» на Подъяческой улице в квартире с номером 13 [3; 293].

Северянин создал поэтический образ страны – Мирэллии, туда он поселил своих грезёрок, королев и маркиз... (Эта выдуманная страна была названа в честь Мирры Лохвицкой, любимой поэтессы Северянина). Образ Мирэллии являлся карнавальным образом жизни поэта, которая ярко контрастировала с реальной прозой жизни. Игра стала для Северянина основой эстетизации действительности. По мнению М. А. Викторовой, «поэт создал свою страну „в пику серой убогости, обыденности мира, но он не идеализировал своих персонажей-актёров, иначе весь утопический мир превратился бы в кич“»

[2; 107]. Создавая свой мир, Северянин вступает в своеобразную игру с публикой, «зачаровывая её притягательными мотивами, а потом ввергая в ироническую атмосферу, в мир смеха, если не сатиры» [2; 107].

В 10-е годы XX века вкусы русской «передовой» публики начали меняться, она уже пресытилась всевозможными «дерзаниями» и «искажениями», устала от сложного символизма, поэтому этот красивый мираж, талантливо созданный Игорем-Северяниным, был воспринят как глоток чистого воздуха.

Шумная слава короля поэтов со временем угасла, и Северянин открылся читателю совершенно по-новому: он избавился от экзотической вычурности и показал себя глубоким поэтом с ярким лирическим даром. Его стихи не только сохранили присущую им музыкальность, но и приобрели классическую чистоту и ясность.

Истоком музыкальности своих стихов и манеры исполнения И.-Северянин считает своё увлечение музыкой, особенно оперной. Об этом он говорит в книге воспоминаний «Уснувшие весны». В качестве основ своего творчества Северянин выделяет два главных принципа: «классическую банальность и мелодическую музыкальность». От первого поэт избавился уже к 1909–1910 году, а второе невозможно отделить от его лирики.

Приблизив чтение стихов к эстраде, И.-Северянин нашёл новый оригинальный способ общения с аудиторией и интуитивно пришёл к созданию нового жанра (реситалей). В его основе лежит не только синтез стиха и музыки, но и игровое начало, заключённое, по мнению Викторовой М. А., в самом стихе, центром которого является «„я“ лирического героя, какие бы маски он ни надевал» [2; 106]. Важную роль здесь сыграла личность самого поэта, которая вызывала у публики живой неподдельный интерес. Законы созданного жанра (реситалей) требовали не просто использования сценической маски, важнейшую роль здесь играла сознательная мистификация биографии автора-исполнителя.

В начале XX века идея синтеза искусств волновала многих художников и теоретиков искусства, порождая стремление к творческому поиску в этом направлении. Эксперименты Игоря-Северянина в области синтеза слова, музыки и визуального воздействия на зрителя вплотную приблизили его к созданию нового синкретичного искусства, однако созданный поэтом новый жанр (реситаль) нельзя в полной мере считать синкретичным, так как составляющие его элементы (поэзия, музыка, внешняя театральность) не являются равнозначными. Поэзия всё-таки

играет в этом жанре ведущую роль. Отметим, что «эстрадность» была свойственна для И.-Северянина лишь на раннем этапе творчества, и он вошёл в историю отечественной литературы и искусства не как артист, а как оригинальный поэт.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Арго А. М. Своими глазами: Книга воспоминаний. – Москва: Советский писатель, 1965. – 234 с.
2. Викторова М. А. Игорь Северянин и поэзия серебряного века: творческие связи и взаимовлияния: дисс.... канд. филол. наук. 10.01.01. – Ярославль, 2002. – 217 с.
3. Иванов Г. Стихотворения; Третий Рим; Роман: Петербургские зимы. Мемуары; Китайские тени: литературные портреты / Г. Иванов. – Москва : Книга, 1989. – 574 с.
4. Кошелев В. А. Поэт с открытой душой / В. А. Кошелев // Игорь Северянин. Стихотворения. – Москва : Советский писатель, 1988. – С. 5–26.
5. Лившиц Б. К. Полутораглазый стрелец. Стихотворения. Переводы. Воспоминания / Б. К. Лившиц. – Ленинград : Советский писатель, 1989. – 720 с.
6. Пастернак Б. Л. Люди и положения. Автобиографический очерк / Б. Л. Пастернак // Собр. соч. в 5 т. Т.4. – Москва : Художественная литература, 1991. – С. 296–346.
7. Шумаков Ю. И. Северянин в Эстонии // Игорь-Северянин. Стихи и поэмы 1918–1941. – Москва : Современник, 1990. – 493 с.

#### REFERENCES

1. Argo A. M. *Svoimi glazami: Kniga vospominanij* [With my Own eyes: a Book of reminiscences]. Moscow: Soviet writer, 1965, 234 p.
2. Viktorova M. A. *Igor' Severyanin i poe'ziya serebryanogo veka: tvorcheskije svyazi i vzaimovliyaniya* [Igor Severyanin and poetry of the silver age: creative connections and mutual influences]. Diss. kand. Philo. sciences'. 10.01.01. Yaroslavl, 2002, 217 p.
3. Ivanov G. *Stixotvoreniya; Tretij Rim; Roman: Peterburgskie zimy. Memuary; Kitajskieteni: literaturnye portrety* [Poems; the Third Rome; the Roman: the St. Petersburg winter. Memoirs; Chinese shadows: literary portraits] / G. Ivanov. Moscow: Book, 1989, 574 p.
4. Koshelev V. A. *Poe't s otkrytoj dushoj* [Poet with an open soul] / V. A. Koshelev/ Igor Severyanin. Poems. Moscow: Soviet writer, 1988, pp. 5–26.

5. Livshits B. K. Polutoraglazyjstrelec. *Stixotvoreniya. Perevody. Vospominaniya* [Polytonality Sagittarius. Poems. Translations. Memories ]. Leningrad : Soviet writer, 1989, 720 p.

6. Pasternak B. L. *Lyudi i polozheniya. Avtobiograficheskij ocherk* [The People and the situation. Autobiographical essay] / B. L. Pasternak // SOBR. CIT. in 5 vols. vol. 4. Moscow : Fiction, 1991, pp. 296–346.

7. Shumakov Y. I. *Severyanin v E'stonii* [I. Severyanin in Estonia] // Igor-Severyanin. Poems and poems 1918–1941. Moscow : Contemporary, 1990, 493 p.

•••••

**Зиновьева Эллона Николаевна**, кандидат филологических наук, доцент кафедры «Общественные дисциплины» обособленного структурного подразделения Института авиационных технологий и управления УлГТУ.

Поступила 28.02.2019 г.

УДК 821.161.109 (Шолохов М.А.)

Н. В. ТИБУШКИНА

## «ОСЕННЯЯ» ОБРАЗНОСТЬ В РОМАНЕ М. А. ШОЛОХОВА «ТИХИЙ ДОН»

*Статья посвящена исследованию образов осени в романе М. А. Шолохова «Тихий Дон». Предпринята попытка классифицировать природные образы по отношению к художественному времени и пространству, сущностным характеристикам душевной жизни героев. Раскрываются символическая и мифологическая природа ряда образов, выявлены их основные особенности и функции.*

Ключевые слова: М. А. Шолохов, роман «Тихий Дон», пейзаж, «осенние» образы, психологический статус, символика.

Роман-эпопея М. А. Шолохова «Тихий Дон» – одно из самых ярких произведений русской и мировой литературы XX века, отразивших своеобразие народного, фольклорного мировоззрения. В настоящее время его изучение ведётся с учётом разных подходов, одним из которых является исследование природного мира, в том числе, и пейзажной живописи. Пейзажные особенности романа «Тихий Дон», а именно основные образы-символы и топосы были рассмотрены Т. В. Акиншиной [1], А. М. Минаковой [2], Л. Г. Сатаровой [3] и другими шолоховедом. В работах исследователей поэтики Шолохова присутствуют наблюдения над символической природой образов земли, степного простора, дороги, реки, солнца, дома.

Данное исследование – попытка интерпретировать картины осени в «Тихом Доне» и выявить их функциональность.

В романе насчитывается 43 осенних пейзажа. Эти образы можно классифицировать по опре-

делённым критериям: время (солнечные лучи, жёлтый стяг месяца, ущерблённый месяц, осеннее солнце, заря), пространство (степь, голубой фон неба), сущностная характеристика (природные явления: изморосный дождь, ветер; состояние природы: прозрачная тишина, осенняя тишь, скванная морозцем трава).

Отметим, что большая часть образов связана с природными явлениями и суточным временем.

Значительное количество пейзажных образов осени имеют эмоциональную характеристику, связанную с психологическим состоянием человека, психоэмоциональной сферой.

У Шолохова, по утверждению С. Г. Семёновой, «развернутая в мощных конкретных деталях картина природы часто предстаёт аналогом того, что происходит с людьми или отдельной человеческой душой» [10].

*«Предосенняя, тоскливая, синяя дрёма, сливаясь с сумерками, обволакивала хутор, Дон, меловые отроги, задонские, в лиловой дымке тающие леса, степь. За поворотом на шляху у*

*перекрестка тонко вырисовывалась остроугольная верхушка часовни» [6, с. 115].*

Таково одно из первых описаний предосенней природы в романе. Данная характеристика дана Шолоховым не случайно. Здесь можно выделить такие образы, как «предосенняя, тоскливая, синяя дрёма», сумерки, леса и степь. Далее по сюжету романа следует сцена свадьбы Григория Мелехова и Натальи. Она полюбила молодого казака первой истинной любовью. Чувство Григория вряд ли можно назвать подлинной любовью, что подчёркивается одной фразой: «Хмурясь, Григорий целовал пресные губы жены, водил по сторонам затравленным взглядом» [6, с. 117]. Образ тоскливой, синей дрёмы явно указывает на то, что свадьба радости ему не принесла. Основной эпитет «тоскливой». Свадьба неприятна для Григория, окружающие как будто пребывают в дрёме, ничего не замечая. И природа отвечает настроением героев.

*«С ближних и дальних гумен ползли и таяли в займище звуки молотьбы, крики погоничей, свист кнутов<...>» «Хутор, зажиревший от урожая, млеет под сентябрьским прохладным сугревом, протянувшись над Доном, как бисерная змея поперёк дороги» [6, с. 145].*

В данном описании показана трудовая жизнь казаков в поле. Также ярко вырисовывается обширное степное пространство за счёт сравнения хутора с бисерной змеей (холмистая, извилистая местность, показанная с высоты птичьего полёта). Природа живёт своей жизнью, человек – своей, со своими горестями и проблемами (у каждой семьи своя история и своя драма). Природа часто безучастна к человеку. Одно из доказательств этому – много раз прокомментированный пейзажный отрывок: «А над хутором шли дни, сплетаясь с ночами, текли недели? Ползли месяцы, дул ветер, на погоду гудела гора, и, застеклённый осенней прозрачно-зелёной лазурью, равнодушно шёл к морю Дон» [6, с. 145].

Или:

*«В степи за хутором стыла прозрачная тишина. За толокой, за сутулым бугром расчёсывали землю плугами, свистали погоничи, а тут – над шляхом – голубая проседь низкорослой полыни, оципанной овечьими зубами придорожный донник, горюнок, согнутый в богомольном поклоне, да звонкая стеклянная стынь холодеющего неба, прорезанная летающими нитями самоцветной паутины» [6, с. 151].*

Интересными кажутся растительные образы: оципанной донник, согнутый горюнок, а также образ неба («звонкая стеклянная стынь холодеющего неба» [6, с. 151]).

Каждый природный образ имеет специфические эпитеты, создающие настроение тоски и безнадёжности. Дальнейшие пейзажные описания только подтверждают данное настроение. Состояние природы перекликается с жизнью Григория и Натальи. Подчеркнута холодность отношений, отсутствие любви и страсти: «– Чужая ты какая-то... Ты – как этот месяц: не холодишь и не греешь. Не люблю я тебя, Наташка, ты не гневайся» [6, с. 156]. Обращённые к жене слова Григория полностью подтверждают сказанное выше. Главная характеристика – «чужая». Григорий не чувствует в жене родственную душу.

*«Наталья глядела вверх на недоступное звёздное займище, на тенистое призрачное покрывало плывущей над ними тучи, молчала. Оттуда, с чёрно-голубой вышней пустоши, серебряными колокольцами кликали за собой припозднившиеся в полёте журавли» [6, с. 156].*

Образ журавлей – символа семьи и счастья – прямо противоположен образу «отживших трав». Возникает противопоставление, антитеза, усиливающая общее впечатление пустоты, жизненного тупика. Наталья не понимает, как жить дальше после признания Григория в нелюбви к ней. Надежды на любовь и счастье оказались призрачными и пустыми. Здесь природа находится рядом с человеком. С помощью символов и антитез автор передаёт внутреннее состояние героев. Проявляется та особенность шолоховской поэтики, о которой размышлял в своей книге «Шолохов forever» Е. А. Костин: «Шолохов широко пользуется приёмами параллелизма между жизнью природы и жизнью человека, что позволяет порождать новый, как правило, философский смысл (примеры этому чрезвычайно обильно представлены во всех текстах писателя); такой параллелизм возникает и при уподоблении исторических событий и природных явлений» [11].

*«Зима легла не сразу. После Покрова стаял выпавший снег, и табуны снова выгнали на подножный. С неделю тянул южный ветер, тепло, отходила земля, ярко доцветала в степи поздняя мишистая зелёнка.*

*Ростепель держалась до Михайлова дня, потом даванул мороз, вывалил снег; день ото дня холод крепчал, подпало ещё четверть снегу, и на опустевших, донских огородах, через занесённые по маковки плетни, девичей прошивной мережкой легли петлистые стежки заячьих следов. Улицы опустели» [6, с. 158].*

Эта картина – своеобразное природное введение в события, разворачивающиеся под крышей

мелеховского куреня перед уходом Григория из отцовского дома.

Обратимся к образам «переходных состояний», связанных со здоровьем человека, его душевным миром. Здесь осенние образы переплетаются с зимними. Показано чётко время действия: «после Покрова стаял выпавший снег» (переход от осени к зиме, начало октября). Шолохов символизирует не только природную смену сезонов года, но и изменения в жизни человека, в его судьбе. Пейзажные образы позволяют говорить о детальной привязке времени года. Картины природы разбиваются на определённые отрезки осеннего времени: от начала увядания природы до поздней осени. Образы осени связаны также с усталостью и болезненностью. Снова пейзаж параллелен образу Натальи: *«На пожелтевших щеках её, как на осеннем листке, чахнул румянец... в глазах появилось что-то новое, жалкое»* [6, с. 165].

Её состояние можно охарактеризовать как глубокое разочарование в жизни. Не случайно сравнение «как на осеннем листке чахнул неяркий румянец». Сорванный с дерева листок вроде бы красив, он жёлтого или красного цвета, но оторвавшись от дерева, чахнет и вянет. Так и Наталья – без любви, без поддержки любимого человека начинает чахнуть и терять свежесть и красоту.

*«Подруженьки-берёзки стояли на отшибе у леска тесной кучей. За ними томила глаза неродостная прожелетень низкорослой сосны, курчавилось редкое мелколосье, кустарник, помяты скакавшими через него австрийскими обозами. Справа, издавдала, давил землю артиллерийский гром. Здесь же, у берёзок, было несказанно тихо. Земля впитывала богатую росу, розовели травы, все яркоцветные, наливные в предосеннем, кричащем о скорой смерти цветущем»* [6, с. 361].

Перед нами предосенняя природа. Яркий всплеск необычайной красоты осенней природы перед тем, как «уснуть» на зиму. Вырисовывается мотив жизни и смерти, мира и войны. Сочетание описания осенней природы с «артиллерийским громом» противоестественно. Природа, как и люди, желает жить и процветать. Чувствуя приближающийся сон-смерть, она отдаёт все силы на последний выплеск красоты. Также состояние природы отражает общественную обстановку. Снова появляется фигура антитезы. На войне нет жизни, страдает природа, страдает человек (на шашку садится пчела, падает ссечённая пулей ветка). Пейзаж выполняет психологическую функцию, функцию авторской оценки (отражение концепции любви автора к при-

роде и человеку) и функцию характеристики пространства и времени.

*«В погожий сентябрьский день летала над хутором Татарским молочно-радужная паутина<...>». «По-вдовьему усмехалось обескровленное солнце, строгая девственная синева неба была отталкивающе чиста, горделива. За Доном, тронутый желтизной, горюнился лес, блекло отсвечивал тополь, дуб ронял редкие узорчато-резные листья, лишь ольха крикливо зеленела, радовала живучестью своей стремительный сорочий глаз»* [6, с. 363].

Природа показана, на первый взгляд, «над человеком», равнодушно-отстранённой, иронически-усмехающейся («усмехалось обескровленное солнце»). Но эпитет «обескровленное» и олицетворение «горюнился лес» говорят об обратном: природа страдает от деяний человека. С одной стороны, природа рядом с человеком, сочувствует и переживает, с другой – неизменно противостоит бедствиям, которые стали результатом человеческих действий.

Эпитеты и олицетворения необходимы, чтобы ярче подчеркнуть противоречивость и неоднозначность человеческой личности.

*«...на дереве стеклянным звоном тоскливо шелестели опалённые ранним заморозком листья. Чёрные контуры ветвей отчётливо вырисовывались на густо-синем фоне неба, сквозь них светлели звёзды»* [6, с. 379].

Главный герой сталкивается с жестокостью войны. Григорию пришлось убить человека. Это стало для него настоящим потрясением. Поэтому автор «Тихого Дона» выражает своё отношение к персонажу через образы природы: метафора «опалённые ранним заморозком листья» передаёт столкновение главного героя с правдой войны, вынужденным убийством людей и сильное психологическое потрясение. Метафору усиливает антитеза: огонь–холод (опалённые – заморозком).

Дальнейший анализ романа только подтверждает наши наблюдения. Для образов осени характерно настроение тоски, грусти, обессиленности. Подобные настроения нагнетаются с помощью образов тумана, дождевой мглы, сравнения тумана с коршуном («хлопчатый редкий туман, движимый ветром, плыл, цепляясь за верхушки сосен, тёк над прогалинами и, как коршун над падалью, кружился между ольхами» [7, с. 29]). Шолохов показывает, как туман охватывает всё пространство, как война захватила всё бытие людей, не оставляя им ни малейшей надежды. Месяц кажется уцерблённым, земля словно в слезах, постоянно идёт дождь, «мокрые

иглы сосен». Всюду «зарезо войны», усиливается настроения страха, ужаса и усталости.

Через весь роман проходит противопоставление жизненных явлений и состояний, антитеза становится устойчивым стилевым приёмом: «леса, опалённые заморозками», «жгли их утренники», журавли и близкие осенние заморозки, северные ветра (жизнь и смерть), мёртвая трава и шиповник, словно объятый пламенем (снова тема жизни и смерти). Действительно, «пейзаж как бы настраивается по человеку, по его неустойчивому, неравновесному состоянию» [10, с. 111].

*«За Доном в лесу прижилась тихая ласковая осень. С шелестом падали с тополей сухие листья. Кусты шиповника стояли, будто объятые пламенем, и красные ягоды в редкой листве их пылали, как огненные язычки. Горький, всепобеждающий запах созревшей дубовой коры заполнял лес. ... На мёртвой траве в тени до полудня лежала роса, блестела посеребрённая ею паутина...»* [8, с.273].

Этот фрагмент рисует один из позитивных образов осени. Главный эпитет «всепобеждающий запах». То есть жизнь на первом месте, победит всегда. Осень радуется яркими красками. С одной стороны, акцентируется жестокость войны, но с другой – уже появилась надежда на жизнь, на счастье. Из описания исчез дождь, появился иной эпитет, характеризующий осень «тихая, ласковая». До этого подчеркивалось только настроение грусти и тоски, а здесь есть надежда на мирную жизнь, спасение от войны. Данный пейзаж умиротворяющее действует на героев, побуждает к раздумьям о прожитой жизни, событиях, людях, которых уже не вернуть.

Осенние образы также обнаруживают включённость в течение космического времени, странство космоса и его особой символики.

*«Над лесом, уродливо остриженным снарядами, копится темнота, дотлевают на небе дымный костер Стожаров, Большая Медведица лежит сбоку от Млечного Пути, как опрокинутая повозка с косо вздыбленным дышлом, лишь на севере ровным мерцающим светом истекает Полярная звезда»* [7, с. 46].

Большая Медведица означает колесницу судьбы, приобретает сакральное значение (носительница жизни, возрождения). Космическое явление в традиционном восприятии символизирует неподвижность времени, носительницу жизни. Здесь же Большая Медведица дана в восприятии Григория, находящегося в состоянии тоски, понимания бессмысленности военных действий и человеческих жертв. Воспоминания об Аксинье, физическое ощущение её присут-

ствия, мысли о своей семье, об отце заостряют такие черты характера Григория, как любовь к семье, доброта, душевную ранимость и восприимчивость.

Лежащая на боку колесница говорит о том, что война ломает судьбы людей, разлучает их с семьями, калечит жизнь, разрушает всё самое святое на земле, показывая, что война, неоправданная жестокость людей противоестественны жизни на земле.

С осенними образами связаны судьбы Григория, Натальи. Именно с этим временем года соотносятся переломные моменты в жизни героев: Григорий женится на нелюбимой женщине, Наталья страдает от неразделённой любви к мужу («Наталья глядела вверх на недоступное звёздное займище, на тенистое призрачное покрывало плывущей над ними тучи, молчала» [6, с. 156]), Григорий переживает переломный момент в своей жизни на войне после убийства австрийца. Он по воспитанию миролюбивый человек, для него убийство даже на войне – противоестественно. Космические явления, данные в восприятии Григория подчеркнута не в традиционном виде, усиливают понимание героем ценности и святости жизни, её сакрального смысла. Своеобразие шолоховской эстетики А. А. Дырдин видит в обращённости, причастности писателя «к двум реальностям: организованной законами природы и установленной духовным бытием. Он (Шолохов) проводит грань между природным, чувственным и умозрительным мирами» [12].

Таким образом, осенний пейзаж выполняет в романе «атмосферную» функцию (а именно, выражает настроения печали, тоски, безнадежности) и психологическую (особенно это относится к «переходным» образам, которые связаны с психологическим статусом человека). Основной способ художественного воплощения осенних пейзажей – это антитеза, проявившаяся при рассмотрении определённых образов и философских категорий (огонь-холод, жизнь-смерть). Осенний хронотоп усиливает авторскую концепцию связи природы и человека и подчёркивает единство ценностных и временных измерений.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акиншина Т. В. Образ-символ Дона в воплощении судеб главных героев романа М. А. Шолохова «Тихий Дон» // Вестник Тамбовского университета. Серия: Гуманитарные науки. – 2007. – №7.
2. Минакова А. М. Художественный мифологизм этики М. А. Шолохова: дисс.... д-ра фил. наук. – Москва, 1992.

3. Сатарова Л. Г. Природа в философско-эстетической концепции романа М. А. Шолохова «Тихий Дон»: дис.... канд. филол. наук. – Воронеж, 1983.

4. Тибушкина Н. В., Фёдорова Т. Н. Группы весенних образов в романе М. А. Шолохова «Тихий Дон» // Наука и школа: сборник научных работ молодых исследователей. Выпуск 7 / Под общей ред. Т. Э. Демидовой. – Ульяновск : УлГПУ, 2015. – С. 46–49.

5. Тибушкина Н. В., Фёдорова Т. Н. Летние образы и их роль в романе М. А. Шолохова «Тихий Дон» // Наука и школа: сборник научных работ молодых исследователей. Выпуск 8. / Под общей ред. Т. Э. Демидовой. – Ульяновск: УлГПУ, 2016. – С. 62–67.

6. Шолохов М. А. Собрание сочинений. В 8 т. Т. 1. – Москва : Правда, 1980.

7. Шолохов М. А. Собрание сочинений. В 8 т. Т. 2. – Москва : Правда, 1980.

8. Шолохов М. А. Собрание сочинений. В 8 т. Т. 3. – Москва : Правда, 1980.

9. Шолохов М. А. Собрание сочинений. В 8 т. Т. 4. – Москва: Правда, 1980.

10. Семёнова С. Г. Мир прозы Михаила Шолохова. От поэтики к миропониманию. – Москва : ИМЛИ РАН, 2005. – С. 110.

11. Костин Е. А. Шолохов forever. – Вильнюс: ВАГА. 2013. – С. 78.

12. Дырдин А. А. Михаил Шолохов: единство духовного и эстетического // Своеобразие и мировое значение русской классической литературы (XIX – первая половина XX столетия). Идеалы, культурно-философский синтез, рецепция. – Москва : ООО ИПЦ «Маска», 2017. – С. 210.

## REFERENCES

1. Akinshina T. V. *Obraz-simvol Dona v voploshchenii sudeb glavnyh geroev romana M A Sholohova «Tihij Don»* [The Don symbol image in the embodiment of the fate of the main characters of M. A. Sholokhov's novel «The Quiet Don»] // Bulletin of Tambov University. Series: Humanities, 2007, №7.

2. Minakova A. M. *Hudozhestvennyj mifologizm ehtiki M. A. Sholohova* [Artistic mythology of the ethics of M. A. Sholokhov]: diss. ... dr. phil. sciences, Moscow, 1992.

3. Satarova L G *Priroda v filosofsko-ehsteticheskoy koncepcii romana m a sholohova tihij don* [Nature in the philosophical-aesthetic concept of M. A. Sholokhov's novel «The Quiet Don»]: dis. ... ph. D in philology. Voronezh, 1983.

4. Tibushkina N. V., Fedorova T. N. *Gruppy vesennih obrazov v romane m a sholohova Tihij Don* [Groups of spring images in M. A. Sholokhov's novel «The Quiet Don»] // Science and School: collection of scientific works of young researchers. Issue 7 / Under the general ed. T. E. Demidova. – Ulyanovsk: UIGPU, 2015, pp. 46–49.

5. Tibushkina N. V., Fyodorova T. N. *Letnie obrazy i ih rol v romane M. A .Sholohova «Tihij Don»* [Summer Images and Their Role in M. A. Sholokhov's novel «The Quiet Don»] // Science and School: a collection of scientific works of young researchers. Issue 8 / Under the general ed. T. E. Demidova. – Ulyanovsk: UIGPU, 2016, pp. 62–67.

6. Sholohov M. A. *Sobranie sochinenij* [Collected Works]. In 8 t. T. 1. Moscow: Pravda, 1980.

7. Sholohov M. A. *Sobranie sochinenij* [Collected Works]. In 8 t. T. 2. Moscow: Pravda, 1980.

8. Sholohov M. A. *Sobranie sochinenij* [Collected Works]. In 8 t. T. 3. Moscow: Pravda, 1980.

9. Sholohov M. A. *Sobranie sochinenij* [Collected Works]. In 8 t. T. 4. Moscow: Pravda, 1980.

10. Semyonova S. G. *Mir prozy mihaila Sholohova. Ot poehtiki k miroponimaniyu* [The world of prose by Mikhail Sholokhov. From poetics to the world outlook]. Moscow: IMLI RAN, 2005. – p. 110.

11. Kostin E. A. *Sholohov forever* [Sholokhov forever]. Wilnyus: Vaga, 2013. – p. 78.

12. Dyrdin A. A. *Mihail Sholohov edinstvo duhovnogo i ehsteticheskogo svoeobrazie i mirovoe znachenie russkoj klassicheskoy literatury XIX pervaya polovina XX stoletiya idealy kulturno-filosofskij sintez recepciya* [Mikhail Sholokhov: The Unity of the Spiritual and Aesthetic // The Peculiarity and World Value of Russian Classical Literature (XIX – first half of the XX century). Ideals, cultural and philosophical synthesis, reception]. Moscow: ICC Mask LLC, 2017, p. 210.

.....

**Тибушкина Наталья Валентиновна**, магистрант историко-филологического факультета ФГБОУ ВО «УлГПУ им. И. Н. Ульянова».

Научный руководитель – **Л. А. Сапченко**, доктор филологических наук, профессор кафедры русского языка, литературы и журналистики ФГБОУ ВО «УлГПУ им. И. Н. Ульянова»

Поступила 06.03.2019 г.

# СООБЩЕНИЕ

УДК 159.9.072.432

Д. В. БАЛЫКОВ

## ЭСКАПИЗМ КАК ПСИХОЛОГИЧЕСКИЙ ФЕНОМЕН

*Посвящена исследованию феномена эскапизма.*

Ключевые слова: эскапизм, эскейпинг.

Новые технологии открыли новые пути для развития всех сфер жизни общества от роста городов до роста экономики. Всё это не могло не сказаться на социальном аспекте жизни каждого человека. Появились новые проблемы, одной из которых и является эскапизм. Актуальность данной темы обусловлена необходимостью теоретического и эмпирического исследования феномена эскапизма, так как он является частью жизни многих современных людей.

**Цель** исследования – выявление форм эскапизма современной молодёжи. **Объект** исследования: эскапизм и самоизоляция. **Предмет**: формы эскапизма современной молодёжи.

В результате теоретического исследования выяснили, что эскапизм – это социально-культурное явление, вызванное чрезмерным стрессом или психическими отклонениями, которое проявляется в желании личности самоизолироваться и уйти в мир фантазий и иллюзий. Кроме того, для некоторых молодых людей он является единственным способом борьбы с чрезмерным стрессом. Ряд учёных считает, что употребление наркотиков, алкоголя и даже чтение книг и просмотр фильмов и сериалов можно отнести к эскапизму. Это не всегда осознанное действие, не всегда человек может определить, что его хобби или другая деятельность является эскапизмом.

Анализ теоретической литературы С. А. Яровенко, Е. Л. Чертовой и В. В. Кортунова [3, 4, 5] позволил выделить следующие формы эскапизма:

1) Лёгкие формы, то есть не включающие в себя постоянную изоляцию и не несущие негативных последствий для индивида и общества. Они выступают в качестве рекреационной деятельности. Сюда относятся увлечение книгами и сериалами, поездки за город и умеренное употребление алкоголя.

2) Тяжёлые формы, сюда входят употребление наркотиков, полная изоляция от общества, злоупотребление алкоголем, кроме того, сюда можно отнести и формы лёгкого эскапизма, но имеющие чрезмерный характер.

Эскапизм может быть как осознанным, так и неосознанным. Осознанный чаще всего вызван психическими проблемами и особенностями, например, высокой степенью аутизации или социальными условиями, то есть опасным жизненным пространством или пространством, которое не соответствует требованиям индивида. Осознанный же эскапизм появляется тогда, когда личность самостоятельно решает ограничить себя от воздействия общества, например дауншифтинг.

В ходе эмпирического исследования методом интервью выявлены формы проявления эскапизма, при пилотном исследовании были опрошены 5 человек в возрасте от 18 до 21 года, студенты. Каждый из них признался, что подвержен эскапизму или был подвержен ему ранее. Половина опрошенных считает окружающие условия приемлемыми, другая половина нет, а один из опрошенных не смог определиться. Можно предположить, что подверженность эскапизму слабо коррелирует с окружающей средой и качеством жизни. Кроме того, только трое из опрошенных искали информацию о том, как бороться со стрессом, оставшиеся двое не интересовались данным вопросом. Их методы борьбы со стрессом являются стандартным рекреационным времяпрепровождением для современных людей, такие как книги, сериалы и встречи с друзьями. Эскапизм не оказывает на них пагубного воздействия и не причиняет дискомфорт. При этом большинство из них готово пожертвовать важными повседневными делами только при сильном стрессе.

Все опрошенные, кроме одного, считают, что эскапизм влияет на них сугубо положительно, так как он помогает им сохранять силы и психологическое равновесие, кроме того, двое из них

---

© Балыков Д. В., 2019

считают, что он помогает им развиваться в профессиональной и творческой сферах. Одна из них, благодаря сильной увлечённости рисованием, смогла с лёгкостью поступить в профильный вуз по данной специальности, а второй, благодаря эффективной борьбе со стрессом, посредством эскапизма достиг больших успехов в учёбе.

На основе теоретического эмпирического анализа нами разработана классификация форм эскапизма по степени влияния на личность и общество:

1) Позитивное влияние. То есть те формы, которые подразумевают уход в искусство, работу или науку, они могут быть полезны как для личности, так и для общества.

2) Нейтральное влияние. Сюда относятся те формы, которые не приносят ощутимой пользы, за исключением рекреации, например, чтение книг и просмотр фильмов.

3) Негативное влияние. Эти формы наносят сильный вред личности и могут затрагивать общество, сюда относятся: алкоголизм, наркомания, а также тяжёлые проявления нейтральных форм. Сюда же относятся хикикомори и NEET, которые и не приносят вреда личности, но, приобретая массовый характер, наносят ощутимый вред обществу.

Анализ специальной литературы и результаты эмпирического исследования позволяют сделать вывод, что эскапизм не только не мешает людям в повседневной жизни, но и помогает им в развитии полезных качеств. Но в то же время нельзя забывать и о крайних формах его проявления, когда люди, чрезмерно увлекшиеся самоизоляцией, вредят себе этим.

Итак, исследование показало, что эскапизм не является чем-то пагубным и вредным в большинстве своих форм проявления. Его развитие и распространение в настоящее время закономерно, так как оно обусловлено прогрессом, изменением жизни человека в эпоху происходящих в мире перемен.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жмуров В. А. Психиатрия. Энциклопедия, Accent Graphics communications, 2016.

2. Фрейд З. Введение в психоанализ. – Санкт-Петербург : Алетейя, 1971.

3. Кортунов В. В. Бегство от реальности, или Обратная сторона телекоммуникационных технологий. – Москва : Издательский центр научных и учебных программ, 2003.

4. Черткова Е. Л. Метаморфозы утопического сознания (от утопии к утопизму) // Вопросы философии. – 2001. – №7. – С. 49.

5. Яровенко С. А. «Бегство от реальности»: Аутомифологизация как гармонизация «Я-бытия» через принятие иллюзии // Вестник Томского государственного университета. – 2010. – №331. – С. 50–55.

•••••

*Балыков Дмитрий Валерьевич, студент гуманитарного факультета УлГТУ, группа Лбд-21. Научный руководитель – кандидат педагогических наук, доцент Шигабетдинова Гузель Мирхайзановна.*

*Поступила 21.02.2019 г.*

## ЭМОЦИОНАЛЬНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ ПОВЕДЕНИЯ КАК ФЕНОМЕН

*Исследуется эмоциональная регуляция поведения человека.*

Ключевые слова: *эмоциональная регуляция, поведение человека.*

Эмоции являются неотъемлемой частью нашей жизни, и каждый день мы сталкиваемся с ситуациями, которые так или иначе влияют на наше настроение и самочувствие. Актуальность темы обусловлена необходимостью теоретического и эмпирического исследования, а также необходимостью практического применения выявленных закономерностей – формирования умения каждого человека контролировать свои эмоциональные порывы и негативные эмоции.

Чтобы уметь противостоять волнам негатива и ухудшению здоровья, нужно иметь представление о том, что такое эмоциональная регуляция, какое значение она имеет для нас и нашего организма, какие функции выполняет и что нужно делать, чтобы без труда контролировать своё эмоциональное состояние.

**Цель** исследования: раскрыть взаимосвязь интеллектуальных и эмоциональных процессов и выявить роль эмоций в функционировании регуляции индивида. **Объектом** нашего исследования является поведение человека. **Предметом** исследования выступает эмоциональная регуляция поведения и мыслительной деятельности человека.

По результатам теоретического исследования Г. М. Бреслава, Г. А. Виленской, Л. С. Выготского, О. В. Дрокина, А. В. Запорожца, М. В. Иванова, В. В. Лебединского [1–7] установлено, что эмоциональная регуляция поведения позволяет человеку контролировать своё эмоциональное состояние. Проведённый нами анализ теоретических работ показал, что эмоциональная регуляция обеспечивает подстройку эмоционального опыта к повседневным событиям и выполняет функции, позволяющие адаптироваться к окружающей среде. Благодаря волевой регуляции поведения индивид может контролировать себя, свои действия и эмоции, воздерживаясь от «излияния» его самосознания наружу.

В ходе нашего эмпирического исследования с помощью теста-опроса, который призван помочь человеку понять, какие стратегии управления своими эмоциями он использует: стратегию контроля и сдерживания или стратегию мысленной переоценки, мы выявили особенности и закономерности в поведении индивидов.

Были опрошены 15 человек разного пола и возраста от 18 до 50 лет. Из них высокий показатель эмоциональной регуляции индивидов, при котором индивиды способны полностью контролировать свои эмоции, составляет 30% от общего числа участвующих (5 человек). Средний показатель эмоциональной регуляции индивидов составляет 20% (4 человека). Низкий показатель составляет 40% (6 человек).

Выявленные нами данные указывают на следующее:

1. Четыре человека из пятнадцати не пытаются переключаться на позитивные мысли, чтобы поднять себе настроение. Исследования показывают, что большинство людей испытывает влияние негатива чаще и не пытается проанализировать сложившиеся обстоятельства.

2. Девять человек из пятнадцати без труда скрывают неприязнь к человеку, который им не нравится. В современном обществе важно поддерживать отношения даже с самыми трудными для общения людьми.

3. Восемь человек из пятнадцати не могут заниматься деятельностью после ссор с близкими людьми. Им трудно настроиться на работу из-за негативных эмоций и мыслей. Это очень сильно связано и со способностью переключаться на позитивные мысли.

4. Десять человек из пятнадцати редко совершают опрометчивые поступки, что указывает на способность мыслить рационально и принимать решения не импульсивно, а обдуманно.

40% опрошенных имеют серьёзные проблемы в семье, связанные с общением. 60% опрошенных не нравится их рабочее место или учебное

заведение, что сказывается на более частом появлении стрессовых ситуаций. 20% опрошенных имеют разногласия со своими возлюбленными. 40% недовольны своим местом проживания, но не имеют возможности для переезда. 10% респондентов страдают от потери близкого человека.

Больше половины опрошенных могут справиться со своими эмоциями (9 человек), но 6 человек из 15 не в состоянии правильно оценивать ситуацию и подвержены влиянию стрессовых ситуаций.

Итак, эмоциональная регуляция поведения человека зависит от многих факторов. Людям, независимо от их возраста и жизненных ситуаций, необходимо научиться регулировать свои эмоции и справиться с ними, иначе их поведение вредит не только их собственному здоровью, но и здоровью окружающих людей.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бреслав Г. М. Психология эмоций. – Москва, 2004.
2. Виленская Г. А. Развитие регуляции поведения в раннем онтогенезе: дис.... канд. псих. наук. – Москва, 1999.

3. Выготский Л. С. Психология. – Москва, 2000.

4. Дрокина О. В. Развитие когнитивной и эмоционально-волевой регуляции деятельности младших школьников и младших подростков: автореф. дис.... канд. псих. наук. – Москва, 1999.

5. Запорожец А. В. Эмоциональное развитие дошкольника. – Москва, 1986.

6. Иванова М. В. Эмоциональная регуляция процесса решения мыслительных задач в младшем школьном возрасте: дис.... канд. псих. наук. – Иркутск, 1998.

7. Лебединский В. В., Никольская О. Г., Баенская Е. Р., Либлинг М. М. Эмоциональные нарушения в детском возрасте и их коррекция. – Москва, 1990.

•••••

*Белёй Алёна Юрьевна, студент гуманитарного факультета, группа Лбд-21 УлГТУ.*

*Научный руководитель – кандидат педагогических наук, доцент Шигабетдинова Гузель Мирхайзановна.*

*Поступила 20.02.2019 г.*

УДК 159.9.072.43

Д. С. НОВИКОВА

## ДЕВИАНТНОЕ ПОВЕДЕНИЕ

*Посвящена теме девиантного поведения и его проявлению в группе.*

Ключевые слова: психология, поведение, девиантное поведение, нормы.

Актуальность избранной темы обусловлена во-первых, большой угрозой для общества; во-вторых, недостаточностью научной разработки данной проблемы, в частности, не выявлены точные причины появления и распространения девиантного поведения. **Объектом исследования** являются закономерные связи развития девиантного поведения у студентов и его связи с учебной деятельностью. **Предметом исследова-**

**ния** являются особенности проявления девиантного поведения. **Цель исследования:** выявить закономерные связи успеваемости и проявлений девиантности членов малой группы. Для её достижения предусматривается решение следующих **задач:** изучение сущности девиантного поведения; изучение поведения учащихся в группе методом наблюдения; определение факторов, влияющих на возникновение отклоняющегося поведения. Используемые **методы:** наблюдение, теоретический анализ литературы.

© Новикова Д. С., 2019

Для достижения поставленной цели были изучены работы Гилянского Я. И., Змановской Е. В., Клейберга Ю. А., Менделевича В. Д., Рубан Л. С., Усовой Е. Б. [1–5], Шихирева П. Н., Короленко Ц. П. и др. Теоретический анализ литературы показал, что девиантным поведением является поведение, отклоняющееся от общепринятых, наиболее распространённых и устоявшихся общественных норм.

Вторая часть данной работы осуществлялась на базе Ульяновского государственного технического университета. В образовательном учреждении были исследованы студенты I–II курсов, в возрасте 18–19 лет. В проводимом наблюдении участвовали 19 человек. Стоит отметить, что у каждого студента существует основной и обязательный вид деятельности – обучение в университете.

Важными критериями наблюдения были:

- 1) проявление человека (психологические свойства, особенности, реагирование);
- 2) взаимодействие людей друг с другом в коллективе;
- 3) человек в учебной деятельности.

На основе наблюдения были сделаны следующие выводы:

1. Большинство студентов – некурящие.
2. Абсолютное меньшинство студентов групп принимает алкогольные напитки.
3. 20% допускает употребление скверных, непристойных слов, даже находясь в университете.
4. У 5% проявляются признаки суицидальных наклонностей, выраженные в процессе разговора.

Обучение в вузе является сложным процессом и требует много времени и усилий. У некоторых студентов вызывает затруднение выполнение всех своих учебных обязанностей. Это связано с недостаточной подготовкой абитуриентов к обучению в вузе, несформировавшейся умственной организацией себя, своего времени. На фоне сложившейся ситуации часто происходят конфликты, вызванные недопониманием со стороны родителей, из-за этого учащиеся испытывают стресс. Для того чтобы его погасить, студенты находят для себя успокаивающие

средства, в нашем случае – сигареты, употребление спиртных напитков. Так как процесс неуспеваемости является затянувшимся, то учащиеся прибегают к успокоению всё чаще. Из этого появляется зависимость. Люди 18–19 лет, имея определённые проблемы и не зная их решения, заглушают стресс и тяжесть испытываемых переживаний; употребление скверных, непристойных слов вызвано озлобленностью и допустимостью со стороны окружения; посещаемость в группе снижена по причине того, что студенты, достигшие совершеннолетнего возраста, стараются себя проявить не только в своей учебной деятельности, но и берут на себя обязанности по выполнению другой работы. Добиться признания, доказать самому себе и близким свою независимость.

В целом неготовность к обучению в образовательном учреждении более высокого уровня, чем общеобразовательном.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гилянский Я. И. Социология девиантного поведения как социологическая теория. – Москва : Социс, 1991.
2. Змановская Е. В. Девиантология (психология отклоняющегося поведения). – Москва : Изд. «Академия», 2004.
3. Клейберг Ю. А. Психология девиантного поведения. – Москва : ТЦ Сфера, 2001.
4. Менделевич В. Д. Психология девиантного поведения. – Москва : Речь, 2005.
5. Усова Е. Б. Психология девиантного поведения: учебно-методический комплекс. – Минск, 2010.

•••••

*Новикова Дарья Сергеевна, студент гуманитарного факультета, группа Лбд-21 УлГТУ.  
Научный руководитель – кандидат педагогических наук, доцент Шигабетдинова Гузель Мирхайзановна.*

*Поступила 22.02.2019 г.*

УДК 53.082.2+532.57

О. В. ЖИЛЯЕВ

## ИНЕРЦИОННЫЙ СПОСОБ ИЗМЕРЕНИЯ РАСХОДА И ПЛОТНОСТИ СРЕДЫ

*Представлено решение задачи нестационарного одномерного течения жидкости в прямом трубопроводе. Приведён способ генерации нестационарного режима течения, основанный на использовании дополнительного трубопровода, в котором возбуждаются механические колебания жидкости. Показано, что возникающий перепад давления по длине столба колеблющейся жидкости является мерой плотности и массового расхода данной жидкости. Показана возможность построения нового измерительного прибора для измерения массового расхода и плотности на основе полученных результатов.*

Ключевые слова: жидкость, плотность, массовый расход, трубопровод, колебания, измерение.

Современная приборостроительная индустрия выпускает широкий спектр разнообразных приборов для измерения массового расхода и плотности жидкостей, но не все из них пригодны для одновременного измерения указанных двух физических величин. Зачастую приборы для измерения плотности не являются инструментами, осуществляющими измерение плотности жидкости, движущейся по трубопроводу. Кроме того, большинство выпускаемых измерителей плотности осуществляют измерение в ограниченном объёме среды, непосредственно примыкающем к чувствительному элементу прибора. Другие измерители расхода и плотности (например, вибрационные расходомеры Кориолиса) обладают высокой стоимостью и некоторыми эксплуатационными недостатками. В данной работе рассматривается новый принцип измерения массового расхода и плотности жидкости, основанный на измерении продольной силы инерции, и показывается принципиальная возможность создания измерителя плотности и массового расхода жидкости, основанного на этом принципе.

### 1. Измерение плотности среды

Ознакомимся вначале с более простой постановкой задачи – измерение только плотности среды. Схема измерительного устройства представлена на рисунке 1.

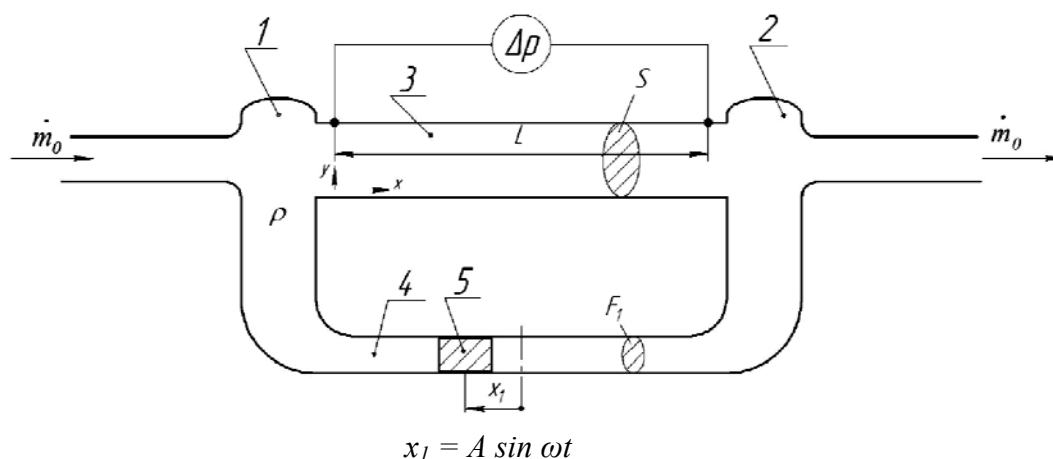


Рис. 1. Схема устройства для измерения плотности: 1, 2 – камеры смешения и разделения; 3 – рабочий участок основного трубопровода; 4 – дополнительный трубопровод; 5 – поршень

Рассмотрим прямой трубопровод 3 длиной  $L$ , по которому протекает однородная жидкость с плотностью  $\rho$ , имеющая массовый расход  $\dot{m}_0$ . Назовём его основным трубопроводом. Параллельно ему подключён ещё один трубопровод 4 (назовём его дополнительным), в котором установлен плотно пригнанный поршень 5, приводимый в движение от внешнего источника движения (привода). Впервые подобная задача, с некоторыми существенными отличиями, поставлена и рассмотрена в работе [1].

Пусть поршень совершает в дополнительном трубопроводе гармоническое колебание по закону

$$x_1 = A \sin \omega t, \quad (1)$$

где  $x_1$  – координата поршня в дополнительной трубе;

$A$  – амплитуда колебаний поршня;

$\omega$  – круговая частота колебаний поршня.

Будем измерять величину перепада давлений, возникающую на длине  $L$  основного трубопровода. Жидкость считаем идеальной и несжимаемой – это первое предположение. Другое предположение: движение поршня вызывает соответствующее изменение объёмного расхода только в основном трубопроводе на участке между точками подключения дополнительного трубопровода («рабочий участок»), и никак не сказывается на движении жидкости выше по течению и ниже по течению от дополнительного трубопровода. Опишем устройство и действие такого аппарата и составим его математическую модель. В точках подключения дополнительного трубопровода к основному выполнены камеры смешения/разделения 1 и 2, обеспечивающие перемешивание жидкости, движущейся по основному трубопроводу 3, с жидкостью, выходящей из дополнительного трубопровода 4, или же выполняющие функцию отделения жидкости и забор её части в дополнительный трубопровод. Поскольку поршень 3 совершает возвратно-поступательное движение, то каждая из камер поочередно выполняет функцию смешения и разделения. Так, на первой фазе движения часть жидкости забирается из камеры 2 и подаётся в камеру 1. Если это так, то расход жидкости в основной трубе на участке между камерами массообмена отличается от расхода жидкости  $\dot{m}_0$  на входе в рассматриваемую систему и после выхода из неё:

$$\dot{m} = \dot{m}_0 + \dot{m}_1, \quad (2)$$

где  $\dot{m}_1$  – массовый расход жидкости в дополнительном трубопроводе;

$\dot{m}$  – расход жидкости в основной трубе на участке между камерами массообмена.

Вследствие условия неразрывности жидкости массовый расход  $\dot{m}$  на участке между камерами массообмена одинаков на всей длине участка:

$$\frac{\partial \dot{m}}{\partial x} = 0. \quad (3)$$

Координата  $x$  соответствует продольной оси основного трубопровода, положительное направление – вправо.

Очевидно, что изменение массового расхода оказывает на жидкость, находящуюся на рабочем участке основного трубопровода, некое силовое воздействие. Определим его. Запишем уравнение Эйлера для частицы идеальной жидкости, находящейся на рабочем участке ([2]):

$$-\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} = \frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + w \frac{\partial u}{\partial z}, \quad (4)$$

где  $u, v, w$  – компоненты скорости вдоль осей  $x, y, z$  соответственно.

Течение жидкости будем считать одномерным неустановившимся. Следовательно,  $v=0$  и  $w=0$ , и уравнение (4) принимает вид

$$-\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} = \frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x}. \quad (5)$$

Из уравнения (3)  $\frac{\partial \dot{m}}{\partial x} = \frac{\partial(\rho u S)}{\partial x} = \rho \left( u \frac{\partial S}{\partial x} + S \frac{\partial u}{\partial x} \right) = 0$  следует, что при постоянном сечении рабо-

чего участка  $\frac{\partial S}{\partial x} = 0, \frac{\partial u}{\partial x} = 0.$  (6)

Следовательно, уравнение (5) принимает вид

$$\frac{\partial p}{\partial x} = -\rho \frac{\partial u}{\partial t} \quad (7)$$

Найдём величину производной  $\frac{\partial u}{\partial t}$ . Из выражения для массового расхода  $\dot{m} = \rho u S$  получаем:

$$u = \frac{\dot{m}}{\rho S}. \quad (8)$$

Здесь  $u$  – средняя скорость в сечении  $S$ . Для простоты будем считать распределение скорости по сечению  $S$  равномерным. Подставим уравнение (2) в (8) и продифференцируем.

$$\frac{\partial u}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial t} \left( \frac{\dot{m}}{\rho S} \right) = \frac{1}{\rho S} \cdot \frac{\partial}{\partial t} (\dot{m}_0 + \dot{m}_1) = \frac{1}{\rho S} \frac{\partial \dot{m}_1}{\partial t} = \frac{\ddot{m}_1}{\rho S}. \quad (9)$$

Расход жидкости в дополнительном потоке  $\dot{m}_1 = \dot{x}_1 F_1 \rho$ , следовательно,

$$\ddot{m}_1 = \rho F_1 \ddot{x}_1. \quad (10)$$

Подставляем (10) в (9):

$$\frac{\partial u}{\partial t} = \frac{\rho F_1 \ddot{x}_1}{\rho S} = \frac{F_1}{S} \ddot{x}_1. \quad (11)$$

Подставляем (11) в уравнение (7):

$$\frac{\partial p}{\partial x} = -\rho \frac{F_1}{S} \ddot{x}_1. \quad (12)$$

Для определения перепада  $\Delta p$  на длине  $L$  проинтегрируем выражение (12) по длине:

$$\Delta p = \int_0^L \frac{\partial p}{\partial x} dx = -\rho \frac{F_1}{S} \ddot{x}_1 \int_0^L dx = -\frac{F_1}{S} \rho \ddot{x}_1 L. \quad (13)$$

Получили, что на гладком участке трубы возникает перепад давлений  $\Delta p$ , пропорциональный плотности жидкости  $\rho$ . Таким образом, перепад давлений  $\Delta p$  является мерой плотности жидкости. Коэффициент пропорциональности между плотностью и перепадом давлений представляет собой комбинацию геометрических размеров устройства и ускорения поршня, т. е. величин, определяемых при градуировке и практически неизменных при эксплуатации, за исключением отложений, изменяющих просвет  $S$ . Попробуем прояснить полученную формулу (13). Показанному явлению можно дать две трактовки.

*Первая.* Величина  $a = \frac{F_1}{S} \ddot{x}_1$  представляет собой ускорение  $a$  частиц жидкости в основном трубопроводе на рабочем участке. Уравнение (13) преобразуется к виду

$$\Delta p = -\rho a L. \quad (14)$$

Умножим левую и правую части равенства (14) на  $\Delta S$ , где  $\Delta S$  – сечение любой трубки тока. Пусть с левого и правого краёв трубка тока ограничена сечениями, совпадающими с точками отбора давления. Тогда

$$\begin{aligned} \Delta p \cdot \Delta S &= -\rho a L \Delta S \\ (p_{np} - p_l) \Delta S &= -\rho a \Delta V \\ F_{np} - F_l &= -\Delta m a. \end{aligned} \quad (15)$$

Здесь  $\Delta V = L \Delta S$  – объём жидкости, находящейся в трубке тока длиной  $L$  и с поперечным сечением  $\Delta S$ ,  $\Delta m = \rho \Delta V$  – её масса,  $p_{np}$  и  $p_l$ ,  $F_{np}$  и  $F_l$  – давление и сила давления соответственно на левое и правое сечение трубки тока. Получили формулу (15), представляющую собой выражение 2-го закона Ньютона. Таким образом, формула (13) характеризует ускорение жидкой частицы в любой трубке тока под действием сил, действующих на неё.

*Вторая* трактовка. Обратимся опять к формуле (14). Поскольку жидкость движется с ускорением  $a$ , то в неинерциальной системе отсчёта, связанной с жидкостью, на каждую частицу  $\Delta m$  действует Даламберова сила инерции  $\Phi_u = -\Delta m a$ , что аналогично действию на жидкость вдоль оси  $x$  искусственной силы тяжести  $\tilde{g} = -a$ . В этой трактовке  $\Delta p = \rho \tilde{g} L$  представляет собой гидростатический перепад в столбе жидкости высотой  $L$ , находящейся в поле сил тяжести  $\tilde{g}$ .

Итак, мы убедились, что перепад давлений пропорционален плотности жидкости и ускорению поршня в каждый момент времени. Посмотрим, как можно использовать полученные зависимости на практике. Для этого выполним обратное преобразование – определим плотность. Поскольку движение поршня гармоническое, то его ускорение пропорционально координате:

$$\begin{aligned}x_1 &= A \sin \omega t; \\ \ddot{x}_1 &= -A\omega^2 \sin \omega t = -\omega^2 x_1.\end{aligned}\quad (16)$$

Подставляя (16) в (13), получаем

$$\Delta p(t) = \frac{F_1}{S} \rho L \omega^2 x_1(t), \quad (17)$$

откуда

$$\rho = \frac{1}{\frac{F_1}{S} L \omega^2} \frac{\Delta p(t)}{x_1(t)}. \quad (18)$$

Это значит, что при гармоническом движении жидкости вместо измерения ускорения можно использовать измерение фазы движения, другими словами, положение поршня (побудителя). Это даёт возможность использовать вместо преобразователя ускорения или перемещения датчик прохождения поршнем мёртвой точки или какого-либо другого фиксированного промежуточного положения.

Формула (18) пригодна для непосредственного вычисления плотности, но не в окрестности точки  $x_1=0$ . Существует и другая возможность обработки получаемого с прибора сигнала.

Сигнал  $\Delta p(t)$  представляет собой амплитудно-модулированный синусоидальный сигнал, амплитуда которого пропорциональна плотности. Используем способ спектрального анализа. Если знаем частоту  $\omega$  вынуждающего воздействия, то именно на этой частоте и выделим гармоническую составляющую величины  $\Delta p(t)$ . Согласно формуле (17)

$$\Delta p(t) = \frac{F_1}{S} \rho L \omega^2 A \sin \omega t. \quad (19)$$

Задача состоит в определении амплитуды гармонического сигнала  $\Delta p(t)$ .

Воспользуемся разложением в ряд Фурье, ограничившись первой гармоникой  $\omega$ .

Найдём интеграл за один полный период

$$\int_0^{2\pi/\omega} \Delta p(t) \sin \omega t dt = \frac{F_1}{S} \rho L \omega^2 A \int_0^{2\pi/\omega} \sin^2 \omega t dt = \frac{\pi}{\omega} \frac{F_1}{S} \rho L \omega^2 A = \pi \omega A \frac{F_1}{S} \rho L. \quad (20)$$

Отсюда следует

$$\rho = \frac{\int_0^T \Delta p(t) \cdot \sin \omega t dt}{\pi \omega A \frac{F_1}{S} L}. \quad (21)$$

В соответствии с формулой (21) измерение плотности производится в течение периода  $T = \frac{2\pi}{\omega}$ ,

т. е. в течение полного кинематического цикла поршня. Данный способ обработки сигнала имеет существенное преимущество: постоянные составляющие перепада давления, обусловленные вязкостью среды и другими причинами, не будут оказывать никакого влияния на результат измерения.

## 2. Измерение расхода и плотности среды

Теперь, когда мы выяснили, что переменное воздействие на поток жидкости позволяет измерить её плотность, естественно расширить рамки этой задачи. Что, если динамический отклик потока несёт также и информацию о массовом расходе? Рассмотрим простейшую механическую аналогию.

*Задача.*

*Автомобиль массой  $m = 1000$  кг движется по горизонтальному участку шоссе со скоростью  $v$ , без ускорения. Располагаемый запас мощности двигателя составляет  $N = 20$  кВт. Внезапно возникает необходимость максимально резко ускориться. Определить, с каким наибольшим ускорением*

сможет двигаться данный автомобиль, используя весь запас мощности, если начальная скорость составляет  $v_1=10$  м/с и  $v_2=20$  м/с.

Решение.

При ускоренном движении по II закону Ньютона  $F=ma$ , где  $a$  – ускорение,  $F$  – избыток движущей силы над силами сопротивления. Элементарная работа силы  $F$  на перемещении  $ds$ :

$$dA = Fds = ma \cdot ds.$$

$$\text{Мощность силы } F: N = \frac{dA}{dt} = ma \frac{ds}{dt} = mav.$$

$$\text{Следовательно, } a = \frac{N}{mv}.$$

$$\text{В первом случае } a_1 = \frac{N}{mv_1} = \frac{20000 \text{ Вт}}{1000 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}} = 2 \text{ м/с}^2.$$

$$\text{Во втором случае } a_2 = \frac{N}{mv_2} = \frac{20000 \text{ Вт}}{1000 \text{ кг} \cdot 20 \text{ м/с}} = 1 \text{ м/с}^2.$$

Следовательно, ускорение, которое можем сообщить автомобилю при определённом запасе мощности, обратно пропорционально массе и скорости, т. е. количеству движения автомобиля. То есть ускорение в данном случае является мерой количества движения.

Возможно, аналогично обстоит дело и с определением расхода жидкости: если придать движущейся жидкости некое ускорение, при этом измерив интенсивность силового воздействия, оказываемого на жидкость, то получим меру расхода жидкости? Рассмотрим следующую схему (рисунок 2).

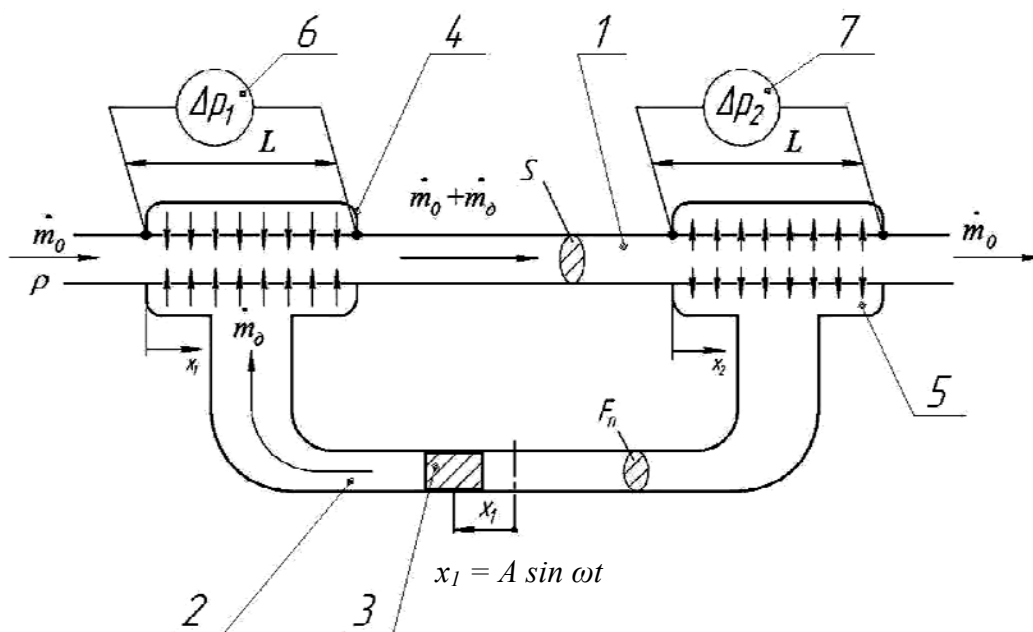


Рис. 2. Схема устройства для одновременного измерения расхода и плотности. 1 – основной трубопровод, 2 – дополнительный трубопровод, 3 – поршень, 4, 5 – камеры массообмена, 6, 7 – датчики перепада (разности) давлений

Общее устройство аппарата такое же, как и инерционного плотномера. Имеется основной трубопровод 1, по которому движется жидкость. Массовый расход жидкости  $\dot{m}_0$ , её плотность  $\rho$ . Имеется также дополнительный трубопровод 2, подключённый параллельно основному. В дополнительном трубопроводе установлен поршень 3, совершающий гармонические колебания по закону  $x_n = A \cdot \sin \omega t$ . Основной трубопровод соединяется с дополнительным при помощи смесительных камер (камер массообмена) 4 и 5. Камера массообмена представляет собой участок основного трубопровода с перфорированной (проницаемой) стенкой. Этот участок имеет длину  $L$ , в его начале и конце установлены приёмники статического давления для измерения перепада. Таким образом, на участке массообмена  $L$

будет производиться добавление/вычитание дополнительного потока. Таких смесительных камер две. Для измерения перепада давления в схеме предусмотрены датчики разности давлений 6 и 7. Будем считать, что дополнительный поток проникает в основной равномерно по всей длине  $L$ , т. е. скорость движения вещества дополнительного потока сквозь проницаемую стенку одинакова по всей длине камеры массообмена  $L$ . Также, аналогично инерционному плотномеру, принимаем допущение о том, что колебания расхода, вызванные движением поршня, происходят на участке между камерами массообмена и не проникают за пределы прибора, т. е. в подающий и отводящий трубопроводы.

Поскольку жидкость на участке  $L$  основного трубопровода движется неравномерно, естественно предположить, что возникает разность давлений между входным и выходным сечениями участка  $L$ , т. е. камеры массообмена. Составим математическую модель процесса и определим эту разность давлений.

Запишем уравнение Эйлера для частицы жидкости, находящейся в основной трубе в камере смешения. Вязкостью пренебрегаем.

$$-\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} = \frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x}. \quad (22)$$

Введём две системы координат  $x_1$  и  $x_2$ , направив их оси абсцисс вдоль основного потока, а начала совместив с первыми по потоку точками отбора давления на участках первом и втором соответственно. Найдём величину скорости и её производные:

$$u(x_1) = \frac{\dot{m}(x_1)}{\rho S}. \quad (23)$$

Здесь  $\dot{m}(x_1)$  – расход жидкости в сечении с координатой  $x_1$ ;  $u(x_1)$  – скорость в этом сечении.

Расход в этом сечении складывается из двух потоков: основного и дополнительного. Если дополнительный поток равномерно распределён на участке  $L$ , то его плотность распределения по длине постоянна и равна  $\frac{\dot{m}_0}{L}$ . Тогда дополнительный расход в основном трубопроводе камеры массообмена в сечении с координатой  $x_1$  равен

$$\int_0^{x_1} \frac{\dot{m}_0}{L} dx = \frac{\dot{m}_0}{L} x_1.$$

Значит, расход в сечении  $x_1$  равен

$$\dot{m}(x_1) = \dot{m}_0 + \frac{\dot{m}_0}{L} x_1. \quad (24)$$

Тогда скорость  $u(x_1)$  и её производные:

$$u(x_1) = \frac{\dot{m}_0 + \dot{m}_0 \frac{x_1}{L}}{\rho S} = \frac{\dot{m}_0}{\rho S} + \dot{m}_0 \frac{x_1}{\rho S L}, \quad (25)$$

$$\frac{\partial u(x_1)}{\partial x} = \frac{\dot{m}_0}{\rho S L}; \quad \frac{\partial u(x_1)}{\partial t} = \frac{x_1}{\rho S L} \frac{\partial \dot{m}_0}{\partial t} = \frac{x_1}{\rho S L} \ddot{m}_0. \quad (26)$$

Выражение для  $\frac{\partial u}{\partial t}$  справедливо в том случае, если  $\frac{\partial \dot{m}_0}{\partial t} = 0$ .

Определим аналогичные параметры для второй камеры массообмена. Аналогично первой:

$$\dot{m}(x_2) = \dot{m}_0 + \dot{m}_0 \left(1 - \frac{x_2}{L}\right);$$

$$u(x_2) = \frac{\dot{m}_0}{\rho S} + \frac{\dot{m}_0}{\rho S} \left(1 - \frac{x_2}{L}\right). \quad (27)$$

$$\frac{\partial u(x_2)}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{\dot{m}_0}{\rho S} + \frac{\dot{m}_0}{\rho S} \left(1 - \frac{x_2}{L}\right) \right) = -\frac{\dot{m}_0}{\rho S L}. \quad (28)$$

$$\frac{\partial u(x_2)}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial t} \left( \frac{\dot{m}_0}{\rho S} + \frac{\dot{m}_\partial}{\rho S} \left( 1 - \frac{x_2}{L} \right) \right) = \left( 1 - \frac{x_2}{L} \right) \frac{\ddot{m}}{\rho S}. \quad (29)$$

Подставим полученные выражения (25) – (29) в уравнение движения (Эйлера) (22) и найдём величины градиентов и перепадов давления для обеих камер массообмена. Для первой камеры:

$$-\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} = \frac{x_1}{\rho SL} \ddot{m}_\partial + \left( \frac{\dot{m}_0}{\rho S} + \dot{m}_\partial \frac{x_1}{\rho SL} \right) \frac{\dot{m}_\partial}{\rho SL}. \quad (30)$$

Принимаем во внимание, что  $\dot{m}_\partial = \dot{x}_n F_n \rho$ ,  $\ddot{m}_\partial = \ddot{x}_n F_n \rho$ .

Тогда градиент давления

$$\frac{\partial p}{\partial x_1} = -\rho \left( \frac{\ddot{x}_n F_n \rho}{\rho SL} x_1 + \frac{\dot{m}_0 \dot{x}_n F_n \rho L}{(\rho SL)^2} + \frac{\dot{x}_n^2 F_n^2 \rho^2}{(\rho SL)^2} x_1 \right). \quad (31)$$

Разность давлений на длине  $L$ :

$$\begin{aligned} \Delta p_1 = p_{1np} - p_{1n} &= \int_0^L \frac{\partial p}{\partial x_1} dx_1 = -\rho \left( \frac{\ddot{x}_n F_n \rho}{\rho SL} \frac{x_1^2}{2} + \frac{\dot{m}_0 \dot{x}_n F_n \rho L}{(\rho SL)^2} x_1 + \frac{\dot{x}_n^2 F_n^2 \rho^2}{(\rho SL)^2} \frac{x_1^2}{2} \right) \Bigg|_0^L = \\ &= -\rho \frac{\ddot{x}_n F_n L}{2S} - \dot{m}_0 \frac{\dot{x}_n F_n}{S^2} - \rho \frac{\dot{x}_n^2 F_n^2}{2S^2}. \end{aligned} \quad (32)$$

Аналогичные выкладки проведём и для второй массообменной камеры.

$$-\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x_2} = \frac{\ddot{m}_\partial}{\rho S} \left( 1 - \frac{x_2}{L} \right) - \frac{\dot{m}_0 \dot{m}_\partial}{\rho^2 S^2 L} - \frac{\dot{m}_\partial^2}{\rho^2 S^2 L} \left( 1 - \frac{x_2}{L} \right). \quad (33)$$

$$\frac{\partial p}{\partial x_2} = -\rho \left( \frac{\ddot{m}_\partial}{\rho S} \left( 1 - \frac{x_2}{L} \right) - \frac{\dot{m}_0 \dot{m}_\partial}{\rho^2 S^2 L} - \frac{\dot{m}_\partial^2}{\rho^2 S^2 L} \left( 1 - \frac{x_2}{L} \right) \right). \quad (34)$$

$$\begin{aligned} \Delta p_2 = p_{2np} - p_{2n} &= \int_0^L \frac{\partial p}{\partial x_2} dx_2 = -\rho \frac{\ddot{m}_\partial}{\rho S} \int_0^L \left( 1 - \frac{x_2}{L} \right) dx_2 + \frac{\dot{m}_0 \dot{m}_\partial}{\rho S^2 L} x_2 \Big|_0^L + \frac{\dot{m}_\partial^2}{\rho S^2 L} \int_0^L \left( 1 - \frac{x_2}{L} \right) dx_2 = \\ &= -\rho \frac{\ddot{x}_n F_n L}{2S} + \dot{m}_0 \frac{\dot{x}_n F_n}{S^2} + \rho \frac{\dot{x}_n^2 F_n^2}{2S^2}. \end{aligned} \quad (35)$$

Формулы (32) и (35) показывают, что перепад давлений на любой камере массообмена является мерой плотности и массового расхода жидкости.

Найдём сумму и разность  $\Delta p_1$  и  $\Delta p_2$ .

$$\Delta p_1 + \Delta p_2 = -\rho \frac{\ddot{x}_n F_n L}{S}. \quad (36)$$

$$\Delta p_1 - \Delta p_2 = \dot{m}_0 \frac{2\dot{x}_n F_n}{S^2} + \rho \frac{\dot{x}_n^2 F_n^2}{S^2}. \quad (37)$$

Формулы (36) и (37) позволяют выделить составляющие сигнала, зависящие от плотности и от расхода, по отдельности. Здесь так же, как и в описанном инерционном плотномере, можно воспользоваться способом гармонического анализа сигналов ( $\Delta p_1 + \Delta p_2$ ) и ( $\Delta p_1 - \Delta p_2$ ), с целью выделения амплитуды и фазы сигнала. Однако структура формул (32) и (35) показывает, что нет необходимости выделять слагаемые, зависящие от плотности и от массового расхода отдельно в явном виде, как это показано в формулах (36) и (37). Поскольку вынуждающее воздействие гармоническое, его частота, амплитуда и фаза известны, то отсюда следует, что любой из сигналов  $\Delta p_1$  или  $\Delta p_2$  несёт всю необходимую информацию о плотности  $\rho$  и массовом расходе  $\dot{m}_0$  жидкости. Составляющие, пропорциональные плотности и массовому расходу, оказываются сдвинуты по фазе на  $90^\circ$ , т. е. ортогональны.

Определим амплитуды составляющих сигнала  $\Delta p_1(t)$  (формула 32) по двум ортогональным координатам  $\sin \omega t$  и  $\cos \omega t$ .

$$\begin{aligned}x_n &= A \sin \omega t, \\ \dot{x}_n &= A \omega \cos \omega t, \\ \ddot{x}_n &= -A \omega^2 \sin \omega t.\end{aligned}$$

Тогда выражение для перепада  $\Delta p_1(t)$  принимает вид

$$\Delta p_1(t) = \rho \frac{F_n L}{S} \frac{L}{2} A \omega^2 \sin \omega t - \dot{m}_0 \frac{F_n A \omega}{S^2} \cos \omega t - \rho \left( \frac{1}{2} \left( \frac{F_n}{S} \right)^2 A^2 \omega^2 \right) \cos^2 \omega t. \quad (38)$$

Вычислим интегралы  $P_\rho = \int_0^{T=2\pi/\omega} \Delta p_1(t) \sin \omega t dt$  и  $P_Q = \int_0^{T=2\pi/\omega} \Delta p_1(t) \cos \omega t dt$ .

Найдём сначала интегралы

$$\int_0^{2\pi/\omega} \sin^2 \omega t \cdot \sin \omega t dt = -\frac{1}{\omega} \int_0^{2\pi/\omega} (1 - \cos^2 \omega t) d \cos \omega t = -\frac{1}{\omega} \left[ \cos \omega t - \frac{\cos^3 \omega t}{3} \right]_0^{2\pi/\omega} = 0; \quad (39)$$

$$\int_0^{2\pi/\omega} \sin^2 \omega t \cos \omega t dt = \frac{1}{\omega} \int_0^{2\pi/\omega} \sin^2 \omega t d \sin \omega t = \frac{\sin^3 \omega t}{3\omega} \Big|_0^{2\pi/\omega} = 0; \quad (40)$$

$$\int_0^{2\pi/\omega} \cos^2 \omega t \cdot \sin \omega t dt = -\frac{1}{\omega} \int_0^{2\pi/\omega} \cos^2 \omega t d \cos \omega t = -\frac{\cos^3 \omega t}{3\omega} \Big|_0^{2\pi/\omega} = 0; \quad (41)$$

$$\int_0^{2\pi/\omega} \cos^2 \omega t \cdot \cos \omega t dt = \frac{1}{\omega} \int_0^{2\pi/\omega} (1 - \sin^2 \omega t) d \sin \omega t = \frac{1}{\omega} \left[ \sin \omega t - \frac{\sin^3 \omega t}{3} \right]_0^{2\pi/\omega} = 0. \quad (42)$$

Приведённые интегралы (39)–(42) указывают на свойство ортогональности функций  $\sin^2 \omega t$  и  $\cos^2 \omega t$  и к функции  $\sin \omega t$ , и к  $\cos \omega t$ . Следовательно, третье слагаемое в формуле (38), обусловленное величиной скоростного напора дополнительного потока в основном трубопроводе, при вычислении интегралов  $P_\rho$  и  $P_Q$  обращается в ноль. Тогда:

$$P_\rho = \int_0^{2\pi/\omega} \Delta p_1(t) \sin \omega t dt = \rho \frac{L A \omega^2 F_n}{2S} \cdot \frac{\pi}{\omega} = \rho \cdot \frac{\pi L A \omega F_n}{2S}; \quad (43)$$

$$P_Q = \int_0^{2\pi/\omega} \Delta p_1(t) \cos \omega t dt = -\dot{m}_0 \frac{F_n \omega A}{S^2} \cdot \frac{\pi}{\omega} = -\dot{m}_0 \frac{F_n A \pi}{S^2}. \quad (44)$$

Отсюда находим

$$\rho = \frac{P_\rho}{K_\rho} = \frac{\int_0^{2\pi/\omega} \Delta p_1(t) \sin \omega t dt}{\pi L A \omega F_n / (2S)}, \quad (45)$$

$$\text{где } K_\rho = \frac{\pi L A \omega F_n}{2S}; \quad (46)$$

$$\dot{m}_0 = -\frac{P_Q}{K_Q} = -\frac{\int_0^{2\pi/\omega} \Delta p_1(t) \cos \omega t dt}{F_n A \pi / S^2}, \quad (47)$$

$$\text{где } K_Q = \frac{F_n A \pi}{S^2}. \quad (48)$$

Каждый из коэффициентов  $K_p$  и  $K_Q$  является комплексом конструктивных параметров, практически неизменных при эксплуатации (здесь действует та же оговорка, что и в инерционном измерителе плотности: возникновение отложений на стенках основного трубопровода вызовет уменьшение величины сечения  $S$  и связанный с ним рост погрешности. Кроме того, для коэффициента  $K_p$  следует измерять фактическую величину  $\omega$ ).

Следовательно, инерционный способ обеспечивает принципиальную возможность прямого измерения плотности и массового расхода жидкости. Здесь так же, как и в случае с измерителем только плотности (п. 1), постоянная составляющая перепада, возникающая вследствие вязкости или гидравлических потерь, не оказывает никакого влияния на измеренные величины интегралов  $P_p$  и  $P_Q$ , следовательно, не влияет на точность измерения плотности и массового расхода.

На рисунках 3 и 4 приведены расчётные примеры графиков перепада  $\Delta p_l$  расходомера при разных значениях расхода.

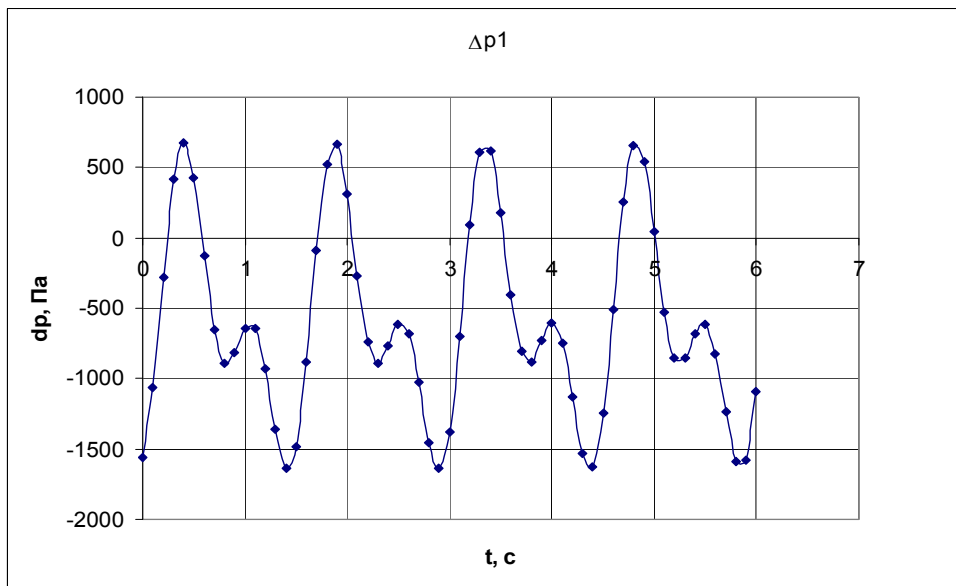


Рис. 3. Расчётная функция перепада давления при величине расхода  $Q=0.5$  кг/с

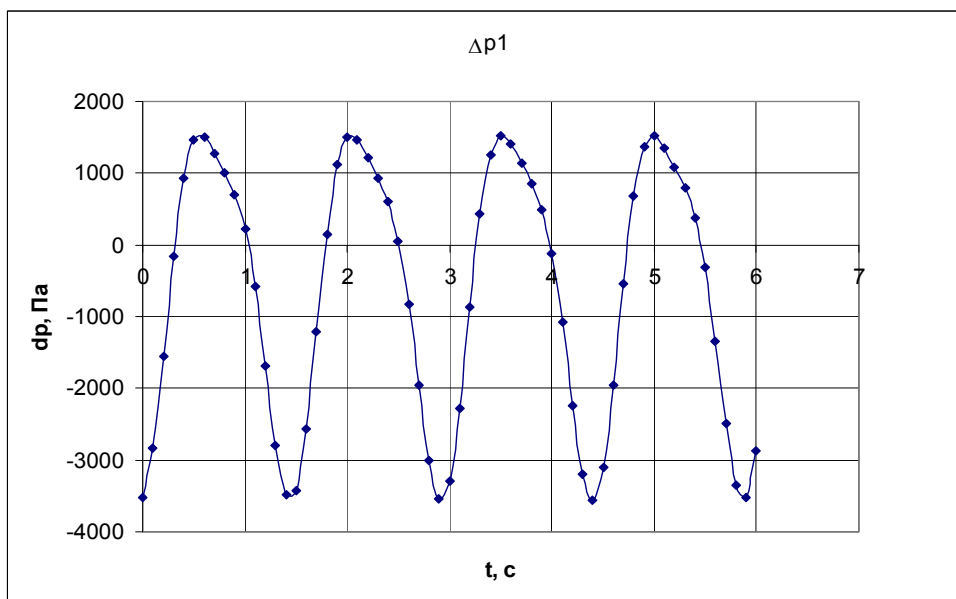


Рис. 4. Расчётная функция перепада давления при величине расхода  $Q=3$  кг/с

Преимущества измерителя массового расхода и плотности, построенного на описанном принципе, следующие: он может работать на потоке среды, осуществляет измерение на всём объёме (интегральным образом), обладает весьма малым гидравлическим сопротивлением.

Как видим, решение рассмотренной задачи представляет не только теоретический интерес, но и может быть использовано при построении измерительного прибора для измерения массового расхода и плотности жидкости.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Майоров Е. В., Онищук В. А. Об инерционном способе одновременного измерения массового расхода жидкости и её плотности // Прикладная физика. – 2005. – №6. – С. 18.

2. Лойцянский Л. Г. Механика жидкости и газа: учебник для вузов. – 7-е изд., испр. – Москва : Дрофа, 2003.

#### REFERENCES

1. Mayorov E. V., Onishchuk V. A. *Ob inertsiionnom sposobe odnovremennogo izmereniya massovogo rashkoda zhidkosti I ee plotnosti* [On the inertial method of simultaneous measurement of the mass flow rate of a liquid and its density] // Applied Physics, 2005, №6, P. 18.

2. Loytsyanskiy L. G. *Mekhanika zhidkosti I gaza: uchebnyk dlya vuzov* [Fluid and gas mechanics: a textbook for universities]. 7th ed., Corr. Moscow: Drofa, 2003.

.....

*Жиляев Олег Валентинович, аспирант кафедры «Тепловая и топливная энергетика» УлГТУ, заместитель главного конструктора, руководитель Бюро новой продукции отдела главного конструктора Научно-Производственного Общества «Новые Технологии Эксплуатации Скважин», (ООО НПО «НТЭС») г. Бугульма (Республика Татарстан), [oleg\\_zhilyaev@rambler.ru](mailto:oleg_zhilyaev@rambler.ru).*

Поступила 28.01.2019 г.

УДК 531.1; 531.8

В. К. МАНЖОСОВ, А. А. САМСОНОВ

## **АКТИВНЫЕ И РЕАКТИВНЫЕ СИЛЫ В РЫЧАЖНОМ МЕХАНИЗМЕ ЗАХВАТА ПРИ КОНТАКТЕ ВЕДОМОГО ЗВЕНА С ТВЁРДЫМ ТЕЛОМ**

*Статья посвящена передаче движения в рычажном механизме захвата. В технологических системах такие механизмы используются для подъёма и перемещения твёрдых цилиндрических тел. Силы трения в зоне контакта ведомого звена с цилиндрической поверхностью исключают возможность разрыва связи твёрдого тела и ведомого звена.*

*Определено соотношение силы на ведущем звене и возникающей нормальной реакции в зоне контакта ведомого звена с цилиндрической поверхностью. Определено влияние параметров механизма на соотношение этих сил. Определяется зона, в которой отношение сил достигает наименьших значений.*

Ключевые слова: рычажный механизм, механизм захвата, передача движения, силы трения, угол передачи движения, условия равновесия.

Захваты рычажного типа составляют распространённую группу устройств, удерживающих объект транспортировки за счёт контактного взаимодействия ведомого звена с объектом [1, 2].

---

© Манжосов В. К., Самсонов А. А., 2019

В работе [3] рассмотрена схема манипулятора для захвата и перемещения твёрдых цилиндрических тел. Исполнительный механизм (рис. 1), обеспечивающий захват, представляет собой рычажный механизм. Ведущее звено (ползун) исполнительного механизма перемещается поступательно, а ведомое звено (клеваш) совершает вращательное движение в плоскости звена  $AB = l$  (рис. 2) и клешни  $ODC$  (обозначим эту плоскость как плоскость  $x-y$ ).



Рис. 1. Механизм захвата

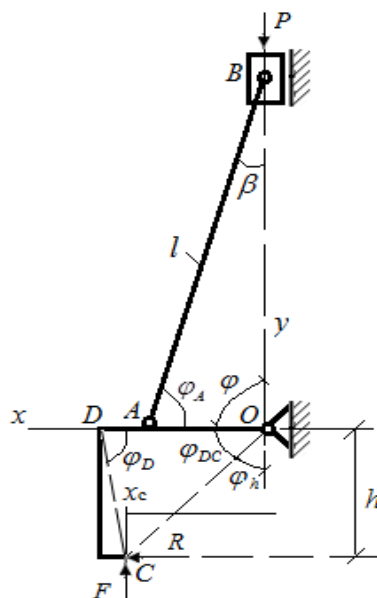


Рис. 2. Схема механизма в момент захвата

При захвате цилиндрических тел исполнительных механизмов как минимум три. Углы между плоскостями исполнительных механизмов определяются как  $\phi = 2\pi / n$ , где  $n$  – число исполнительных механизмов ( $n > 2$ ).

Схема исполнительного механизма в момент контакта с объектом захвата представлена на рис. 2. При контакте точка  $C$  имеет координаты  $x_c$  и  $y_c = -h$ . Положение звена  $OA$  в момент контакта определяется углом  $\phi$ . Расстояние от точки  $C$  до точек  $D$  и  $O$  определяется отрезками  $DC = l_{DC}$  и  $OC = l_C$ . Положение отрезка  $OC$  относительно вертикали определяется углом  $\phi_h$ , положение отрезка  $DC$  относительно  $OD = l_D$  определяется углом  $\phi_D$ .

При контакте с твёрдым телом в точке контакта (в точке  $C$ ) повороту звена  $ODC$  противодействует нормальная составляющая реакции  $-R$  и сила трения  $F = f \cdot R$ , где  $f$  – коэффициент трения.

Если при перемещении твёрдого тела захват удерживает его за счёт сил трения  $F$ , то величина этих сил должна быть определена из условия надёжности захвата.

Рассекая звено  $AB$  и используя аксиому связей, определим соотношение между движущей силой  $P$ , действующей на ползун, и продольной силой  $N$  в поперечном сечении звена  $AB$ . На рис. 3 представлена схема сил, действующих на ползун  $B$  и отсечённую часть звена  $AB$ .

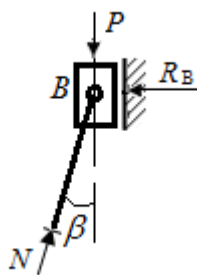


Рис. 3. Схема сил, действующих на ползун  $B$  и отсечённую часть звена  $AB$

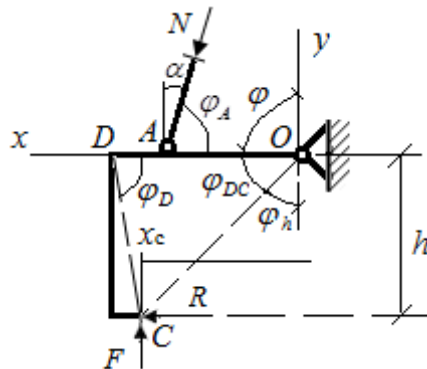


Рис. 4. Схема сил, действующих на часть звена  $AB$  и ведомое звено (клевашню)  $ODC$

Из условия статического равновесия сил (полагая, что связи звеньев идеальные) следует, что

$$N \cos \beta - P = 0, \quad N = P / \cos \beta. \quad (1)$$

На рис. 4 представлена схема сил, действующих на отсечённую часть звена  $AB$  и ведомое звено (кleshню)  $ODC$  в момент контакта с твёрдым телом. Из условия статического равновесия сил (полагая, что связи звеньев за исключением в зоне контакта идеальные) следует, что

$$N \cos \alpha \cdot l_A - Rh - F \cdot x_C = 0, \quad F = f \cdot R \quad N = \frac{R(h + f \cdot x_C)}{l_A \cos \alpha}, \quad (2)$$

где  $\alpha$  – угол давления.

Приравнявая (1) и (2), приходим к равенству

$$\frac{P}{\cos \beta} = \frac{R(h + f \cdot x_C)}{l_A \cos \alpha}, \quad \frac{P}{R} = \frac{(h + f \cdot x_C) \cos \beta}{l_A \cos \alpha}. \quad (3)$$

В зависимости от угла  $\varphi$  и длин звеньев  $OA = l_A$ ,  $AB = l$  определяются углы  $\beta$  и  $\varphi_A$  (рис. 2):

$$l_A / \sin \beta = l / \sin \varphi, \quad \sin \beta = \frac{l_A}{l} \sin \varphi, \quad \beta = \arcsin\left(\frac{l_A}{l} \sin \varphi\right), \quad \varphi_A = \pi - (\varphi + \beta). \quad (4)$$

В зависимости от  $l_D$ ,  $x_C$  и  $h$  определяются  $l_C$ ,  $\varphi_h$ ,  $\varphi_{DC}$ ,  $l_{DC}$ ,  $\varphi_D$ :

$$l_C = \sqrt{x_C^2 + h^2}, \quad \varphi_h = \arcsin\left(\frac{x_C}{l_C}\right), \quad \varphi_{DC} = \pi - (\varphi + \varphi_h), \quad l_{DC} = \sqrt{l_C^2 + l_D^2 - 2l_C l_D \cos \varphi_{DC}},$$

$$\cos \varphi_D = \frac{l_D^2 + l_{DC}^2 - l_C^2}{2l_D l_{DC}}, \quad \varphi_D = \arcsin\left(\frac{l_D^2 + l_{DC}^2 - l_C^2}{2l_D l_{DC}}\right).$$

Перейдём к относительным величинам:

$$\tilde{l} = l / l_A; \quad \tilde{x}_C = x_C / l_A; \quad \tilde{h} = h / l_A; \quad \tilde{l}_D = l_D / l_A; \quad \tilde{l}_{DC} = l_{DC} / l_A; \quad \tilde{l}_C = l_C / l_A. \quad (5)$$

Тогда

$$\sin \beta = \frac{\sin \varphi}{\tilde{l}}, \quad \beta = \arcsin\left(\frac{\sin \varphi}{\tilde{l}}\right), \quad \tilde{l}_C = \sqrt{\tilde{x}_C^2 + \tilde{h}^2}, \quad \varphi_h = \arcsin\left(\frac{\tilde{x}_C}{\tilde{l}_C}\right), \quad (6)$$

$$\varphi_{DC} = \pi - (\varphi + \varphi_h), \quad \tilde{l}_{DC} = \sqrt{\tilde{l}_C^2 + \tilde{l}_D^2 - 2\tilde{l}_C \tilde{l}_D \cos \varphi_{DC}}, \quad \varphi_D = \arcsin\left(\frac{\tilde{l}_D^2 + \tilde{l}_{DC}^2 - \tilde{l}_C^2}{2\tilde{l}_D \tilde{l}_{DC}}\right), \quad (7)$$

$$\frac{P}{R} = \frac{(\tilde{h} + f \cdot \tilde{x}_C) \cos \beta}{\cos \alpha}. \quad (8)$$

От угла  $\varphi_A$  зависит величина угла передачи движения от звена  $AB$  рычагу  $OD$  (обозначим его как  $\gamma$ ) и величина угла давления  $\alpha = \pi / 2 - \gamma$ :

$$\gamma = \begin{cases} \pi - \varphi_A, & \text{если } \varphi < \pi / 2 - \beta; \\ \varphi_A, & \text{если } \varphi \geq \pi / 2 - \beta; \end{cases} \quad \varphi = \begin{cases} \varphi + \beta, & \text{если } \varphi < \pi / 2 - \beta; \\ \pi - (\varphi + \beta), & \text{если } \varphi \geq \pi / 2 - \beta. \end{cases} \quad (9)$$

Координата  $x_C$  точки контакта зависит от поперечных размеров объекта захвата. Координата  $u_C$  определяет расстояние  $h$  по вертикали от точки  $O$  до точки  $C$ . Эти величины, как правило, должны быть заданы при проектировании механизма.

Чтобы при меньшей силе  $P$  обеспечить большее значение реакции  $R$  в зоне контакта, целесообразно, чтобы угол давления  $\alpha \rightarrow 0$ , а угол  $\gamma$  (угол передачи движения от звена  $AB$  рычагу  $OD$ ) стремился к значению  $\gamma \rightarrow \pi / 2$ . При  $\varphi \rightarrow \pi / 2 - \beta$  угол передачи движения  $\gamma \rightarrow \pi / 2$ .

Так как  $\alpha = \pi / 2 - \gamma$ , то  $\cos \alpha = \sin \gamma$  и равенство (8) можно представить в виде

$$\frac{P}{R} = \frac{(\tilde{h} + f \cdot \tilde{x}_C) \cos \beta}{\sin \gamma}. \quad (10)$$

На рис. 5 представлены диаграммы, характеризующие изменение углов  $\varphi_A$ ,  $\gamma$  и  $\beta$  в зависимости от угла  $\varphi$ . Изменение угла  $\varphi$  рассматривается в диапазоне от 1 до 2 радиан при следующих параметрах механизма:  $\tilde{l} = 5$ ;  $\tilde{l}_D = 1,2$ ;  $\tilde{x}_C = 1$ ;  $\tilde{h} = 1,2$ .

В рассматриваемом диапазоне параметров угол  $\beta$  изменяется в весьма малых пределах от 0,17 до 0,2. В этой связи угол  $\varphi_A = \pi - (\varphi + \beta)$  практически линейно зависит от угла  $\varphi$ .

Диаграмма угла передачи движения  $\gamma$  имеет чётко выраженный максимум при  $\varphi = 1,37$ . Величина угла  $\gamma$  при этом достигает значения  $\gamma = 1,57 = \pi/2$ . На рис. 5 затенённая зона показывает область рационального диапазона угла  $\varphi$ , при котором целесообразно обеспечивать контакт ведомого звена (клевши) с твёрдым телом. В этом диапазоне угол передачи движения  $\gamma$  принимает значения от 1,5 до 1,57.

Обратимся к расчётной зависимости (10), определяющей соотношение движущей силы  $P$  и возникающей в контактной зоне реакции  $R$ , значение которой определяет силу трения  $F = f \cdot R$ , способной удержать твёрдое тело при захвате и его перемещении.

На рис. 6 представлена диаграмма соотношения сил  $P/R$  зависимости от угла  $\varphi$ , при котором происходит контакт ведомого звена с твёрдым телом (коэффициент трения  $f = 0,2$ ). Параметры механизма захвата приняты следующими:  $\tilde{l} = 5$ ;  $\tilde{l}_D = 1,2$ ;  $\tilde{x}_C = 1$ ;  $\tilde{h} = 1,2$ .

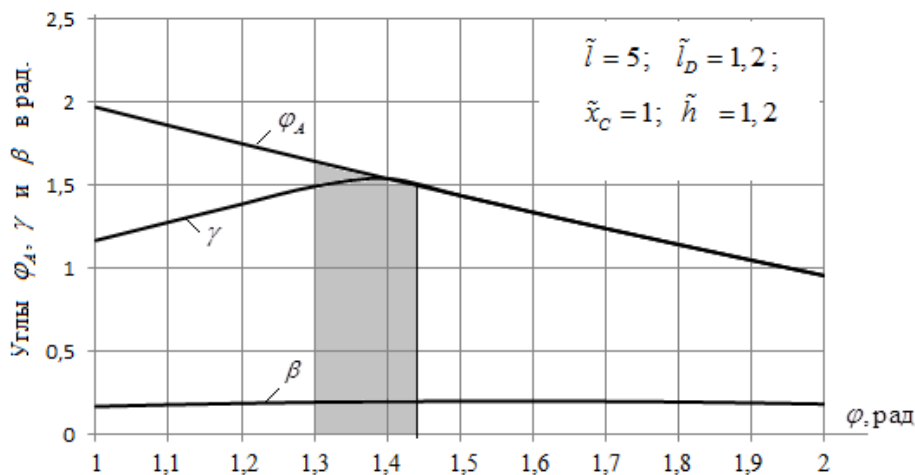


Рис. 5. Изменение углов  $\varphi_A$ ,  $\gamma$  и  $\beta$  в зависимости от угла  $\varphi$

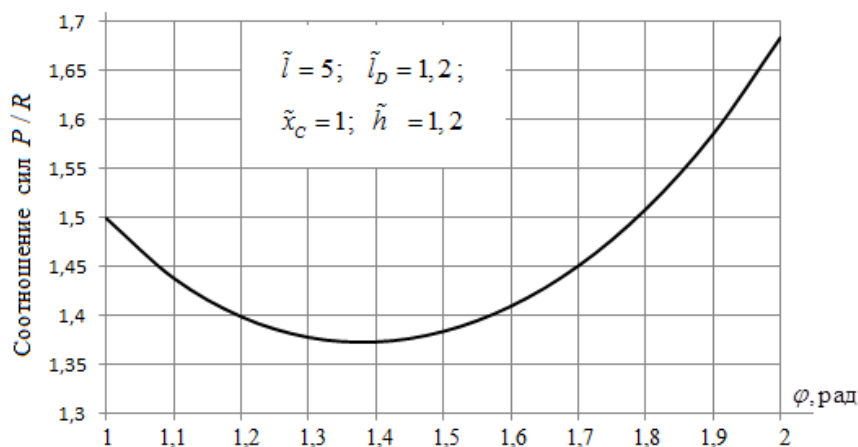


Рис. 6. Диаграмма соотношения сил  $P/R$  зависимости от угла  $\varphi$  при коэффициенте трения  $f = 0,2$

На диаграмме явно можно проследить диапазон минимальных соотношений сил  $P/R$ , который вновь попадает в область рациональных значений угла  $\varphi$ , когда целесообразно обеспечить контакт ведомого звена (клевши) с твёрдым телом. При принятых параметрах минимальное соотношение сил  $P/R = 1,37$ . Это указывает на то, что даже в наиболее благоприятном случае значение движущей силы  $P$  почти на 40 % превышает реакцию  $R$  в зоне контакта.

Анализируя зависимость (10), заметим, что для снижения соотношения  $P/R$  необходимо увеличивать угол  $\beta$  и стремиться обеспечить значение угла  $\gamma$  близким к  $\pi/2$ . Целесообразно также стремиться к уменьшению  $\tilde{h}$  и  $\tilde{x}_C$ .

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Артоболевский И. И. Механизмы в современной технике. Т. 1. Рычажные механизмы. – Москва : Наука, 1970. – 608 с.
2. Manna A. R., Akyurt M., El-Kalay A. K. Six-link Gripper for Cylindrical Objects // Journal of Islamic Academy of Sciences 3:1, pp. 6– 10, 1990.
3. Самсонов А. А. Манипуляторы для дистанционного перемещения грузов // Сб. материалов 52-й НТК УлГТУ. Ч. 1. – Ульяновск : УлГТУ, 2018. – С. 132 – 135.

#### REFERENCES

1. Artobolevskij I. I. *Mekhanizmy v sovremennoj tekhnike*. Mechanisms in modern technology. T. 1. Lever mechanisms. Moscow: Science, 1970, 608 p.
2. Manna A. R., Akyurt M., El-Kalay A. K. Six-link Gripper for Cylindrical Objects // Journal of Islamic Academy of Sciences 3:1, pp. 6–10, 1990.
3. Samsonov A. A. *Manipulyatory dlya distantsionnogo peremeshheniya грузов* [Manipulators for remote movement of goods] // *Sb. materialov 52-j NTK UlGTU*. [Materials of the 52nd NTK UlSTU]. CH. Part 1. Ulyanovsk: UlSTU, 2018, pp. 132–135.

.....

**Манжосов Владимир Кузьмич**, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Промышленное и гражданское строительство» Ульяновского государственного технического университета. Имеет статьи, монографии, изобретения в области динамики машин, моделирования процессов удара [e-mail: [v.manjosov@ulstu.ru](mailto:v.manjosov@ulstu.ru)].

**Самсонов Александр Анатольевич**, аспирант кафедры «Промышленное и гражданское строительство» Ульяновского государственного технического университета. Имеет статьи и патенты в области создания механизмов различного технологического назначения [e-mail: [tpm@ulstu.ru](mailto:tpm@ulstu.ru)].

Поступила 11.02.2019 г.

УДК 004.942

Н. А. АНДРИЯНОВ, К. К. ВАСИЛЬЕВ

## СВОЙСТВА АВТОРЕГРЕССИЙ С КРАТНЫМИ КОРНЯМИ ХАРАКТЕРИСТИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ

*Рассматриваются вероятностные свойства случайных последовательностей и полей, порождённых авторегрессиями с кратными действительными корнями характеристических уравнений. Особое внимание уделено анализу корреляционных характеристик таких моделей и исследованию эффективности фильтрации при различных порядках и кратностях моделей.*

Ключевые слова: авторегрессия, характеристическое уравнение, кратные корни, случайные последовательности, случайные поля, корреляционная функция, оптимальная фильтрация, дисперсия ошибки.

*Результаты получены при поддержке гранта РФФИ № 17-01-00179.*

Авторегрессионные (АР) случайные последовательности и случайные поля (СП) широко применяются для описания изменения состояния реальных физических объектов, моделирования сигналов и помех в разнообразных инфокоммуникационных системах [1-3]. Однако увеличение порядка АР модели значительно усложняет возможности их анализа. Компромиссом между простотой описания и возможностью моделирования близких к реальным «гладких» СП могут служить АР процессы с кратными корнями характеристических уравнений [2-9]. Рассмотрим основные свойства таких СП и возможности оценки эффективности их оптимального оценивания на фоне белого шума.

Для заданного характеристического уравнения

$$z^m - \rho_1 z^{m-1} - \rho_2 z^{m-2} - \dots - \rho_m = 0 \quad (1)$$

может быть записана АР модель порядка  $m$ :

$$x_i = \rho_1 x_{i-1} + \rho_2 x_{i-2} + \dots + \rho_m x_{i-m} + \xi_i, \quad (2)$$

где  $\xi_i$  – СП независимых случайных величин с нулевыми средними и дисперсией  $\sigma_\xi^2$ .

Характеристическое уравнение (1) с корнем  $z = \rho$  кратности  $m$  имеет вид  $(z - \rho)^m = 0$  и АР (2) может быть представлена в операторной форме следующим образом:

$$(1 - \rho z^{-1})^m x_i = \beta \xi_i, \quad (3)$$

где  $z^{-k} x_i = x_{i-k}$ .

Можно показать [3-5], что при заданной дисперсии  $\sigma_x^2 = M\{x_i^2\}$  коэффициент

$$\beta^2(m) = (1 - \rho^2)^{2m-1} \sigma_x^2 / \sum_{l=0}^{m-1} (C_{m-1}^l \rho^l)^2.$$

Рассмотренные АР разных порядков  $m$  имеют следующие корреляционные функции (КФ) [3-5]:

$$B_m(k) = M\{x_i x_{i-k}\} = \beta^2(m) \rho^k \sum_{l=0}^{m-1} g(m, l, k) \frac{\rho^{2(m-l-1)}}{(1 - \rho^2)^{2m-l-1}}, \quad (4)$$

где  $g(m, l, k) = \frac{(m+k-1)!(2m-l-2)!}{l!(m-1)!(m-l-1)!(m+k-l-1)!}$ .

При одном и том же значении корня  $\rho$  КФ будут убывать тем медленнее, чем больше выбранный порядок  $m$ . Практический интерес представляет сравнительный анализ моделей различных кратностей  $m$  с одним и тем же интервалом корреляции  $k_0$ .

Используя выражение (4), можно найти коэффициенты  $\rho$ , при которых интервал корреляции на уровне  $1/e$  равен  $k_0$  для заданного порядка модели  $m$ . На рис. 1а представлены зависимости величины  $\gamma = (1-\rho)k_0$  от интервала корреляции  $k_0$  при различных порядках АР. Поскольку  $k_0 = \gamma / (1-\rho)$ , то параметр  $\gamma$  показывает, во сколько раз интервал корреляции АР процесса порядка  $m$  больше, чем интервал корреляции АР первого порядка.

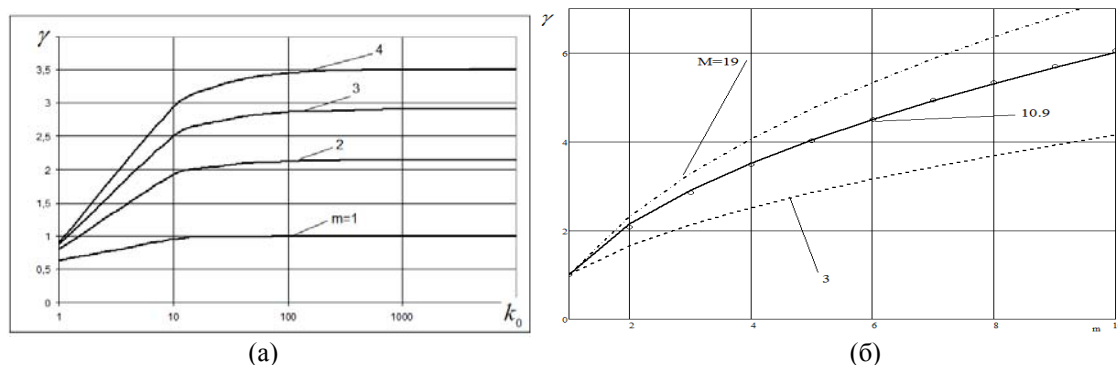


Рис. 1. Зависимости параметра  $\gamma$  от интервала корреляции (а) и от кратности модели (б)

Можно показать, что при малых значениях  $1-\rho$  параметр  $\gamma = \sqrt{M-1} / \sqrt{m\sqrt{M}-1}$ . На рис. 1б показаны асимптотические зависимости  $\gamma$  при разных  $M$ . Практически полное совпадение с точными значениями (сплошная линия) наблюдается при  $M = 10.9$ .

Рассмотрим возможности обобщения АР модели на многомерный случай. Авторегрессионные СП в общем случае могут быть заданы уравнениями следующего вида [2–6]:

$$x_{\bar{i}} = \sum_{\bar{j} \in D} \alpha_{\bar{j}} x_{\bar{i}-\bar{j}} + \sigma_x \beta_0 \xi_{\bar{i}}, \quad \bar{i} \in \Omega, \quad (5)$$

где  $X = \{x_{\bar{i}}, \bar{i} \in \Omega\}$  – моделируемое СП, определённое на  $N$ -мерной сетке  $\Omega = \{\bar{i} = (i_1, i_2, \dots, i_N) : i_k = 1 \dots M_k, k = 1 \dots N\}$ ;  $\{\beta_0, \alpha_{\bar{j}}, \bar{j} \in D\}$  – коэффициенты модели;  $\{\xi_{\bar{i}}, \bar{i} \in \Omega\}$  – белое гауссовское СП с нулевым средним и единичной дисперсией;  $\sigma_x^2$  – дисперсия СП  $x_{\bar{i}}$ ;  $D \subset \Omega$  – каузальная область локальных состояний.

Модели (5) соответствует пространственный линейный фильтр с передаточной функцией

$$H(\bar{z}) = \frac{\sigma_x \beta_0}{1 - \sum_{\bar{j} \in D} \alpha_{\bar{j}} \bar{z}^{-\bar{j}}},$$

где  $\bar{z}^{-\bar{j}} = z_1^{-j_1} z_2^{-j_2} \dots z_N^{-j_N}$ .

При этом энергетический спектр СП  $X$  записывается следующим образом:

$$S_x(\bar{z}) = H(\bar{z}) H(\bar{z}^{-1}).$$

Простое и весьма полезное для приложений многомерное разделимое СП  $x_{\bar{i}}$  можно представить с помощью пространственной АР

$$\prod_{k=1}^N (1 - \rho_k z_k^{-1})^{m_k} x_{\bar{i}} = \sigma_x \beta_0 \xi_{\bar{i}}, \quad \bar{i} \in \Omega, \quad (6)$$

с корнями  $\rho_k$  характеристических уравнений кратности  $m_k, k = 1, 2, \dots, N$ . В этом случае

$$H(\bar{z}) = \sigma_x \beta_0 / \prod_{k=1}^N (1 - \rho_k z_k^{-1})^{m_k},$$

где  $\beta_0 = \prod_{k=1}^N \beta_k$ ;  $\beta_k(m_k) = (1 - \rho_k^2)^{2m_k - 1} / \sum_{l=0}^{m_k - 1} (C_{m_k - 1}^l \rho_k^l)^2$  [2-4].

Следует отметить, что СП, порождённое АР моделями (6), имеет КФ в виде произведения одномерных КФ вида (4). Для АР первого порядка это приводит к значительной анизотропии

формируемого СП. Вместе с тем, уже при кратности корней характеристических уравнений, равной двум, наблюдается существенное изменение корреляционных свойств СП и приближение его реализаций к реальным квазиизотропным изображениям [2–6]. Для иллюстрации на рис. 2 представлены графики КФ для СП на двумерной сетке при кратностях по каждой размерности  $m = 1$  (а) и  $m = 2$  (б) соответственно. Хорошо заметно значительное изменение вида вершины КФ для модели с кратным корнем характеристического уравнения. Можно показать [2], что сечения высоких уровней таких КФ представляют собой гиперэллипсоиды.

Пусть на основе наблюдений  $z_j = x_j + n_j$ ,  $\bar{j} = (j_1 j_2 \dots j_N)^T \in \Omega$ , смеси информационного СП и белого СП с дисперсией  $\sigma^2 = M\{n_j^2\}$  необходимо дать наилучшую (в смысле минимума дисперсии ошибки) линейную оценку  $\hat{x}_0 = \sum_{j \in \Omega} h_j z_j$  элемента  $x_0$  информационного СП. Условие минимума

$$\sigma_e^2 = M\{(\hat{x}_0 - x_0)^2\} = M\left\{\left(\sum_{j \in \Omega} h_j z_j - x_0\right)^2\right\}$$
 запишется как система линейных уравнений

$$h_q \sigma^2 + \sum_{\bar{j} \in \Omega} h_{\bar{j}} B(\bar{r} - \bar{j}) = B(\bar{r}), \quad \bar{r} \in \Omega,$$

которую можно рассматривать как пространственный аналог уравнений Винера-Хопфа. С помощью многомерного  $z$ -преобразования может быть найдено решение системы и выражение для относительной дисперсии ошибки

$$\frac{\sigma_e^2}{\sigma_x^2} = \frac{1}{(2\pi)^N} \int_{-\pi}^{\pi} \dots \int_{-\pi}^{\pi} \frac{\beta_0^2}{\prod_{k=1}^N (1 + \rho_k^2 - 2\rho_k \cos \lambda_k)^{m_k} + q\beta_0^2} d\bar{\lambda},$$

где  $q = \sigma_n^2 / \sigma^2$ .

На рис. 3 представлены зависимости относительной дисперсии ошибки фильтрации от радиуса корреляции  $k_0$  при различных отношениях сигнал/шум  $q = 0.1$  (а) и  $q = 1.0$  (б).

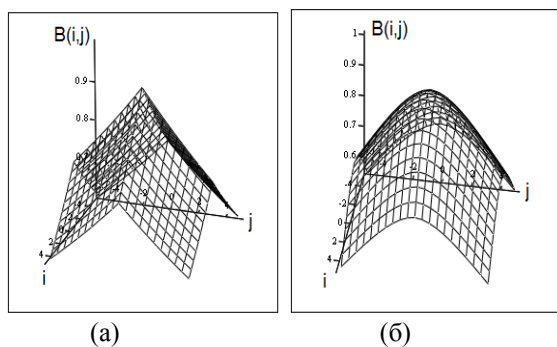


Рис. 2. Корреляционные функции случайных полей для АР моделей

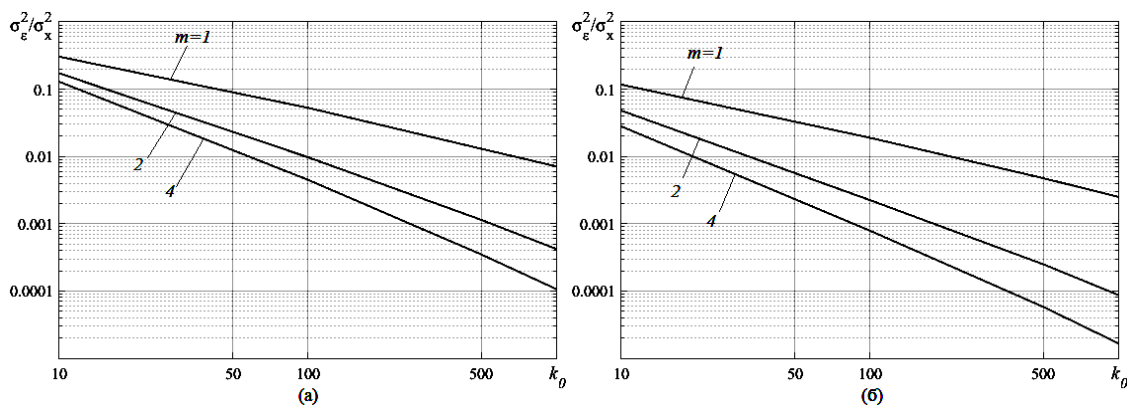


Рис. 3. Относительные дисперсии ошибок двумерного СП

Анализ полученных зависимостей показывает, что при достаточно малых интервалах корреляции ( $k_0 < 10$ ) дисперсии ошибок фильтрации АР случайных полей 1-го и 2-го порядков близки. Однако при увеличении  $k_0$  происходит существенное снижение погрешностей для СП с кратными корнями характеристических уравнений. Увеличение размерности и дальнейшее увеличение интервала корреляции приводит к значительному уменьшению погрешностей фильтрации разделимых СП с кратными корнями характеристических уравнений.

Рассмотренные свойства АР процессов с кратными корнями характеристических уравнений позволяют сделать вывод о целесообразности использования таких моделей для описания случайных процессов с гладким характером реализаций. Расширение таких моделей для представления каузальных случайных полей даёт возможность имитировать близкие к изотропным многомерные изображения и их последовательности. Важными свойствами таких моделей является возможность простого анализа эффективности фильтрации и построения оптимальных рекуррентных оценок при наличии аддитивного шума наблюдений на основе стандартных уравнений калмановской фильтрации.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бокс Дж., Дженкинс Г. Анализ временных рядов. Прогноз и управление/ Пер. с англ.; под ред. В.Ф. Писаренко. – Москва : Мир, 1974. – Вып.1. – 406 с.
2. Прикладная теория случайных процессов и полей / К. К. Васильев, Я. П. Драган, В. А. Казаков, В. Р. Крашенинников, Ю. П. Кунченко, В. А. Омельченко, А. П. Трифонов, А. А. Спектор; под ред. Васильева К. К. и Омельченко В. А. – Ульяновск : УлГТУ, 1995. – 256 с.
3. Vasilyev K. K., Popov O. V. Autoregression models of random fields with Multiple Roots// Pattern recognition and Image analysis, 1999, v. 9, №2, pp. 327–328.
4. Васильев К. К. Оптимальная обработка сигналов в дискретном времени: учебное пособие. – Москва : Радиотехника, 2016. – 288 с.
5. Васильев К. К. Авторегрессии с кратными корнями характеристических уравнений// Радиотехника. – 2014. – №11. – С. 74–76.
6. Васильев К. К., Андриянов Н. А. Анализ авторегрессий с кратными корнями характеристических уравнений // Радиотехника. – 2017. – №6. – С. 13–17.
7. Васильев К. К., Андриянов Н. А., Абдулкадим Х. А. Эффективность фильтрации случайных полей с кратными корнями характеристических уравнений // Радиотехника. – 2018. – №6. – С. 20–23.
8. Андриянов Н. А. Моделирование авторегрессий с кратными корнями разных порядков // Актуальные проблемы физической и функциональной электроники. Материалы 20-й Всероссийской молодёжной научной школы-семинара. 2017. – Ульяновск : УлГТУ, 2017. – С. 96–97.
9. Andriyanov N. A., Vasiliev K. K. Use autoregressions with multiple roots of the characteristic equations to image representation and filtering // CEUR Workshop Proceedings, Volume 2210, 2018, P. 273–281.

#### REFERENCES

1. Box G., Jenkins G. *Analiz vremennykh riadov. Prognoz i upravlenie*. [Time series analysis. Forecast and management], tr., edited by V. Pisarenko, Moscow, Mir Publ., 1974. 406 p.
2. *Prikladnaia teoriia sluchainykh processov i polei* [Applied theory of random processes and fields] edited by K.K. Vasilyev and V.A. Omelchenko, Ulyanovsk, UISTU, 1995. 256 p.
3. Vasilyev K. K., Popov O. V. Autoregression models of random fields with Multiple Roots// Pattern recognition and Image analysis, 1999, v.9, №2, pp. 327–328.
4. Vasilyev K. K. *Optimalnaia obrabotka signalov v diskretnom vremeni* [Optimum processing of signals in discrete time], Moscow, Radiotekhnika, 2016. 288 p.
5. Vasilyev K. K. *Avtoregressii s kratnymi korniami kharakteresticheskikh uravnenii* [Autoregression with multiple roots of characteristic equations], Moscow, Radiotekhnika, vol. 1, 2014, pp.74–76.
6. Vasilyev K. K., Andriyanov N.A. *Analiz avtoregressii s kratnymi korniami kharakteresticheskikh uravnenii* [Analysis of autoregression with multiple roots of characteristic equations], Moscow, Radiotekhnika, vol. 6, 2017, pp. 13–17.
7. Vasilyev K. K., Andriyanov N. A. and Abdulkadim H. A. *Effectivnost filtracii sluchainykh polei s kratnymi korniami kharakteresticheskikh uravnenii* [Filtration efficiency of random fields with multiple roots of characteristic equations], Moscow, Radiotekhnika, vol. 6, 2018, pp.20–23.

8. Andriyanov N. A. *Modelirovanie avtoregressii s kratnymi korniami raznykh poriadkov* [Modeling autoregression with multiple roots of different orders], Proceedings of Workshop on Actual problems of physical and functional electronics, Ulyanovsk, UISTU, 2017, pp. 96–97.

9. Andriyanov N. A., Vasiliev K. K. Use autoregressions with multiple roots of the characteristic equations to image representation and filtering // CEUR Workshop Proceedings, Volume 2210, 2018, pp. 273–281.

.....

*Андрьянов Никита Андреевич*, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры «Телекоммуникации» УлГТУ, старший преподаватель кафедры авиационной техники (Ульяновский институт гражданской авиации им. Главного маршала авиации Г. П. Бугаева).

*Васильев Константин Константинович*, доктор технических наук, профессор кафедры «Телекоммуникации» УлГТУ.

*Поступила 01.03.2019 г.*

УДК 629.051

О. В. МИЛАШКИНА, Д. Э. АЛЕКСЕЕВ, Н. А. КУКЛЕВ

## ОСОБЕННОСТИ ИННОВАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ НАВИГАЦИИ GLOBAL LANDING SYSTEM (GLS) ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ О МЕСТОПОЛОЖЕНИИ, ТРЕБУЕМОЙ ДЛЯ ПОДХОДА И ПОСАДКИ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ

*Авиационная промышленность разработала новую систему посадки на основе Глобальной навигационной спутниковой системе (GNSS). Система посадки (GLS) объединяет спутниковую и наземную навигационные информации для обеспечения информации о местоположении, требуемой для подхода и посадки воздушного судна (ВС). Потенциальные преимущества GLS включают значительно улучшенный взлёт и возможности посадки в аэропортах по всему миру, улучшенный подход к инструментам обслуживания в дополнительных аэропортах и взлётно-посадочных полосах (ВПП), и возможная замена приборов системы посадки.*

Ключевые слова: система навигации, глобальная спутниковая система, бортовая система, воздушное судно.

Более 10 лет авиационная промышленность осуществляла разработку позиционирования и наземного планирования, основанную на Глобальной навигационной спутниковой системе (GNSS). Эти усилия завершились в 2001 году, когда ICAO (Международная организация гражданской авиации) одобрила международный стандарт для системы посадки на основе местных коррекционных данных GNSS до уровня, который будет соответствовать современным способам подхода и посадки. Стандарты ICAO и Рекомендуемая практика (SARPS) определяют характеристики наземно-расположенной системы GBAS (Комплексная наземная радиосистема контроля состояния и локального повышения достоверности и целостности работы спутниковых группировок для нужд гражданской авиации), которая может предоставляться полномочным органом аэропорта или органом ОВД (организация воздушного движения). Служба GBAS отправляет излучаемый сигнал в пространстве, который может быть принят специальным бортовым оборудованием самолёта, используя в качестве основы приземления GNSS системы (GLS – глобальная система посадки). Изначально ICAO поддерживала GLS как инструмент для подхода. В настоящее время данная система

используется в сложных метеоусловиях для взлёта, подхода, посадки и руления.

GLS состоит из трёх основных элементов:

- глобальная спутниковая система, которая поддерживает всемирное навигационное определение местоположения;
- устройство GBAS в каждом оборудованном аэропорту, который обеспечивает коррекцию локального навигационного спутника сигналов;
- авионики в каждом самолёте, которая обеспечивает руководство и управление на основе спутника и GBAS.

Основной службой позиционирования является усиление в/или вблизи аэропорта через радиопередатчик GBAS, потому что система GBAS расположена в определённом известном месте на Земле, следовательно, может оценить ошибки, содержащиеся в исходных данных при подходе (посадке). Система GBAS сравнивает данные с исходным (базовым) позиционированием и вычисляет исправление на спутниковой основе. Исправления называются псевдодальностью, потому что основной параметр представляет собой расстояние между GBAS и отдельными спутниками. Система спутников находится в непрерывном движении, и они поднимаются и снижаются над горизонтом во время наблюдения за воздушным судном из любой точки Земли. GBAS вычисляет поправки для всех спутников и передаёт эту информацию о близлежащих самолётах через канал передачи

данных. Типичная боковая точность должна составлять не более 1 м. Одна наземная станция GBAS обычно обеспечивает обслуживание (подход и посадку) всех взлётно-посадочных полос в аэропорту, где она установлена. GBAS может даже предоставлять услуги подхода в близлежащих аэропортах (рис. 1) [1].

Одной из особенностей, которая отличает GLS от традиционной системы посадки, таких как ILS (курсо-глиссадная система посадки), является возможность для выбора разнообразных конечных путей подхода, захода на посадку для данной взлётно-посадочной полосы. Каждому подходу даётся уникальный идентификатор для конкретного этапа конечного захода на посадку, глиссады. Данные FAS для всех подходов поддерживаются конкретной GBAS и передаются на самолёт через тот же канал передачи данных как скорректированный диапазон спутниковых данных. Приёмники обрабатывают псевдодальность коррекции и данных FAS – Free Alongside Ship для получения показаний об отклонениях от ILS. Эти отклонения затем отображаются на пилотажно-навигационных приборах (например PFD - пилотажно-навигационные приборы). Подобная реализация GLS была выбрана для поддержки характеристик самолётов; интеграции безопасности и экономичности. Эта реализация помогает обеспечить пилоту оптимальный интерфейс при вводе GLS.

Использование данной процедуры, аналогичной установленной для подхода и посадки по ILS, минимизирует подготовку экипажа, облегчает использование знакомых технологий и про-

цедуру подхода, упрощает планирование операций лётного экипажа и обеспечивает постоянное использование пилотажно-навигационного оборудования. Например:

- 1) источник руководства информации (показано на PFD),
- 2) использование GLS, а не ILS.

Преимущества GLS:

С точки зрения эксплуатанта, система GBAS обладает значительно большей производительностью, чем ILS. Направляющий сигнал имеет гораздо меньше шума, потому что нет изгибов луча, вызванных отражающими помехами (от зданий и транспортных средств). Однако реальная ценность GLS – это наличие дополнительных или улучшенных возможностей, которые ILS не может обеспечить. Например, GLS может:

- предоставлять услуги по определению подхода на несколько ВПП через единый объект GBAS;
- оптимизировать использование ВПП за счёт уменьшения размера критических областей защиты для операций по подходу и взлётам по сравнению с теми, которые необходимы для ILS;
- предоставлять рекомендации по взлёту и посадке с помощью одного объекта GBAS.

GBAS имеет несколько существенных преимуществ перед ILS.

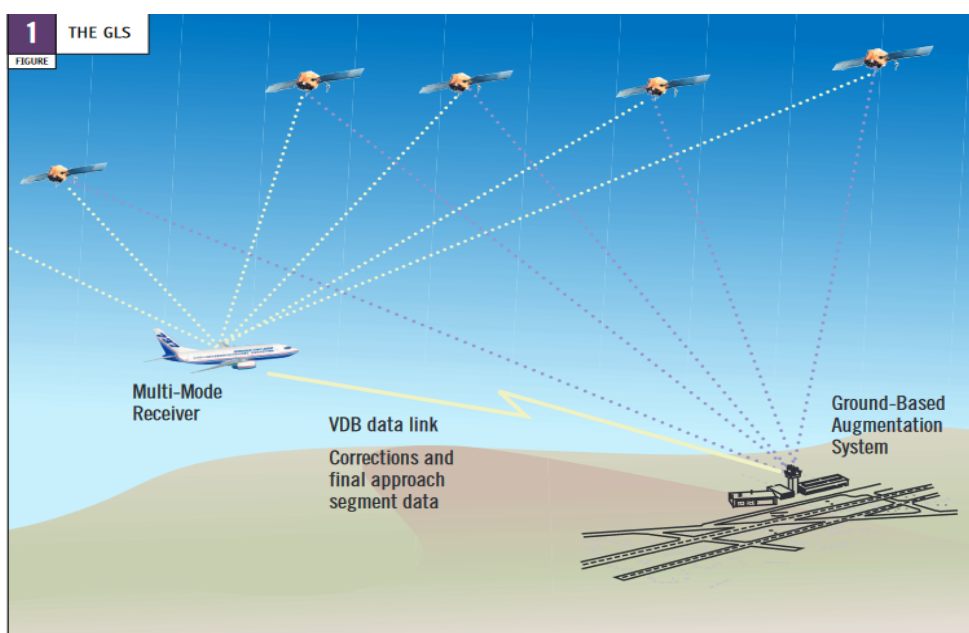


Рис. 1 Приёмники для поддержки GLS

Наземная станция АЛДПС GBAS – автоматическая посадка ВС категории III А является функциональным дополнением наземного базирования GNSS ГЛОНАСС/GPS – наземная станция авиационной локальной дифференциальной подсистемы и предназначена для формирования и передачи в реальном времени воздушным судам по линии передачи данных (ЛПД) канала VDB (стандарт GBAS) в диапазоне 108 - 117,95 МГц и наземным потребителям (по проводным, оптоволоконным, спутниковым и/или Internet линиям передачи данных) следующей информации:

- дифференциальных поправок к псевдодальностям, скорости изменения поправок,
- информации о состоянии сигналов орбитальных группировок GNSS ГЛОНАСС и GPS в зоне действия станции,
- контроля качества навигационного спутникового сигнала,
- опционально прогнозирования уровня доступности навигационных сигналов спутниковых группировок ГЛОНАСС и GPS в зоне действия станции,
- дополнительных навигационных параметров в формате SARPS ИКАО на GBAS и данных контроля работоспособности станции.

Выполнение захода на посадку по сигналам GNSS и GBAS III категории до высоты  $H=15$  м на самолёте не вызывает затруднений. Методически различий между заходами на посадку по сигналам GBAS и ранее выполняемыми заходами на посадку по сигналам КГРМ ИЛС (курсо-гладный радиомаяк с системой инструментального захода самолётов на посадку) не отмечается. Стереотип действий пилота сохраняется. Необходимо отметить, что поведение планок положения и командных стрелок при заходе на посадку по GBAS носит более плавный характер, искривления равносигнальной зоны, характерные для КГРМ, отсутствуют [2].

Отклонение ВС от посадочной траектории, сформированной в БМС-П (бортовая многофункциональная система) по данным переданного наземной станцией GBAS III категории FAS-блока, на заключительном участке не превышает 6,0 м в горизонтальной плоскости и 5,0 м по вертикали. Отключение основного канала VDB и переход на резервный канал не вносит искажений в заданную траекторию снижения и не влияет на динамику ВС.

Объём информации об исправности наземного оборудования GBAS III категории и характеристиках навигационного поля по диспетчерской оценке достаточен для уверенного ведения руководителем полётов радиобмена с воздушными

судами и принятия решения о возможности выполнения запрашиваемых экипажами режимов полёта. Нарушения в работе опытного образца GBAS III категории распознаются системой контроля, однозначно индицируются и позволяют своевременно оповестить экипаж ВС об отказах. При имитации полного отказа наземного оборудования GBAS III категории время срабатывания сигнализации составило 0,88 с.

Точность местоопределения, оцениваемая выносным контрольным приёмником GBAS III категории, соответствует точности местоопределения на ВС бортовой аппаратурой GBAS на удалениях до 100 км. Следовательно, точностные характеристики, обеспечиваемые наземным оборудованием GBAS при его установке в аэропортах, в полётах можно не проверять и достаточно оценивать только напряжённость поля, формируемого наземным частотным передатчиком ЛПД VDB. Такую оценку допускается выполнять с помощью мобильного бортового комплекса, включающего доработанные БМС-П, АПДД, регистратор аналоговых и цифровых сигналов протокола ARINC-429 и специальное программное обеспечение.

Проверка функции выдачи информации в Центр мониторинга ГНСС (GNSS), службы НОТАМ и АТИС показала, что наземная станция GBAS III категории обеспечивает формирование необходимых информационных пакетов и передаёт их внешним потребителям [3].

На сегодняшний день система GLS внедряется успешно. Многие подходы и посадки, основанные на GLS, были успешно проведены в различных аэропортах и в различных условиях на ВПП. Автоматические посадки и посадки с использованием ПНК были безопасно реализованы как в обычных, так и в ненормальных условиях. На дисплеях пилота GLS была необычайно устойчивая по сравнению с нынешними системами ILS, даже когда критические области, необходимые для подходов ILS, были незащищёнными во время подходов GLS. GLS представляет собой возможность, готовую к широкомасштабной оперативной реализации. Внедрение GLS улучшает безопасность, увеличит пропускную способность и предоставит эксплуатационные преимущества авиакомпаниям, пилотам, пассажирам, аэропортам и поставщикам услуг воздушного движения.

#### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Завалишин О. И. Результаты испытаний GBAS II/III категории разработки ООО «НППФ. СПЕКТР». Москва, 2016 // Новости навигации: Научно-технический центр современных

навигационных технологий «ИНТЕРНАВИГАЦИЯ», 2016.

2. Как самолёты приземляются «по приборам». Система КГС (ILS)/ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://skyinformer.com/news/kak\\_samoletyi\\_prizemlyayutsya\\_po\\_priboram\\_sistema\\_kgs\\_ils/](http://skyinformer.com/news/kak_samoletyi_prizemlyayutsya_po_priboram_sistema_kgs_ils/) (дата обращения: 12.12.18).

3. Глобальная навигационная спутниковая система. [Электронный ресурс]. – (дата обращения: 12.12.18). Режим доступа: [http://www.boeing.com/commercial/aeromagazine/aero\\_21/gnss.pdf](http://www.boeing.com/commercial/aeromagazine/aero_21/gnss.pdf)

•••••

**Милашкина Ольга Владимировна**, кандидат технических наук, доцент кафедры общепрофессиональных дисциплин Ульяновского института гражданской авиации им. Главного маршала авиации Б. П. Бугаева.

**Алексеев Дмитрий Эдуардович**, курсант Ульяновского института гражданской авиации им. Главного маршала авиации Б. П. Бугаева.

**Куклев Никита Алексеевич**, курсант Ульяновского института гражданской авиации им. Главного маршала авиации Б. П. Бугаева.

Поступила 07.02.2019 г.

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ СНИЖЕНИЯ ПОТЕРЬ МОЩНОСТИ В СЕТЕВОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ПРИ КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ В СЕТИ ПОТРЕБИТЕЛЯ

*Во многих случаях потребитель электроэнергии не имеет возможности воспользоваться известной математической моделью для оценки снижения потерь мощности в смежной сетевой организации при установке компенсирующих устройств (КУ) в своей сети. Для потребителей нужен простой и доступный инструмент, не требующий высокой квалификации, затрат времени на обучение и освоение и, наконец, материальных ресурсов на сертификацию и покупку программы. Таким инструментом может быть линейная полиномиальная модель зависимости, созданная на основе программной модели. Преобразование математической модели в полиномиальную возможно путём применения математической теории планирования эксперимента.*

*При разработке полиномиальной модели необходимо стремиться к сокращению числа переменных факторов, часть параметров программной модели желательно принять константами. Это несколько упрощает модель и увеличивает вероятность получения компактной и адекватной модели. Из семи переменных известной математической модели при создании линейной полиномиальной модели можно учитывать только четыре, остальные переменные можно принять константами.*

Ключевые слова: сетевая организация, потребители, потери электрической энергии, компенсация реактивной мощности (КРМ), математическая модель.

*Работа выполняется при финансовой поддержке РФФИ (договор №18-48-730025/18 от 11.06.2018 г.*

Известная математическая и программная модель снижения потерь мощности в сетевой организации [2, 3, 4] позволяет производить расчёты и получать зависимость снижения потерь  $\delta\Delta P_{KV}^*$  в сетевой организации от степени компенсации реактивной мощности (КРМ) в сети потребителя. Результаты расчёта в виде графической зависимости позволяют определить снижение потерь, обусловленных имеющимися установленными КУ, а также возможное снижение потерь при установке дополнительно новых КУ. Это необходимо прежде всего для технико-экономического обоснования проекта установки КУ и принятия решения о его реализации.

Математическая модель представляет собой схему замещения сетевой организации в виде трёх сопротивлений, соединённых по схеме «звезда». Одно из сопротивлений является сопротивлением ветви 1, питающей исследуемого потребителя электроэнергии, второе сопротивление – это эквивалентное сопротивление ветви 2, питающей эквивалентного потребителя мощностью, равной сумме мощностей всех потребителей сетевой организации, кроме первого. Третье сопротивление представляет собой эквивалентное сопротивление питающей ветви 3 и соединено с источником питания. В преобразованном виде модель представляет собой зависимость

$$\delta\Delta P_{KV}^* = f\left(P_1^*, \frac{\Delta P_1}{P_1}, \frac{\Delta P_2}{P_2}, \frac{\Delta P_3}{P_1+P_2}, \operatorname{tg} \varphi_1, \operatorname{tg} \varphi_2, Q_{KV}^*\right). \quad (1)$$

Исходными данными для расчёта  $\delta\Delta P_{KV}^*$  являются семь независимых переменных (воздействующих факторов).

$P_1^*$  – доля мощности первого потребителя в сумме мощностей всех потребителей сетевой организации;

$\frac{\Delta P_1}{P_1}$ ,  $\frac{\Delta P_2}{P_2}$ ,  $\frac{\Delta P_3}{P_1 + P_2}$  – потери мощности в ветвях, относительно передаваемой по ним мощности;

$\operatorname{tg} \varphi_1$ ,  $\operatorname{tg} \varphi_2$  – коэффициенты мощности первого и второго эквивалентного потребителя;

$Q_{KV}^* = \frac{Q_{1,KK}}{Q_1}$  – степень КРМ, представляющая собой величину, равную отношению планируемой

к установке мощности КУ  $Q_{KV}$  к потребляемой реактивной мощности  $Q_1$ .

Применение математической известной модели требует достаточно высокой квалификации персонала энергоснабжающих организаций и энергетических служб потребителей. Для энергоснабжающей организации производство и передача электроэнергии является основным видом деятельности. Снижение потерь электроэнергии в сетевой организации – значимый фактор, имеющий первостепенное значение для снижения себестоимости продукции. Практически весь персонал энергоснабжающих организаций занят вопросами производства и передачи электроэнергии. Вопросы расчёта и снижения потерь решаются соответствующими службами на профессиональном уровне. Нет сомнения, что с использованием предложенной математической и программной модели у энергоснабжающих организаций не возникает проблем.

В силу объективных обстоятельств вопросы передачи и покупки электроэнергии для потребителя не являются первостепенными. Главное для потребителей – это производство продукции. Значимость вопросов снижения цены на электроэнергию определяется её долей в себестоимости продукции. Высокая доля наблюдается на металлургических производствах с использованием дуговых плавильных печей, на электролизных производствах и т. п. Вместе с тем значительная часть промышленных производств имеет низкую долю стоимости электроэнергии в себестоимости продукции. Главными составляющими себестоимости для таких потребителей являются стоимость сырья, материалов, оборудования, людские ресурсы и т. п. Штатный персонал энергетических служб таких потребителей малочислен и сосредоточен главным образом на обеспечении надёжности электроснабжения, предотвращении аварийных ситуаций и их ликвидации в случае возникновения. Вопросы снижения оплаты за электроэнергию для этих потребителей отодвинуты на второй план.

Во многих случаях потребитель не имеет возможности воспользоваться как математической, так и программной моделью. Для потребителей нужен простой и доступный инструмент, не требующий высокой квалификации, затрат времени на обучение и освоение и, наконец, материальных ресурсов на сертификацию и покупку программы.

Таким инструментом может быть линейная полиномиальная модель зависимости, созданная на основе программной модели. Преобразование математической модели в полиномиальную возможно путём применения математической теории планирования эксперимента. Для этого на математической модели проводятся серия вычислительных экспериментов при определённом сочетании верхних и нижних пределов варьирования факторов. При полнофакторном эксперименте число вычислительных экспериментов может быть ограничено значением  $2^N$ , где  $N$  – число независимых факторов. По результатам вычислительных экспериментов вычисляются коэффициенты полиномиальной модели и производится её проверка на адекватность программной модели.

При разработке модели необходимо стремиться к сокращению числа переменных факторов, часть параметров программной модели желательно принять константами. Это несколько упрощает модель и увеличивает вероятность получения компактной и адекватной модели.

Одной из переменных модели (1), которую можно принять константой, может быть коэффициент реактивной мощности (РМ) в сети потребителя –  $\operatorname{tg} \varphi_1$ . В реальности значение коэффициента реактивной мощности в сети потребителя может изменяться от натурального  $\operatorname{tg} \varphi_{1,нам}$  при отключённых КУ до нулевого при условии полной КРМ. При подключении имеющихся у потребителя КУ значение  $\operatorname{tg} \varphi_1$  уменьшается до фактического значения  $\operatorname{tg} \varphi_{1,\phi}$ . Дальнейшее увеличение мощности КУ снижает  $\operatorname{tg} \varphi_1$  вплоть до нулевого значения. Начальное значение диапазона изменения зависит от характера нагрузки потребителя. В сетевой организации натуральные значения  $\operatorname{tg} \varphi_{i,нам}$  потребителей разные. Но оно, как правило, меньше 1. Приняв за константу  $\operatorname{tg} \varphi_{\phi,1} = 1$ , мы искусственно завышаем потребляемую РМ потребителя. Для компенсации этого завышения требуется искусственное, виртуаль-

ное значение мощности КУ, при котором  $tg\varphi_i$  становится равным  $tg\varphi_{i,нам}$ . Этому значению будет соответствовать виртуальное снижение потерь мощность в сетевой организации. При исследовании модели применительно к конкретному потребителю необходимо учитывать это виртуальное значение  $\delta\Delta P_{KV,вирт}^*$ , полученное при изменении мощности КУ от нулевого значения соответствующего  $tg\varphi_{нач,i} = 1$  до виртуального  $Q_{KV,i} = Q_{KV,вирт,i}$ , соответствующего  $tg\varphi_{нам,i}$ . Полученный результат вычисления по модели  $\delta\Delta P_{KV,м,i}^*$  необходимо скорректировать на величину поправки  $\delta\Delta P_{KV,вирт}^*$ .

$$\delta\Delta P_{KV,i}^* = \delta\Delta P_{KV,м,i}^* - \delta\Delta P_{KV,вирт,i}^* . \quad (2)$$

Учитывая это, можно в модели принять переменную  $tg\varphi_i$  константой

$$tg\varphi_i = tg\varphi_{нач,i} = 1 . \quad (3)$$

Другой переменной модели, которую реально представляется возможным принять константой, является эквивалентный  $tg\varphi_{\phi,2}$ , смежных с исследуемым потребителем сетевой организации. В реальности это значение не является постоянным. Оно соответствует степени КРМ у потребителей сетевой организации на текущий момент времени. Очевидно, что со временем смежные потребители могут менять потребление реактивной мощности путём установки новых КУ, их отключения в результате выхода из строя или демонтажа. Параметры модели изменяются с течением времени. Вместе с тем существуют определённые нормативные значения, которые в конечном счёте потребители должны выполнять. В дальнейшем с течением времени параметры такой модели не будут претерпевать изменений. Такое возможно для момента времени, когда все потребители выполняют условия КРМ, предписанные нормативно-правовыми документами. Этими условиями являются нормированные значения степени КРМ каждым потребителем. Во времена плановой экономики нормировался  $\cos\varphi = 0,92$ , впоследствии это было экономическое значение реактивной мощности  $Q_3$  и электроэнергии  $W_{q,э}$  [1] в настоящее время это предельное значение тангенса  $tg\varphi_{пред}$  [5].

Нормированные предельные значения  $tg\varphi_{пред}$  в соответствии [5] при напряжении 110 (154), 1-35 кВ, ниже 1 кВ соответственно равны 0,5; 0,4; 0,35. Если рассматривать сетевую организацию с напряжением одного класса, например 1–35 кВ, то можно принять константой

$$tg\varphi_{\phi,2} = 0,4 . \quad (4)$$

Далее рассуждаем следующим образом. Потери в схеме замещения сетевой организации это сумма трёх независимых величин – потерь в каждом из трёх сопротивлений схемы замещения

$$\frac{\sum_1^3 \Delta P_i}{(P_1 + P_2)} = \frac{\Delta P_1}{P_1 + P_2} + \frac{\Delta P_2}{P_1 + P_2} + \frac{\Delta P_3}{P_1 + P_2} . \quad (5)$$

В общем случае каждая из трёх переменных может принимать значения от нуля до предельно возможного и допустимого на практике, если принять предельно допустимое значение в электрических сетях равным 5%

$$\frac{\Delta P_1}{P_1 + P_2} = 0,05; \quad \frac{\Delta P_2}{P_1 + P_2} = 0,05; \quad \frac{\Delta P_3}{P_1 + P_2} = 0,05 , \quad (6)$$

то общие потери в схеме замещения достигнут

$$\frac{\sum_1^3 \Delta P_i}{(P_1 + P_2)} = 0,15 \text{ (15\%)} . \quad (7)$$

Это явно превышает нормативы технологических потерь в электрических сетях всех классов напряжений. Область определения и использования модели явно превышает необходимую для практических расчётов. Необходимо сузить область определения модели. Привести её в соответствие области изменения параметров, соответствующих действующим системам электроснабжения.

Выражение (5) представится одним уравнением с тремя неизвестными, решить которое невозможно. Сочетание переменных предполагает множество вариантов значений. Как известно, с тремя неизвестными решается система как минимум из трёх уравнений. Представить систему трёх уравнений не представляется возможным. Необходимо принять часть переменных константами. Причём как минимум две. Только в этом случае получим уравнение с одним неизвестным, из которого получается

аналитическая явная зависимость функции от аргумента. Любому диапазону изменения аргумента будет соответствовать определённый диапазон изменения функции.

Необходимо, чтобы уравнение (5) содержало только одну переменную. Остальные приходится принять константами. Примем константой сумму потерь в первой и второй ветви [2].

$$b = \frac{\Delta P_1}{P_1 + P_2} + \frac{\Delta P_2}{P_1 + P_2} = const. \quad (8)$$

Тогда уравнение (5) примет следующий вид:

$$\frac{\sum_1^3 \Delta P_i}{(P_1 + P_2)} = b + \frac{\Delta P_3}{P_1 + P_2}, \quad (9)$$

где  $b = \frac{\Delta P_1}{P_1 + P_2} + \frac{\Delta P_2}{P_1 + P_2}$ .

Принимая во внимание реальные значения технологических потерь, можно считать

$$b = 0,05; \quad \frac{\Delta P_3}{P_1 + P_2} = 0,05. \quad (10)$$

Тогда

$$\frac{\sum_1^3 \Delta P_i}{(P_1 + P_2)} = 0,10 \text{ (10\%)}. \quad (11)$$

То есть сумма потерь мощности в сети не будет превышать 10%. Принятие условия 8 позволило приблизить значение потерь в схеме замещения к реальному значению. Снизить потери с 15% до 10%. Решение о принятии условия (8) является целесообразным. Таким образом, принимаем константами.

$$\operatorname{tg} \varphi_1 = 1,0; \quad \operatorname{tg} \varphi_2 = 0,4 ;$$

$$b = \frac{\Delta P_1}{P_1 + P_2} + \frac{\Delta P_2}{P_1 + P_2}. \quad (12)$$

При этом в одном варианте полиномиальной модели  $b$  можно принять равной 0,01. В другом варианте 0,02, в третьем 0,03, в четвёртом 0,04, в пятом 0,05.  
 $b = 0,01, b = 0,02, b = 0,03, b = 0,04, b = 0,05$ .

Сокращённое число переменных

$$P_1^*, \quad \frac{\Delta P_1}{P_1}, \quad \frac{\Delta P_2}{P_2}, \quad \frac{\Delta P_3}{P_1 + P_2}, \quad Q_{KV}^*. \quad (13)$$

Принятие  $b = \frac{\Delta P_1}{P_1 + P_2} + \frac{\Delta P_2}{P_1 + P_2}$  константой позволяет ввести в математическую модель пере-

менную  $\frac{\sum_1^3 \Delta P_i}{(P_1 + P_2)}$ , а переменную  $\frac{\Delta P_2}{P_2}$  и переменную  $\frac{\Delta P_3}{P_1 + P_2}$  исключить.

При этом исключённые переменные станут зависимыми и их можно вычислять в программной модели при проведении вычислительного эксперимента.

$$\frac{\Delta P_3}{P_1 + P_2} = \frac{\sum_1^3 \Delta P_i}{(P_1 + P_2)} - b. \quad (14)$$

Переменную  $\frac{\Delta P_2}{P_2}$  нет необходимости вычислять. В математической модели используется вы-

ражение  $P^* \cdot \frac{\Delta P_2}{P_2}$ , которое представляет собой потери мощности в ветви 2 по отношению к суммарной нагрузке. В программной модели они могут вычисляться как

$$P^* \cdot \frac{\Delta P_2}{P_2} = b - (1 - P^*) \cdot \frac{\Delta P_1}{P_1}. \quad (15)$$

Новый набор переменных будет следующим.

$$P_1^* (0 \div 1), \quad \frac{\Delta P_1}{P_1} (0 \div a), \quad \frac{\sum_1^3 \Delta P_i}{(P_1 + P_2)}, \quad Q_{KV}^* (0 \div 1). \quad (16)$$

Сокращение числа переменных снижает универсальность модели. Если одна из важных переменных становится константой, возникает необходимость рассматривать несколько вариантов значений этой константы. Сокращение числа переменных вынуждает увеличивать число полиномиальных уравнений. Для каждого значения константы составляется своё уравнение. В нашем случае их будет пять. При  $b = 0,01$ ,  $b = 0,02$ ,  $b = 0,03$ ,  $b = 0,04$ ,  $b = 0,05$ .

Выводы:

1. Во многих случаях потребитель электроэнергии не имеет возможности воспользоваться известной математической моделью. Для потребителей нужен простой и доступный инструмент, не требующий высокой квалификации, затрат времени на обучение и освоение и, наконец, материальных ресурсов на сертификацию и покупку программы.

2. Таким инструментом может быть линейная полиномиальная модель зависимости, созданная на основе программной модели. Преобразование математической модели в полиномиальную возможно путём применения математической теории планирования эксперимента.

3. При разработке модели необходимо стремиться к сокращению числа переменных факторов, часть параметров программной модели желательно принять константами. Это несколько упрощает модель и увеличивает вероятность получения компактной и адекватной модели.

4. Из семи переменных известной математической модели при создании линейной полиномиальной модели можно учитывать только четыре, остальные переменные можно принять константами.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кузнецов А. В., Магазинник Л. Т. Повышение эффективности функционирования устройств управления передачей электроэнергии в системах электроснабжения потребителей. – Ульяновск : УлГТУ, 2013. – 144 с.

2. Кузнецов А. В., Аргентова И. В. Математическая модель оценки снижения потерь мощности в сетевой организации при компенсации реактивной мощности в сети потребителя // Электротехника. – 2016. – №10. – С. 68–73.

3. Кузнецов А. В., Аргентова И. В., Ребровская Д. А. Программная модель оценки снижения потерь мощности в сетевой организации при компенсации реактивной мощности в сети потребителя // Промышленная энергетика. – 2016. – №6. – С. 48–54.

4. Кузнецов А. В., Ребровская Д. А. Уточнение модели оценки снижения потерь мощности в сетевой организации при компенсации реактивной мощности в сети потребителя // Промышленная энергетика. – 2018. – №10. – С. 31–36.

5. О порядке расчёта значений соотношения потребления активной и реактивной мощности для отдельных энергопринимающих устройств (групп энергопринимающих устройств) потребителей электрической энергии. Приказ Министерства энергетики РФ от 23 июня 2015 г. №380.

#### REFERENCES

1. Kuznetsov A. V., Magazinnik L. T. *Povyshenie ehffektivnosti funkcionirovaniya ustrojstv upravleniya peredachej ehlektroehnergii v sistemah ehlektrosnabzheniya potrebitel'ej* [Increase of efficiency of functioning of control devices of electric power transmission in systems of power supply]. Ul'yanovsk: UIGTU, 2013, 144 p.

2. Kuznestov A.V., Argentova I. V. *Matematicheskaya model' ocenki snizheniya poter' moshchnosti v setевой organizacii pri kompensacii reaktivnoj moshchnosti v seti potrebitelya* [Mathematical model of evaluation of reduction of power losses in network organization during reactive power compensation in the network user] // *Ehlekrotekhnika* [Electrical engineering], 2016, №10, pp. 68–73.

3. Kuznestov A.V., Argentova I. V., Rebrovskaya D. A. *Programmnaya model' ocenki snizheniya poter' moshchnosti v setевой organizacii pri kompensacii reaktivnoj moshchnosti v seti potrebitelya* [The programming model of evaluation of reduction of power losses in network organization during reactive power compensation in the network user] // *Promyshlennaya ehnergetika* [Industrial energy], 2016, №6, pp. 48–54.

4. Kuznestov A.V., Rebrovskaya D. A. *Utochnenie modeli ocenki snizheniya poter' moshchnosti v setевой organizacii pri kompensacii reaktivnoj moshchnosti v seti potrebitelya* [Refinement of the model of

evaluation of reduction of power losses in network organization during reactive power compensation in the network user] // *Promyshlennaya ehnergetika* [Industrial energy], 2018, №10, pp. 31–36.

5. *O poryadke rascheta znachenij sootnosheniya potrebleniya aktivnoj i reaktivnoj moshchnosti dlya otdel'nyh ehnergoprimayushchih ustrojstv (grupp ehnergoprimayushchih ustrojstv) potrebitelej ehlektricheskoy ehnergii. Prikaz Ministerstva ehnergetiki RF ot 23 iyunya 2015 g., №380* [On the procedure of calculation of values of correlation of consumption of active and reactive power for separate power receiving devices (groups of power accepting devices) the consumers of electric energy. Order of the Ministry of energy of the Russian Federation from June 23, 2015, №380].

•••••

**Кузнецов Анатолий Викторович**, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Электроснабжение» энергетического факультета УлГТУ.

**Ребровская Диана Андреевна**, старший преподаватель кафедры «Электроснабжение» энергетического факультета УлГТУ.

**Бирков Александр**, магистрант 2-го курса энергетического факультета УлГТУ.

Поступила 19.02.2019 г.

УДК 621.311

А. В. КУЗНЕЦОВ, В. В. ЧИКИН

## ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ

*В настоящее время управление качеством электроэнергии в электроэнергетической системе осуществляется посредством широкого спектра нормативно-правовых документов. При этом только одним документом предполагается экономическое воздействие на потребителей и энерго-снабжающую организацию. Это статья 542 Гражданского кодекса РФ. Отмечено, что эффективность воздействия этой статьи ограничена случаем, когда виновником искажения показателей качества электроэнергии является энергоснабжающая организация.*

*По большинству же показателей, виновником искажения которых является потребитель, управление полностью отсутствует. Предложено повысить эффективность управления за счёт дополнения статьи 542 ГК РФ новым содержанием, формулировка которого должна защищать права энергоснабжающей организации в случае, когда она вынуждена в силу специфики процесса передачи и потребления электроэнергии подавать электроэнергию плохого качества и возмещать ущерб потребителям при отсутствии своей вины.*

Ключевые слова: качество электроэнергии, показатель качества, энергоснабжающая организация, потребитель, управление, государство.

Любой товар, поставляемый на рынок, должен соответствовать требованиям качества, это применительно и к производству, и передаче электрической энергии. Потребление некачественной электроэнергии может вызывать сбои оборудования, брак продукции, отрицательным образом сказываться на режиме работы электроприёмников, снижает срок службы их изоляции и т. п., наносит ущерб. Вопросы повышения качества электроэнергии (КЭ) должны интересовать всех участников процесса производства,

передачи и потребления электроэнергии. Это генерирующие компании, сетевые компании, потребители электроэнергии. Однако в условиях рынка каждый субъект рыночных отношений имеет собственные интересы, направленные на получение прибыли. Рыночные механизмы регулирования КЭ, основанные на конкуренции, для энергоснабжающих организаций не действуют. Их интересы никак не связаны с повышением КЭ. Деятельность по передаче электроэнергии относится к сфере деятельности естественных монополий. Регулирование её деятельности не возможно без участия государства.

© Кузнецов А. В., Чикин В. В., 2019

Правовое регулирование, направленное на повышение КЭ, представлено пунктом 1 статьи 542 Гражданского кодекса Российской Федерации (ГК), в котором говорится, что «качество подаваемой энергоснабжающей организацией энергии должно соответствовать требованиям, установленным государственными стандартами и иными обязательными правилами или предусмотренным договором энергоснабжения» [1].

Требования к КЭ представлены достаточно широким спектром нормативных документов. В их числе: ГОСТ 30804.3.2-2013 (IEC 61000-3-2:2009); ГОСТ 30804.3.3-2013; ГОСТ 30804.3.11-2013 (IEC 61000-3-11:2000); ГОСТ 30804.3.12-2013 (IEC 61000-3-12:2004); ГОСТ 30804.4.2-2013 (IEC 61000-4-2:2008); ГОСТ 30804.4.3-2013 (IEC 61000-4-3:2006); ГОСТ 30804.4.4-2013 (IEC 61000-4-4:2004); ГОСТ 30804.4.7-2013 (IEC 61000-4-7:2009); ГОСТ 30804.4.11-2013 (IEC 61000-4-11:2004)/[ГОСТ Р 51317.4.11-2007 (МЭК 61000-4-11:2004)]; ГОСТ 30804.4.13-2013 (IEC 61000-4-13:2002); ГОСТ 30804.4.30-2013 (IEC 61000-4-30:2008); ГОСТ 30804.6.1-2013 (IEC 61000-6-1:2005); ГОСТ 30804.6.2-2013 (IEC 61000-6-2:2005); ГОСТ 30804.6.3-2013 (IEC 61000-6-3:2006); ГОСТ 30804.6.4-2013 (IEC 61000-6-4:2006); ГОСТ 30805.13-2013 (CISPR 13:2006)/[ГОСТ Р 51318.13-2006 (CISPR 13:2006)]; ГОСТ 30805.14.1-2013 (CISPR 14-1:2005); ГОСТ 30805.14.2-2013 (CISPR 14-2:2001)/[ГОСТ Р 51318.14.2-2006 (CISPR 14-2:2001)]; ГОСТ 32136-2013; ГОСТ 32137-2013; ГОСТ 32140-2013; ГОСТ 32141-2013 (ISO 14982:1998); ГОСТ 32142-2013 (EN 12016:2004)/[ГОСТ Р 52505-2005 (EN 12016:2004)]; ГОСТ 32143-2013 (EN 12015:2004)/[ГОСТ Р 52506-2005 (EN 12015:2004)]; ГОСТ 32144-2013; ГОСТ 33073-2014; ГОСТ CISPR 24-2013; ГОСТ IEC/TS 61000-3-5-2013; ГОСТ Р 50397-2011 (МЭК 60050-161:1990); ГОСТ Р 51317.1.2-2007 (МЭК 61000-1-2:2001); ГОСТ Р 51317.2.5-2000 (МЭК 61000-2-5-95); ГОСТ Р 51317.3.4-2006 (МЭК 61000-3-4-1998); ГОСТ Р 51317.4.15-2012 (МЭК 61000-4-15:2010); ГОСТ Р 51317.4.34-2007 (МЭК 61000-4-34:2005); ГОСТ Р 51317.6.5-2006 (МЭК 61000-6-5:2001); ГОСТ Р 51514-2013 (МЭК 61547:2009); ГОСТ Р 54130-2010; ГОСТ Р 56029-2014; ТР ТС 020/2011; РД 153-34.0-15.501-00; РД 153-34.0-15.502-2002 и т. п. Анализ этих документов показывает, что они достаточно полно и подробно устанавливают требования к техническим устройствам регулирования параметров КЭ. Тем не менее в электроэнергетической системе КЭ не является образцовым и показательным. Административных рычагов управления не достаточно. Выполнение технических требований невозможно без дополнительного экономического воздействия на энергоснабжающую ор-

ганизацию и на потребителя. Экономическое воздействие в настоящее время осуществляется на основании пункта 2 статьи 542 Гражданского кодекса, в котором сказано, что «в случае нарушения энергоснабжающей организацией требований, предъявляемых к качеству энергии, абонент вправе отказаться от оплаты такой энергии. При этом энергоснабжающая организация вправе требовать возмещения абонентом стоимости того, что абонент неосновательно сберёг вследствие использования этой энергии (пункт 2 статьи 1105)» [1].

Иными словами, с позиций ГК каждый потребитель, получающий электроэнергию пониженного качества, может оплачивать её по пониженной стоимости. С одной стороны, она не оплачивается, с другой стороны, оплачивается стоимость того, что потребитель сберёг в результате использования некачественной электроэнергии. Разница представляется пониженной стоимостью.

Рассмотрим случай, когда энергоснабжающая организация поставляет электроэнергию пониженного качества по показателям – отклонение частоты или отклонение напряжения. Эти показатели качества определяются режимом работы оборудования энергоснабжающей организации. От режима работы электроприёмников потребителя они не зависят. Виновником плохого качества является энергоснабжающая организация. При этом ГК предусматривает пониженную оплату потреблённой электроэнергии. Это сопровождается снижением доходов энергоснабжающей организации. Очевидно, что это разумно и справедливо. Энергосистема имеет все возможности устранить неполадки в системе и привести качество в соответствие нормам. Контролировать скорость вращения генераторов станций, применять средства регулирования напряжения. ГК в данном случае вынуждает энергоснабжающую организацию делать это. Потребитель защищён ГК и должен получать электроэнергию с нормальными показателями качества электроэнергии (ПКЭ).

Возможен другой случай, когда электроэнергия пониженного качества обусловлена другими показателями, которые не зависят от режима работы оборудования энергоснабжающей организации, а зависят от режима работы оборудования потребителя. Например, это нелинейная нагрузка, несимметричная загрузка фаз и т. п. Допустим, один из потребителей имеет электроприёмники с нелинейной вольт-амперной характеристикой (преобразователи). Тогда данный потребитель является виновником искажения синусоидальности напряжения [4]. При этом ухудшение ПКЭ происходит во всей сети, и смежные потребители вынуждены потреблять эту некачественную электроэнергию. Это

специфическая особенность процесса передачи и потребления электроэнергии. Её качество в электроэнергетической системе определяется не только технологией производства и передачи, но и технологией электропотребления. В [5] процесс передачи и потребления электроэнергии упрощённо уподоблен процессу раздачи жидкости из общего котла, в который она поступает от производителя. Каждый потребитель черпает эту жидкость своим собственным черпаком. При этом стерильность черпака находится в полной зависимости от потребителя, от его чистоплотности и дисциплинированности. Нестерильность только одного из черпаков загрязняет содержимое общего котла, ухудшает показатели его качества.

Спрашивается, почему смежные потребители должны лишаться возможности получать качественную электроэнергию? Как быть с потребителем, ухудшающим ПКЭ? По какой цене ему оплачивать электроэнергию? ГК ответа на этот вопрос не даёт. Виновником ухудшения ПКЭ является потребитель, имеющий электроприёмники, искажающие ПКЭ. Энергоснабжающая организация вынуждена подавать смежным потребителям электроэнергию пониженного качества и получать за это пониженную плату. Это не является справедливым. Энергоснабжающая организация не является виновником. Её возможности в данном случае устранить искажение параметров качества весьма ограничены. ГК должен защитить интересы энергоснабжающей организации. Фактически этого нет.

Справедливым было бы понижение оплаты для смежных потребителей, предусмотренной ГК, скомпенсировать повышением оплаты потребителю, виновному в ухудшении ПКЭ. Виновник должен быть наказан. В соответствии же с ГК необоснованно наказывается невинная энергоснабжающая организация. Это обстоятельство требует дополнения статьи ГК новым содержанием. Потребитель, не вносящий искажений в ПКЭ, должен оплачивать некачественную электроэнергию по заведомо меньшим тарифам, чем потребитель, ухудшающий ПКЭ в системе. Уменьшение тарифа для смежных потребителей за счёт его повышения потребителю, виновному в ухудшении ПКЭ, представляется как формализованный способ возмещения ущерба смежным потребителям за потребление электроэнергии пониженного качества.

Например, возможен следующий вариант развития событий. Потребители, не виновные в ухудшении ПКЭ, докажут получение некачественной электроэнергии и потребуют от энергосистемы снижения тарифа. Энергосистема понесёт убытки от продажи некачественной электроэнергии. Такое состояние не может утаивать энергосистему. Она будет принимать меры по

повышению качества и отысканию потребителей – виновников ухудшения ПКЭ – с целью покрытия своих убытков за увеличения тарифа для этих виновников. Потребуется комплекс технических и организационных мероприятий, которые энергосистема будет выполнять по собственной инициативе для повышения доходов. Без новой редакции ГК такое развитие событий не возможно. В настоящее время процесс управления КЭ не эффективен.

Попытка регулировать КЭ экономическими рычагами имела место в нашей стране в 1991–2004 годах [2, 3, 6]. Механизм управления предусматривал оплату потребителем – виновником искажения ПКЭ электроэнергии по повышенному тарифу. Потребителям же, которые вынуждены потреблять электроэнергию пониженного качества, предусматривалась оплата по пониженному тарифу. Повышенный и пониженный тарифы формировались путём применения надбавки и скидок к основному базовому тарифу. Размеры скидок и надбавок являлись индивидуальными для каждого потребителя в зависимости от отклонения параметра КЭ от нормы и длительности периода существования искажения параметра за время расчётного периода.

Допустим, виновник получил надбавку в соответствии со степенью и длительностью искажения ПКЭ за расчётный период. Эта надбавка определяется в процентах по отношению к потреблённой электроэнергии. В то же время смежные потребители получают скидку по отношению к своей потреблённой электроэнергии. Очевидно, что баланс между надбавкой и суммой скидок соблюдается только при равенстве потребления электроэнергии потребителем – виновником искажения ПКЭ и смежными потребителями. Потреблённая электроэнергия потребителя – виновника не может быть равна потреблённой электроэнергии смежных потребителей. Потребление электроэнергии зависит от мощности потребителей и их спроса для осуществления своей деятельности. В реальности надбавка никогда не будет равняться сумме скидок. Сумма скидок может превышать надбавку и наоборот. Сама идея формализованного способа возмещения ущерба смежным потребителям за потребление электроэнергии пониженного качества лишается смысла. Размер ущерба и его оплата не совпадают.

Это, а также ряд других обстоятельств, связанных с применением скидок и надбавок, порождало конфликтные ситуации между потребителями и энергоснабжающей организацией, которые рассматривались и обсуждались в арбитражных судах. Оказалось, что предложенный механизм управления вступал в противоречие с действующим законодательством. Применение

скидок и надбавок неправомерно. В 2000 году Министерством юстиции России была дана оценка правомерности применения положений инструкции о порядке расчётов за электрическую и тепловую энергию [7]. В результате инструкция и правила применения скидок и надбавок были отменены. Отсюда вытекает необходимость в совершенствовании как законодательства, так и механизма скидок и надбавок.

В части совершенствования законодательства можно сказать, что ГК РФ в настоящее время защищает права потребителя и не защищает права энергоснабжающей организации. В текущей ситуации виновником плохого качества всегда является энергоснабжающая организация. Однако виновником она может быть только в небольшой части регламентированных ГОСТ 32144-2013 ПКЭ. В этой части показателей ГК обеспечивает регулирование. В большинстве же случаев виновником является потребитель. Большая часть искажений регламентированных ГОСТ 32144-2013 показателей не может возникать по вине энергоснабжающей организации. В этом случае ГК не обеспечивает регулирование.

ГК РФ должен защищать права энергоснабжающей организации в случае, когда она вынуждена в силу специфики процесса передачи и потребления электроэнергии подавать электроэнергию плохого качества и возмещать ущерб потребителям при отсутствии своей вины. В соответствии с предполагаемым дополнением энергоснабжающая организация должна иметь возможность переадресовать возмещение ущерба потребителю – виновнику искажения ПКЭ, определить требование к усовершенствованному механизму управления КЭ путём применения скидок и надбавок. Механизм, удовлетворяющий этому требованию, не будет противоречить законодательству, в отличие от предложенного в [2, 3, 6].

Выводы.

1. В настоящее время правовое управление качеством электроэнергии осуществляется посредством единственного нормативного документа – статьей 542 ГК РФ.

2. ГК РФ достаточно эффективно управляет качеством электроэнергии по ограниченному числу показателей, регламентированных ГОСТ 32144-2013, когда виновником искажения показателей качества является энергоснабжающая организация. По большинству показателей, виновником искажения которых является потребитель, управление отсутствует.

3. Повысить эффективность управления возможно за счёт дополнения ст. ГК РФ новым содержанием, обеспечивающим защиту прав энергоснабжающей организации в случае, когда она вынуждена в силу специфики процесса передачи и потребления электроэнергии подавать элек-

троэнергию плохого качества и возмещать ущерб потребителям при отсутствии своей вины.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гражданский кодекс Российской Федерации. Часть 2 от 26 января 1996 г. №14-ФЗ // Собрание законодательства Российской Федерации. 1996. – №5. – Ст. 542.

2. Железко Ю. С., Живов С. А. Применение скидок и надбавок к тарифам за качество электроэнергии // Промышленная энергетика. – 1990. – №11. – С. 9–11.

3. Инструкция о порядке расчётов за электрическую и тепловую энергию (Зарегистрирована Минюстом РФ 28 декабря 1993 г. №449) // Экономика и жизнь. – 1994. – №3. – Январь.

4. Карташев И. И. Качество электроэнергии в системах электроснабжения. Способы его контроля и обеспечения. – Москва: Издательство МЭИ, 2000. – 120 с.

5. Кузнецов А. В. Об организационно-правовых аспектах управления режимами электропотребления // Электрические станции. – 2003. – №12. – С. 52–56.

6. Правила применения скидок и надбавок к тарифам за качество электроэнергии // Промышленная энергетика. – 1990. – №11. – С. 52–55.

7. Справка о противоречии нормативным правовым актам РФ отдельных положений Инструкции о порядке расчётов за электрическую и тепловую энергию, утвержденной Госкомцен и Минтопэнерго России 30 ноября 1993 года №№01-17/1443-11, ВК-7539 (зарегистрирована в Министерстве юстиции Российской Федерации 28 декабря 1993 года, регистрационный №449).

#### REFERENCES

1. *Grazhdanskiy kodeks Rossijskoj Federacii. CHast' 2 ot 26 yanvarya 1996g. №14-FZ* [The civil code of the Russian Federation. Part 2 of January 26, 1996. №14-FZ] // *Sobranie zakonodatel'stva Rossijskoj Federacii* [collected legislation of the Russian Federation]. 1996, №5, Art. 542.

2. ZHelezko YU.S., ZHivov S.A. *Primenenie skidok i nadbavok k tarifam za kachestvo ehlektroehnergii* [Application of discounts and surcharges to tariffs for electric power quality] // *Promyshlennaya ehnergetika* [Industrial energy]. 1990, №11, pp. 9–11.

3. *Instrukciya o poryadke raschetov za ehlektricheskuyu i teplovuyu ehnergiyu (Zaregistrirovana Minyustom RF 28 dekabrya 1993 g. №449)* [The instruction on the procedure of payments for electricity and heat (Registered by Ministry of justice of the Russian Federation on 28 December 1993, No. 449)] // *EHkonomika i zhizn'* [Economy and life]. 1994, №3, YAnvar'.

4. Kartashev I. I. *Kachestvo ehlektroehnergii v sistemah ehlektrosnabzheniya. Sposoby ego kontrolya i obespecheniya* [Power Quality in power systems. Ways of control and security]. M.: Izdatel'stvo MEHI, 2000, 120 p.

5. Kuznecov A. V. *Ob organizacionno-pravovyh aspektah upravleniya re-zhimami ehlektropotrebleniya* [On the institutional aspects of the management of represses of power consumption] // *Ehlektricheskie stancii* [Electric station]. 2003, №12, pp. 52–56.

6. *Pravila primeneniya skidok i nadbavok k tarifam za kachestvo ehlektroehnergii* [Rules for applying discounts and surcharges to tariffs for electric power quality] // *Promyshlennaya ehnergetika* [Industrial energy]. 1990, №11, pp. 52–55.

7. *Spravka o protivorechii normativnym pravovym aktam RF otdel'nyh polozhenij Instrukcii o poryadke raschetov za ehlektricheskuyu i teplovuyu ehnergiyu, utverzhdennoj Goskomcen i Mintopehnergo Rossii 30 noyabrya 1993 goda NN 01-17/1443-11, VK-7539 (zaregistrirovana v Ministerstve yusticii Rossijskoj Federacii 28*

*dekabrya 1993 goda, registracionnyj №449)* [Help about the contradiction of normative legal acts of the Russian Federation separate provisions of the Instruction about procedure of payments for electrical and heat energy, approved by goskomtsen, and the Russian Ministry of energy 30 November 1993 №№01-17/1443-11, VC-7539 (registered in Ministry of justice of the Russian Federation on 28 December 1993, registration №449)].

.....

*Кузнецов Анатолий Викторович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Электроснабжение» энергетического факультета УлГТУ.*

*Чикин Владислав Владимирович, магистрант 1-го курса энергетического факультета УлГТУ.*

*Поступила 11.02.2019 г.*

УДК 621.316.13

А. В. КУЗНЕЦОВ, Ю. П. ЮРЕНКОВ

## **ПРИМЕНЕНИЕ ЖИДКОМЕТАЛЛИЧЕСКИХ САМОВОССТАНАВЛИВАЮЩИХСЯ ОГРАНИЧИТЕЛЕЙ ТОКА ДЛЯ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ СИСТЕМ ТРАНСПОРТИРОВКИ И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ**

*При создании энергосберегающих систем транспортировки и распределения электроэнергии возникает необходимость объединять силовые трансформаторы на параллельную работу. При этом возрастают токи короткого замыкания. В ряде случаев эти токи могут превышать токи предельной отключающей способности существующей коммутационной аппаратуры, что ограничивает возможности использования таких решений. Возникает необходимость разработки новых токоограничивающих устройств, позволяющих расширить возможности развития технологий создания энергосберегающих СТРЭ.*

*Одним из вариантов новых устройств может быть устройство на основе жидкометаллических самовосстанавливающихся предохранителей (ЖСП). Однако уровень исследований как в нашей стране, так и за рубежом пока не позволяет перейти к созданию промышленных образцов ЖСП.*

*Наиболее полное научное обоснование в технической литературе получил вариант использования ЖСП как ограничителя тока в комплексе с шунтирующим сопротивлением. Научный задел в этом отношении более всего приближен к практическому выходу. Целесообразно продолжить исследования в направлении создания макетных образцов ЖСП, их лабораторных и эксплуатационных испытаний, которые могут обеспечить возможность развития технологии создания энергосберегающих систем транспортировки электроэнергии.*

Ключевые слова: система электроснабжения, передача электрической энергии, устройство защиты, надежность электроснабжения, термическая стойкость, динамическая стойкость, жидкометаллические самовосстанавливающиеся предохранители, интеллектуальные сети.

© Кузнецов А. В., Юренков Ю. П., 2019

Одним из приоритетных направлений научно-технологического развития РФ является переход к ресурсосберегающей энергетике. Это напрямую связано со снижением инвестиций в электроэнергетический комплекс РФ, в частности в системы транспортировки и распределения электроэнергии (СТРЭ), с развитием технологий создания энергосберегающих СТРЭ, отмеченных Указом Президента РФ №899 от 7 июля 2011 года как критические технологии в РФ.

Важнейшим требованием к системам транспортировки и распределения электроэнергии является высокая надёжность, в том числе при возникновении аварийных ситуаций, связанных с возможностью возникновения коротких замыканий. Токи короткого замыкания могут достигать значительных величин и оказывают разрушающее воздействие на всё технологическое оборудование систем транспортировки и распределения электроэнергии. Для сохранения работоспособности системы технологий предусмотрено отключение повреждённого участка, которое осуществляется устройствами защиты, включающими в себя средства релейной защиты и коммутационные электрические аппараты. Технические характеристики устройств защиты должны позволять защитить неповреждённые элементы от разрушающего теплового воздействия.

За период времени от начала возникновения тока короткого замыкания до его отключения температура элементов технологического оборудования повышается. Её значение зависит от величины тока короткого замыкания и длительности этого периода, т. е. времени действия релейной защиты и электрического аппарата. Задача в данном случае сводится к тому, чтобы не допустить, нагрев до критической температуры, при которой нарушается работоспособность технологического оборудования защищаемого участка системы транспортировки и распределения электроэнергии. К сожалению, на сегодняшний день в ряде случаев технические средства не могут обеспечить защиту элементов защищаемой сети, выбранных по номинальным параметрам. Для проводников это длительно допустимый ток, для полупроводниковых приборов – это предельный ток, для коммутационной аппаратуры – предельная отключающая способность. При больших токах короткого замыкания и длительности воздействия термическая и динамическая стойкость защищаемых элементов оказывается ниже, чем возможное тепловое и динамическое воздействие тока короткого замыкания. В этой связи нормами проектирования предписано выполнять проверку выбранных сечений проводников, выбранных силовых полупроводниковых приборов и других элементов защищаемой сети на термическую и динамическую стойкость в соот-

ветствии с утверждёнными методиками как в России [1], так и за рубежом [2, 3].

Если окажется, что температура защищаемых элементов достигает критических значений, то проектное решение сводится к завышению номинальных параметров элементов технологического оборудования (завышение сечений проводников и кабелей, увеличение номинальных токов защищаемых элементов) до уровня, при котором температура новых элементов не будет достигать критических значений. Завышение номинальных параметров защищаемых элементов систем транспортировки и распределения электроэнергии связано с излишним расходом материалов: меди, алюминия, драгоценных и полудрагоценных металлов. Это увеличивает металлоёмкость сети, приводит к необходимости применять усложнённые конструкции коммутационных аппаратов на участках защищаемой сети. В конечном счёте увеличивается инвестиционная составляющая в системах транспортировки и распределения электроэнергии.

Избежать этого возможно за счёт применения устройств защиты, разумно сочетающих в себе токоограничивающие свойства и быстродействие. Однако предварительные исследования показывают, что аппараты подобного типа в мировой практике отсутствуют. В результате в существующей ситуации:

- завышение инвестиционной составляющей в системе транспортировки и распределения электроэнергии напряжением до 1 кВ по отношению к общим затратам на производство и передачу электроэнергии достигает 2,7 % [4];

- ограничивается возможность развивать технологии создания энергосберегающих систем транспортировки и распределения электроэнергии.

Одним из путей решения задачи создания энергосберегающих систем транспортировки и распределения электроэнергии является создание технологий, обеспечивающих передачу электроэнергии по пути наименьшего электрического сопротивления. Очевидно, что при этом возрастают токи короткого замыкания. Этому способствует увеличение плотности нагрузок и сокращение расстояний для транспортировки электроэнергии, внедрение интеллектуальных СТРЭ (Smart Grid) [5] интеллектуальных сетей с гексагональной топологией [6], применение дополнительных источников генерации электроэнергии на основе возобновляемых источников энергии, повышение номинального напряжения электрических сетей и т. п. В ряде случаев при объединении силовых трансформаторов на параллельную работу токи короткого замыкания могут превышать токи предельной отключающей способности существующей коммутационной аппаратуры, что ограничивает возможности использования таких решений.

Совершенствование известных и разработка новых устройств защиты, разумно сочетающих в себе токоограничивающие свойства и быстродействие, позволят избежать необходимости повышения металлоёмкости СЭ, применения электрических аппаратов повышенной сложности, расширить возможности развития технологий создания энергосберегающих СТРЭ.

Одним из вариантов новых устройств защиты может быть устройство защиты на основе жидкометаллических самовосстанавливающихся предохранителей (ЖСП).

Жидкометаллический самовосстанавливающийся предохранитель – это электрический аппарат, в котором в качестве плавкого элемента применяется жидкий металл, (индий, галлий, ртуть, щелочные металлы и т. п.), расположенный в канале диэлектрической втулки. При протекании по жидкометаллической плавкой вставке тока короткого замыкания она испаряется, вызывая взрывообразное повышение давления. При высоком давлении пары металла обладают значительным сопротивлением. В результате ток резко ограничивается. Возникающее перенапряжение вызывает пробой образовавшейся паровой пробки. После чего в канале образуется электрическая дуга, которая гасится при естественном переходе тока через нулевое значение. После остывания и конденсации паров жидкого металла электрическая цепь восстанавливается за время, соизмеримое с половиной периода частоты сети. В этой связи во втором, третьем и последующих полупериодах процесс повторяется до момента отключения цепи дополнительным коммутационным аппаратом. Время восстановления является неуправляемым.

Уровень исследований жидкометаллических самовосстанавливающихся предохранителей на сегодняшний день как в Российской Федерации, так и за рубежом не позволяет разработать промышленные образцы для использования в системах электроснабжения. Такие исследования проводятся отдельными инициативными группами в разных странах мира. Это Япония, США, Германия, Китай, РФ и др. [4, 7, 8, 9, 10, 11, 12]. На сегодняшний день установлено [4, 7, 8], что ЖСП и устройства на их основе обладают более высоким быстродействием, чем освоенные промышленностью электрические аппараты. Это вызывает интерес и потребность в развитии и продолжении исследования в направлении создания макетных и промышленных образцов ЖСП и определения области их применения.

Технические решения, направленные на создание ЖСП с управляемым временем восстановления, имеются [4], однако их исследования не доведены до создания макетных образцов и их

экспериментальных исследований. Говорить о ЖСП как электрическом аппарате, способном отключать цепь как обычный предохранитель, пока преждевременно.

Исследования показывают, что во время коммутационного процесса канал диэлектрической втулки ЖСП подвергается дуговой эрозии при каждом срабатывании [4, 7]. Диаметр плавкой вставки, её номинальный ток увеличиваются, ухудшаются токоограничивающие свойства. В условиях эксплуатации после отключения первого КЗ параметры ЖСП могут измениться так, что не будут удовлетворять требованиям защиты элементов сети. В ряде случаев потребуется его замена. ЖСП имеет ограниченный коммутационный ресурс.

Коммутационный ресурс ЖСП повышается как конструктивными [4, 7], так и схемными решениями. Схемное решение предполагает шунтирование ЖСП низкоомным резистором, которое уменьшает энергию, выделенную в канале ЖСП во время дуговой стадии процесса. Часть энергии поглощается и рассеивается шунтирующим сопротивлением. При этом ограничиваются коммутационные перенапряжения.

Вариант использования ЖСП в комплексе с шунтирующим сопротивлением и дополнительным коммутационным аппаратом получил более полное научное обоснование и развитие. Научный задел в этом отношении более всего приближен к практическому выходу. В [4] содержатся результаты параметрического синтеза устройства на основе ЖСП, включающие в себя расчёт геометрии плавкой вставки, расчёт значения шунтирующего сопротивления в соответствии с требованиями защиты элементов защищаемой электрической сети, выведено выражение для определения коэффициента чувствительности и т. п. Все эти результаты получены на основе исследования математической модели. Модель позволяет определить параметры ЖСП, и шунтирующего сопротивления для ограничения тока короткого замыкания до уровня, при котором можно избежать превышения номинальных параметров элементов электрической сети, повысить её технико-экономические показатели.

Опытная осциллограмма процесса короткого замыкания в цепи с устройством защиты на основе ЖСП [4] в одном полупериоде представлена на рисунке. Осциллограмма отражает результат коммутационных испытаний макетной конструкции устройства защиты на основе ЖСП в лаборатории коммутационных испытаний ОАО Ульяновский завод «Контактор». Исходные данные, при которых проводились испытания, использованы для расчёта с помощью предложенной математической модели. Сравнение

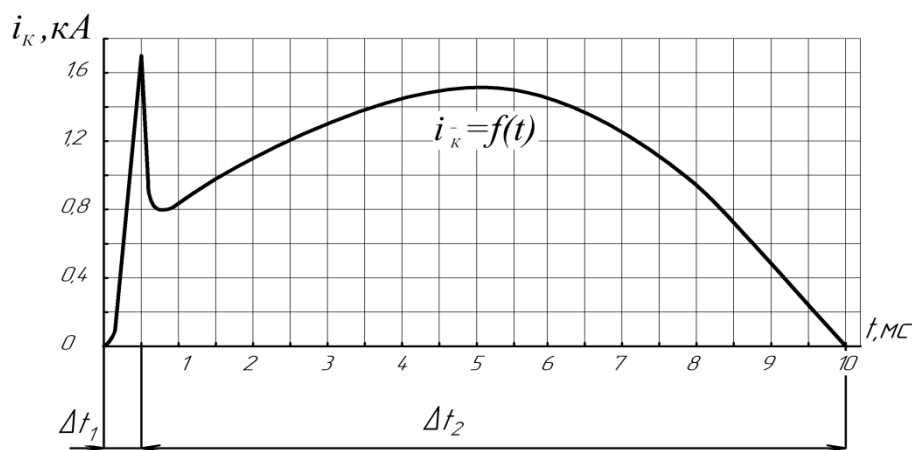


Рис. Опытная осциллограмма в цепи короткого замыкания ЖСП. Ударное значение тока в контуре 52,6 кА;  $\cos \varphi = 0,19$ ;  $R_{ш} = 0,2 \text{ Ом}$ ;  $\Delta t_1 \approx 0,5 \text{ мс}$ ;  $\Delta t_2 \approx 9,5 \text{ мс}$ ;  $R_{д} > 10R_{ш}$

результатов расчёта с опытной осциллограммой показали практически полное совпадение расчётной зависимости тока  $i_k = f(t)$  и зависимости тока от времени, представленной на опытной осциллограмме. Это подтверждает адекватность предложенной математической модели физическим процессам в цепи короткого замыкания с ЖСП в конкретном случае, соответствующем параметрам макетного образца устройства защиты на основе ЖСП.

Итак, необходимый задел в области создания и применения ЖСП имеется. Для получения практических результатов требуется продолжить исследования в направлении создания макетных образцов ЖСП их лабораторных и эксплуатационных испытаний. Получение практических результатов обеспечит возможность развития технологии создания энергосберегающих систем транспортировки электроэнергии.

### Выводы

1. Одним из путей решения задачи создания энергосберегающих систем транспортировки и распределения электроэнергии является создание технологий, обеспечивающих передачу электроэнергии по пути наименьшего электрического сопротивления. Очевидно, что при этом возрастают токи короткого замыкания. В ряде случаев при объединении силовых трансформаторов на параллельную работу токи короткого замыкания могут превышать токи предельной отключающей способности существующей коммутационной аппаратуры, что ограничивает возможности использования таких решений.

2. Совершенствование известных и разработка новых устройств защиты, разумно сочетающих в себе токоограничивающие свойства и быстродействие, позволят избежать необходимости повышения металлоёмкости СЭ, применения электрических аппаратов повышенной сложнос-

сти, расширить возможности развития технологий создания энергосберегающих СТЭ.

3. Одним из вариантов новых устройств защиты может быть устройство защиты на основе жидкометаллических самовосстанавливающихся предохранителей (ЖСП). Однако уровень исследований как в нашей стране, так и за рубежом не позволяет перейти к созданию промышленных образцов ЖСП.

4. Наиболее полное научное обоснование в технической литературе получил вариант использования ЖСП как ограничителя тока в комплексе с шунтирующим сопротивлением. Научный задел в этом отношении более всего приближен к практическому выходу.

5. Целесообразно продолжить исследования в направлении создания макетных образцов ЖСП их лабораторных и эксплуатационных испытаний, которые могут обеспечить возможность развития технологии создания энергосберегающих систем транспортировки электроэнергии.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- ГОСТ Р 52736-2007. Короткие замыкания в электроустановках. Методы расчёта электродинамического и термического действия токов короткого замыкания. – Москва: Стандартинформ, 2007.
- IEC 60865-1:2011. Short-circuit currents - Calculation of effects - Part 1: Definitions and calculation methods.
- IEC TR 60865-2:2015. Short-circuit currents - Calculation of effects - Part 2: Examples of calculation.
- Кузнецов А. В. Жидкометаллические предохранители и инвестиционная привлекательность их разработки. – Москва: Энергоатомиздат, 2006. – 207 с.
- Possemato F., Paschero M., Livi L., Rizzi A., Sadeghian A. «On the impact of topological

properties of smart grids in power losses optimization problems», International Journal of Electrical Power and Energy Systems, Vol. 78, pp. 755-764, 2016.

6. Лоскутов, А. Б. Интеллектуальные распределительные сети 10–20 кВ с гексагональной конфигурацией / А. Б. Лоскутов, Е. Н. Соснина, А. А. Лоскутов, Д. В. Зырин // Промышленная энергетика. – 2013. – №12. – С. 3–7.

7. Патент 2242818 (RU), МКИ<sup>3</sup> 7H01H 87/00. Жидкометаллический самовосстанавливающийся ограничитель тока / А. В. Кузнецов (RU), И. В. Сычева (RU) – №2003122171/09; Заявл. 15.07.03; Оpubл. 20.12.04, Бюл. 35. – 4 с.

8. Патент 2614389 (RU), МКИ<sup>3</sup> H01H 87/00. Ограничитель тока / Р. Ф. Тимиргазин (RU), А. В. Кузнецов (RU) – № 2015152652; заявл. 8.12.15; опубл. 27.03.17.

9. Niayesh K., Tepper J., König F. A Novel current limitation principle based on application of liquid metals // IEEE transaction on components and packaging technologies. 2006, vol 29, №2 P. 303–309.

10. L. Yiyang, W. Yi, H. Chen, H. Hailong Investigation on the behavior of GaInSn liquid metal Current Limiter // IEEE transaction on components. 2014, №2, P. 209–215.

11. Zienicke E., Ben-Wen Li, Thess A., Kräzschmar A., Terhoeven P. Theoretical and Numerical Stability Analysis of the Liquid Metal Pinch Using the Shallow Water Approximation // Journal of Thermal Science. 2008, №3, vol.17, P. 261–266.

12. Казанцев А. А., Косорлуков И. А. Разработка жидкометаллического ограничителя тока // Электрооборудование: эксплуатация и ремонт. – 2013. – № 12. – С. 25–27.

## REFERENCES

1. GOST R 52736-2007. Korotkie замыкaniya v elektroustanovkah. Metody rascheta elektrodinamicheskogo i termicheskogo dejstviya tokov korotkogo замыкaniya [Short-circuit currents. Calculation methods]. M.: Standartinform, 2007.

2. IEC 60865-1:2011. Short-circuit currents - Calculation of effects – Part 1: Definitions and calculation methods.

3. IEC TR 60865-2:2015. Short-circuit currents – Calculation of effects - Part 2: Examples of calculation.

4. Kuznetsov A. V. Zhidkometallicheskie predohraniteli i investicionnaya privlekatel'nost' ih razrabotki [Liquid metal fuse and investment attractiveness of their development]. M.: Energoatomizdat, 2006, 207 p.

5. F. Possemato, M Paschero, L. Livi, A. Rizzi, A. Sadeghian “On the impact of topological proper-

ties of smart grids in power losses optimization problems”, International Journal of Electrical Power and Energy Systems, Vol. 78, pp. 755–764, 2016.

6. Loskutov, A.B. *Intellektual'nye raspredelitel'nye seti 10-20 kV s geksagonal'noj konfiguratsiej* [Smart grid 10-20 kV with a hexagonal configuration]/ A. B. Loskutov, E. N. Sosnina, A. A. Loskutov, D.V. Zyrin // Promyshlennaya energetika [Industrial power engineering]. 2013, no. 3, pp. 3–7.

7. Patent 2242818 (RU), МКИ [IPC] 7H01H 87/00. Zhidkometallicheskiy samovosstanavlivayushchijsya ogranichitel' toka [Liquid metal self-healing current limiter] / A. V. Kuznetsov (RU), I. V. Sycheva (RU) – №2003122171/09; Zayavl. [Application date] 15.07.03; Opubl. [Publication Date] 20.12.04, Byul. [Bulletin] 35. – 4 p.

8. Patent 2614389 (RU), МКИ [IPC] H01H 87/00. Ogranichitel' toka [Current limiter] / R.F. Timirgazin (RU), A. V. Kuznetsov (RU) – №2015152652; Zayavl. [Application date] 8.12.15; Opubl. [Publication Date] 27.03.17.

9. Niayesh K., Tepper J., König F. A Novel current limitation principle based on application of liquid metals // IEEE transaction on components and packaging technologies. 2006, vol 29, №2, pp. 303–309.

10. Yiyang L., W. Yi, Chen H., H. Hailong Investigation on the behavior of GaInSn liquid metal Current Limiter // IEEE transaction on components. 2014, №2, pp. 209–215.

11. Zienicke E., Ben-Wen Li, Thess A., Kräzschmar A., Terhoeven P. Theoretical and Numerical Stability Analysis of the Liquid Metal Pinch Using the Shallow Water Approximation // Journal of Thermal Science. 2008, №3 vol.17, P. 261–266.

12. Kazantsev A.A., Kosorlukov I. A. *Razrabotka zhidkometallicheskogo ogranichitelya toka* [Development liquid metal current limiter] // Elektrooborudovanie: ekspluatatsiya i remont [Electrical equipment: maintenance and repair]. 2013, №12, pp. 25–27.

•••••

*Кузнецов Анатолий Викторович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Электроснабжение» энергетического факультета УлГТУ.*

*Юренков Юрий Петрович, магистр, ассистент кафедры «Электроснабжение» УлГТУ.*

*Поступила 11.02.2019 г.*

## РАЗРАБОТКА ТЕПЛОВОЙ СХЕМЫ КАНАЛА ПРИНУДИТЕЛЬНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ ОБМОТОК СУХОГО ТРАНСФОРМАТОРА

Для тепловых расчётов силовых трансформаторов тепловыми схемами построена схемная модель канала принудительного охлаждения обмоток сухого трансформатора

Ключевые слова: воздушный поток, перепад температуры, уравнение теплопроводности, тепловая схема замещения, уравнения Кирхгофа.

Для снижения ресурсных и временных затрат (которые в несколько раз умножаются в задачах оптимизации силовых трансформаторов) целесообразно проводить тепловой расчёт на тепловых схемах. Точность расчёта определяется количеством схемных элементов и качеством схемных моделей элементов трансформатора [1]. Как правило, такие схемы строятся умозрительно, поэтому надёжность расчётов снижается. В работе [2] предложен подход определения строгих схем на основе фундаментальных уравнений теплопроводности.

Сухие силовые трансформаторы предназначены для работы с принудительным воздушным охлаждением. Тепловые схемы такого процесса отсутствуют, поэтому актуальна задача их построения. При этом рассмотрим случай ламинарного воздушного потока.

Пусть через воздушный канал между двумя широкими стенками проходит со скоростью  $v_B$  воздушный поток (рис. 1, а), который забирает в единицу времени тепловую энергию  $Q_{об}$ , подводимую противоположными нагретыми стенками соответственно  $Q_1$  и  $Q_2$ , Вт.

Размер канала  $d_B \ll \sqrt{S_c}$ , где  $S_c$  – площадь стенок, поэтому свободной конвекцией пренебрегаем, и будем учитывать только принудительный воздушный поток.

Воспользуемся формулой расчёта вентилятора для учёта количества тепловой мощности, переносимой потоком воздуха при разности температуры между приточной воздушной средой и комнатной ( $\tau = T_k - T_{cp}$ ):

$$Q_B = V_v \rho_B C_B \tau, \quad (1)$$

где  $\rho_B$  – плотность воздуха, кг/м<sup>3</sup>;  $C_B$  – теплоёмкость воздуха Дж/(кг•С);  $V_v$  – производительность вентилятора, м<sup>3</sup>/с.

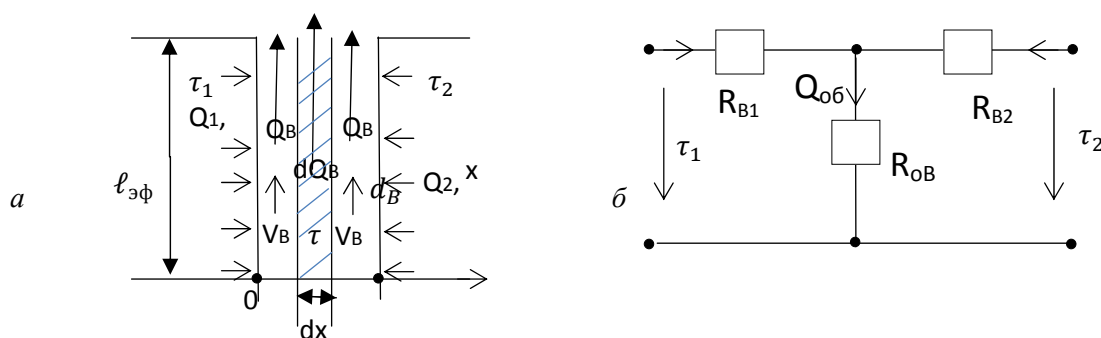


Рис. 1. Принудительное охлаждение через вентиляционный канал толщиной  $d_B$  между двумя нагретыми стенками ( $Q_1, \tau_1; Q_2, \tau_2$ ) – (а); тепловая схема этого процесса – (б)

В бесконечно тонком воздушном слое  $dx$  с перепадом температуры  $\tau = T(x) - T_{cp}$  производительность переноса потока выразим через скорость потока следующим образом:

$$dV_v = \mathcal{P}_{\text{эф}} v_B dx,$$

где  $\mathcal{P}_{\text{эф}}$  – эффективный периметр воздушного слоя, который связан с площадью стенки  $S_c$ . Например, если стенка круглая, то  $\mathcal{P}_{\text{эф}} = 2\sqrt{S_c/\pi}$ ; если стенка квадратная со стороной  $\ell_{\text{эф}}$ , то  $\mathcal{P}_{\text{эф}} = 4\ell_{\text{эф}} = 4\sqrt{S_c}$ .

Уравнение баланса теплового потока с учётом того, что тепловая мощность воздушного потока  $Q_B$  это обменная мощность  $Q_{\text{об}}$ , которая примет вид

$$Q_{\text{об}} = Q_1 + Q_2, \quad (2)$$

а стационарное уравнение теплопроводности (без внутреннего источника энергии) примет вид

$$\frac{d^2\tau}{dx^2} - \frac{\rho_B C_B v_B \mathcal{P}_{\text{эф}}}{\lambda_B S_c} \tau = 0. \quad (3)$$

Общее решение уравнения (3) имеет вид

$$\tau = C_1 e^{-\lambda_B x} + C_2 e^{\lambda_B x}; \quad (4)$$

$$v_B = \sqrt{\frac{\rho_B C_B v_B \mathcal{P}_{\text{эф}}}{\lambda_B S_c}}, \quad (5)$$

где  $\lambda_B$  – коэффициент теплопроводности воздуха, Вт/(м·С).

Постоянные интегрирования определим из граничных условий:

$$x = 0, \quad Q_1 = S_1 \frac{d\tau}{dx} \Big|_{x=0};$$

$$x = d_B, \quad Q_2 = -\lambda S_2 \frac{d\tau}{dx} \Big|_{x=d_B},$$

которые примут следующий вид:

$$C_1 = \frac{[Q_2 + Q_1 e^{v_B d_B}]}{(v_B \lambda_B S_c)(e^{v_B d_B} - e^{-v_B d_B})}; \quad C_2 = \frac{[Q_2 + Q_1 e^{-v_B d_B}]}{(v_B \lambda_B S_c)(e^{v_B d_B} - e^{-v_B d_B})}. \quad (6)$$

На основе полученного выражения (4) вычислим температуры  $\tau_1$  и  $\tau_2$  на поверхностях соответствующих стенок при  $x = 0$  и  $x = d_B$ :

$$\tau_1 = C_1 + C_2; \quad (7)$$

$$\tau_2 = C_1 e^{-\lambda_B d_B} + C_2 e^{\lambda_B d_B}. \quad (8)$$

Подставив (6) в (7) – (8), получим:

$$\tau_1 = \frac{2(Q_1 + Q_2)}{(v_B \lambda_B S_c)(e^{v_B d_B} - e^{-v_B d_B})} + \frac{Q_1 [e^{v_B d_B} + e^{-v_B d_B} - 2]}{(v_B \lambda_B S_c)(e^{v_B d_B} - e^{-v_B d_B})}; \quad (9)$$

$$\tau_2 = \frac{2(Q_1 + Q_2)}{(v_B \lambda_B S_c)(e^{v_B d_B} - e^{-v_B d_B})} + \frac{Q_2 [e^{v_B d_B} + e^{-v_B d_B} - 2]}{(v_B \lambda_B S_c)(e^{v_B d_B} - e^{-v_B d_B})}. \quad (10)$$

Систему алгебраических уравнений (1), (9) – (10) можно рассматривать как полную систему уравнений тепловой цепи, составленную по законам Кирхгофа. Из количества уравнений следует, что такая цепь состоит из одного независимого узла и двух независимых контуров. Зависимость для всех слагаемых уравнений (9) и (10) от тепловых потоков линейная, поэтому схема замещения линейная и не содержит источников тепловой энергии. Приведённым свойствам соответствует тепловая схема на рис. 1, б, представляющая собой соединение звездой трёх тепловых сопротивлений.

Уравнения, составленные для этой схемы по второму закону Кирхгофа, имеют следующий вид:

$$\tau_1 = Q_1 R_{\text{э}1} + Q_{\text{об}} R_{\text{об}}; \quad (11)$$

$$\tau_2 = Q_2 R_{\text{э}2} + Q_{\text{об}} R_{\text{об}}. \quad (12)$$

Из изоморфизма уравнений (11) – (12) и (9) – (10) определим формулы для расчёта соответствующих тепловых сопротивлений:

– сопротивление теплоотдачи

$$R_{\text{об}} = \frac{2}{(v_B \lambda_B S_c)(e^{v_B d_B} - e^{-v_B d_B})}; \quad (13)$$

– сопротивления теплопроводности

$$R_{B1} = R_{B2} = \frac{(e^{v_B d_B} + e^{-v_B d_B} - 2)}{(v_B \lambda_B S_c)(e^{v_B d_B} - e^{-v_B d_B})}. \quad (14)$$

Заметим, что при отсутствии воздушного потока  $v_B = 0$ ,  $R_{\text{об}} \rightarrow \infty$  (так как охлаждением свободной конвекцией пренебрегли), то

$$R_{B10} = R_{B20} = \frac{d_B}{2\lambda_B S_C}.$$

При этом между нагретыми стенками будет иметь место процесс теплопередачи с тепловым сопротивлением  $R_B=2R_{B10}$ .

**Вывод.** Полученная тепловая схема учитывает скорость воздушного ламинарного потока и предназначена для использования в расчётах теплового режима силовых сухих трансформаторов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Меньшов Е. Н. Электромоделирование тепловых режимов силовых трансформаторов // Электроника, приборостроение, электроэнергетика: Межвузовский сборник научных трудов. – Ульяновск : УлГТУ, 2000. – С. 51–57.
2. Синтезирование тепловой схемы трёхфазного силового трансформатора/ М. А. Ахмед, Е. Н. Меньшов, Н. А. Шаммари // Моделирование и анализ сложных технических и технологических систем: сборник ст. по итогам Международ. науч.-практ. конф. (Самара, 04 марта 2018 г.). – Стерлитамак : АМИ, 2018. – С. 8–12.

#### REFERENCES

1. Menshov E. N. *EHlektromodelirovanie teplovyh rezhimov silovyh transformatorov* [Electrical modeling of thermal conditions of power transformers] / *EHlektronika, priborostroenie, ehlektroehnergetika* [Electronics, instrumentation, electric power industry]: *Mezhvuzovskij sbornik nauchnyh trudov*. Ul'yanovsk: UIGTU, 2000, pp. 51–57.
2. *Sintezirovanie teplovoj skhemy trekhfaznogo silovogo transformatora* [Synthesis of the thermal circuit of a three-phase power transformerto] / M. A. Ahmed, E. N. Menshov, N. A. SHammari // *Modelirovanie i analiz slozhnyh tekhnicheskikh i tekhnologicheskikh system* [Modeling and analysis of complex technical and technological systems]: *sb. st. po itogam Mezhd. nauch.-prakt. konf.* (Samara, 04 marta 2018 g.). Sterlitamak: AMI, 2018, pp. 8–12.

•••••

**Меньшов Евгений Николаевич**, кандидат технических наук, доцент кафедры «Электроснабжение» УлГТУ. Имеет публикации в области математического моделирования электромагнитных элементов и систем.

**Шалаев Евгений Сергеевич**, магистрант кафедры «Электроснабжение» УлГТУ.

Поступила 04.03.2019 г.

# ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ

УДК 331.5

В. В. КУЗНЕЦОВ, Н. В. ЛАПТЕВ, М. В. РЫБКИНА,  
И. С. БОЛЬШУХИНА, Д. А. КАЙМАКОВ

## ЗАНЯТОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

*Анализируются трудовые отношения, занятость населения в современных рыночных условиях России и перспективы в условиях постиндустриального развития.*

Ключевые слова: рынок труда, занятость, самозанятость, достижения развития СССР по пятилеткам, валовой внутренний продукт (ВВП), товаропроизводящие отрасли в условиях надвигающейся цифровой экономики.

Трудовые отношения представляют собой одну из наиболее важных сфер общественной жизни страны. Трудовой потенциал (экономически активное население), занятость населения являются важнейшими индикаторами, состояние которых позволяет судить о национальном благополучии, стабильности, эффективности социально-экономических преобразований качества жизни населения в современных условиях и в ближайшем будущем. Повышение качества жизни является главной целью любого прогрессивного общества [10].

В советской системе трудовых отношений государство, являясь выразителем интересов трудовых людей и всего населения, выступало и как законодатель, и в основном как работодатель, а социальные гарантии (жильё, лечение, занятость, повышение квалификации, контроль за деятельностью администрации) в основном обеспечивались в рамках трудовых коллективов. Государство централизованно устанавливало трудовые нормы, нормы оплаты труда: отраслевые, квалификационные различия, различия оплаты труда по категориям работников. В современных условиях (в рыночной системе) интересы работодателя значительно сузились.

Базовыми причинами резкого изменения трудовых отношений населения в системе *государство – бизнес – население* являются:

- приватизация собственности, что привело к силовым захватам собственности, коррупции, воровству во всех сферах жизни общества;
- отсутствие рабочего контроля, особенно в сфере распределения доходов предприятий, ор-

ганизаций, то есть в финансовой сфере – эти полномочия предоставлены исключительно собственнику;

– управление воспроизводственными процессами, технологическим развитием производства предоставлено так же исключительно собственнику.

Следует отметить, что в жизнедеятельности СССР 1961–1970 годы дали самые высокие экономические показатели. Национальный доход, производительность труда, реальные доходы на душу населения были самыми высокими за последние 30 лет существования СССР. Основу экономики в этот период составили военно-промышленный и энергетический комплексы – шло становление индустриального общества. Темпы роста по основным макроэкономическим показателям представлены на рис. 1.

Многочисленные реализованные проекты советского периода подтверждают, что производственная часть проекта всегда сопровождалась обязательным развитием социальной сферы: строительством жилья, детских садов, школ, культурных объектов, объектов здравоохранения, всей транспортной, энергетической инфраструктуры. Государство, как работодатель, обеспечивало «социалкой» не только работников, но и всё население, включая сельских жителей. В эти годы в основном были построены социальные объекты на селе (детские сады, школы, клубы, дороги, мосты и др.).

В последующие 15 лет темпы роста основных макроэкономических показателей несколько спали, но в целом они сохранялись на уровне показателей, достигнутых в большинстве развитых стран мира (см. рис. 1).

© Кузнецов В. В., Лаптев Н. В., Рыбкина М. В.,  
Большухина И. С., Каймаков Д. А., 2019

К числу стран, обеспечивавших долгое время существенно более высокие, чем в среднем в мире темпы экономического развития, относились и страны «социалистического лагеря» во главе с СССР. Так, за период 1961–1986 гг. среднегодовые темпы прироста национального дохода в СССР составляли 5,5%, в странах-членах СЭВ – 5,4%, тогда как в развитых капиталистических странах – 3,7%, в том числе в США – 3,1%.

Начиная с 1990 года, огромный потенциал, созданный в стране усилиями нескольких поколений, в течение очень короткого времени подвергся существенным трансформациям, среди которых, безусловно, важнейшей является приватизация собственности. К началу 2017 года в частной собственности насчитывается 77% предприятий, в государственной собственности

осталось 4% и 6% – в муниципальной собственности. Концентрация собственности в руках частных собственников привела к резкому сокращению занятых, особенно в сфере материального производства, и к сокращению объемов производства. Решающую роль в этом сыграли силовые захваты собственности, что прокатились тысячами в начале 2000 годов.

Следует отметить, что с началом реформ (1991–1995 гг.) началось резкое падение всех макроэкономических показателей деятельности. Индексы производства по экономической деятельности по обрабатывающим производствам России со 100% в 1991 г. упали до 85,8% в 2016 году, а по производству машин и оборудования – вовсе до 45,7%, удельный вес занятых в неофициальном секторе экономики достиг 50 млн из 82 млн трудоспособного населения (табл. 1) [4].

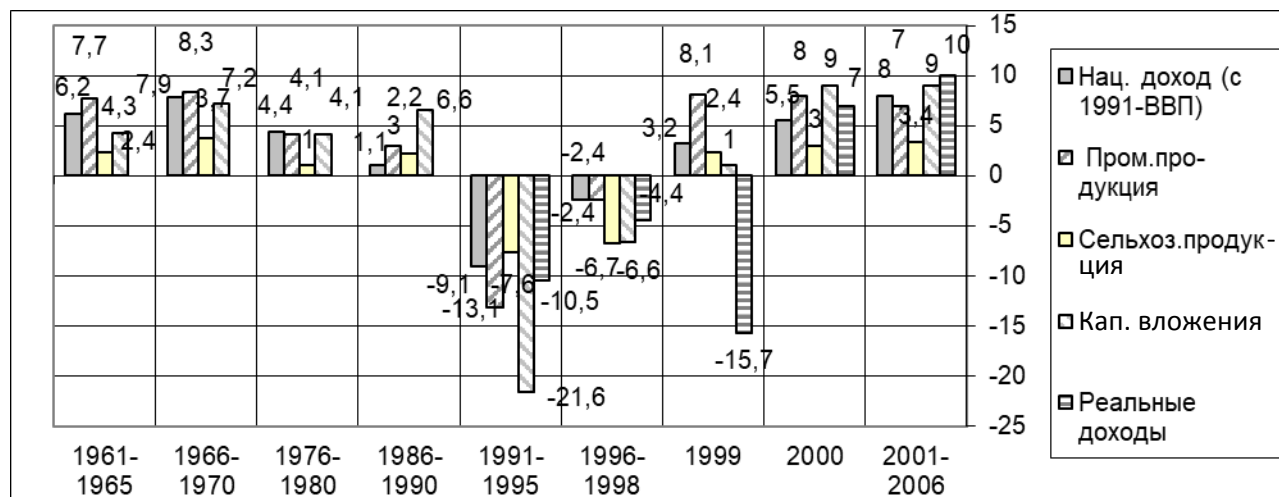


Рис. 1. Макроэкономические показатели России в 1961–2006 гг. (%) [7]

Таблица 1

Индексы производства в России по видам экономической деятельности за период 1992–2016 гг. [2]

Виды деятельности	1992	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2016
1. Добыча полезных ископаемых	88,2	74,3	99,1	106,6	109,6	110,8	112,3	115,6
2. Обрабатывающие производства, в т. ч.	81,8	50,9	68,9	77,8	88,3	88,7	90,6	85,8
производство машин и оборудования	84,4	32,3	44,9	48,7	55,5	53,7	49,5	45,7
3. Производство и распределение электрэн., газа и воды	95,3	76,9	86,1	88,5	89,9	87,6	87,5	87,4

Таблица 2

Структура численности занятых в основных отраслях экономики и в социальной сфере  
Ульяновской области за 1990–2017 гг. [11]

Отрасли экономики и социальной сферы	Годы Численность занятых, тыс. чел., в т. ч:					В 2017 к 1990 г., %	Высво- бождено к 2018 г., тыс. чел.
	1990	2000	2004	2011	2017		
Всего	650,0	619,3	576,4	605,3	580,8	89,4	
Промышленность	256,4	178	154,1	160,4	143,8	56,1	- 112,6
Сельское, лесное, рыбное хозяйство	112,1	98	85,2	83,0	49,3	44,0	- 62,8
Строительство	82,8	38	29,8	35,0	42,0	50,7	- 40,8
Транспорт и связь	45,2	40,9	39,3	42,3	47,5	105,1	+ 2,3
Образование, культура	70,6	61,4	59,3	50,4	53,6	75,9	- 17
Всего высвобождено							- 233,2
Торговля и реализация товаров	51,1	75	74,4	80,5	95,6	187,1	+ 44,5
Жилищное и коммунальное хозяйство	27,8	25,4	39,5	41,0	37,6	135,3	+ 9,8
Здравоохранение	35,8	42,6	40,3	43,4	37,4	104,5	+ 1,6
Управление	9,4	24,7	31,6	37,3	32,5	345,7	+ 23,1
Всего							81,3

Академик Д. Львов по этому поводу писал: «Россия потеряла фундаментальные базовые отрасли, осуществив непродуманный вариант приватизации. В результате две трети богатства страны стали достоянием 6% населения, которые взяли то, что им никогда не принадлежало» [9].

На начало 2016 года Россия сократила производство до уровня 1990 года (в натуральных показателях): тракторов (остаточные объёмы – 2,4%), металлорежущих станков (3,9%), зерноуборочных комбайнов (7,3%), грузовых автомобилей (18,2%), самолётов гражданских (22,1%), ткани х.-б. (20,9%), шерстяных тканей (2,0%). Только из обрабатывающих отраслей России «ушло» за период с 2005 по 2013 гг. 2 млн работников (с 9,5 сократилось до 7,5 млн). По подсчётам Центра макроэкономического анализа и краткосрочного прогнозирования (ЦМАКП) в третьем квартале этого года о банкротстве объявили 3227 российских компаний, за январь-сентябрь – 9733 предприятия. Это на 12,4% больше, чем за аналогичный период прошлого года [2].

Следует отметить, что «реформы 90-х» внесли весьма существенные изменения в отраслевую структуру экономики Ульяновской области. Занятость населения Ульяновской области по отраслям деятельности к началу 2017 года отражена в статистическом сборнике [11].

Вызывает особую тревогу, что в области резко сократилась численность занятых в промышленности, в сельском хозяйстве, в строительстве и в образовании. Из основных товаропроизводящих отраслей экономики Ульяновской области за период с 1990 по 2016 гг. «ушли» 233,2 тыс человек, в том числе, из промышленности – 112,6 тыс., строительства – 40,8 тыс., образования и культуры – 17 тыс. работников, из сельского хозяйства – 62,8 тыс. работающих, а остались в области (дома) всего 81,3 тысячи – остальные или разошлись по «вахтам», или выехали совсем.

Как эти 152 тыс. бывших работников области «добывают» заработную плату? При этом наибольшее количество безработных приходится на население в основном со средним профессиональным и с высшим образованием.

В конце 2018 года Госдумой принят Закон №350-ФЗ от 27.09.2018 «О повышении пенсионного возраста», неоднозначно принятый населением страны. Последствия тут, на наш взгляд, таковы, если эти молодые люди не нашли работу сегодня, то как они смогут трудоустроиться, когда войдёт в силу названный Закон. Начиная с 2019 года начинается действие этого закона: в 2019 на полгода продлится рабочий период примерно для 16 тыс. пенсионеров области; ряды «трудоспособных граждан» области пополнят 7840 чел. (3420 тыс. со среднепрофессиональной

подготовкой и 4420 – с высшим образованием). Получается, что мы выталкиваем этих молодых людей из нашей области, мол, ищите работу в других регионах России! Выходом из такого положения может быть «введение» новых рабочих мест за счёт Инвестиционных программ.

Президент России В. Путин на Совете Федерации в марте 2018 г. сказал: «Предлагаю развернуть масштабную программу пространственного развития России, включая развитие городов и других населённых пунктов, и как минимум удвоить расходы на эти цели в предстоящие шесть лет» [1]. Работа в регионах по поиску инвестиций интенсивно ведётся. Остаётся надежда на то, чтобы темпы создания новых рабочих мест в регионе за счёт реализации «Инвестиционных проектов» опережали темпы сокращения действующих рабочих мест. В условиях сокращающихся трудовых ресурсов необходимо искать дополнительные возможности по увеличению экономически активного населения за счёт развития трудовой мобильности населения, необходимо осуществить анализ направлений миграционных потоков в регионе. Выявить социально-экономические проблемы, связанные с миграцией населения, и наметить предпосылки устранения существующих противоречий [3].

Но на горизонте «маячит» очередная проблема: мир стоит перед проблемой перехода на пятый технологический уклад в экономике – назревает «Цифровая экономика», которая грозит очередными сокращениями рабочих мест в связи с переходом на новые технологические процессы и новую технику – автоматы. В январе 2019 г. на Экономическом форуме в Давосе рассмотрены и обсуждены с участием Правительств стран Мира задачи государств в решении вопросов, в том числе, и высвобождения работников из сферы производства.

Шесть лет прошло с момента подписания Президентом Российской Федерации ряда указов, направленных на ускорение социально-экономического развития страны. В них были определены ориентиры стратегических преобразований в таких важнейших сферах, как образование и наука, здравоохранение, демографическая и социальная политика, экономика и внешнеполитический курс, жилищно-коммунальные услуги и др. Обозначенные в майских Указах целевые показатели должны быть достигнутыми к 2020 году. Подписанные Президентом РФ В. Путиным 7 мая 2018 года новые Указы определяют главные векторы развития страны до 2024 года [5].

Майские Указы (2018 г.) Президента ставят перед Правительством России задачу по включению Российской Федерации в число пяти ведущих стран мира, осуществляющих научные

исследования и разработки в областях, определяемых приоритетами научно-технологического развития. В числе важнейших задач достижение этой цели определено Президентом [8]:

- создание не менее 15 научно-образовательных центров мирового уровня на основе интеграции университетов и научных организаций и их кооперации с организациями в реальном секторе экономики;

- формирование системы подготовки и профессионального роста научных и научно-педагогических кадров, обеспечивающей условия для осуществления молодыми учёными научных исследований и разработок, создания научных лабораторий и конкурентоспособных коллективов;

- формирование к 2024 году в обрабатывающей промышленности, в сельском хозяйстве, сфере услуг глобальных конкурентоспособных несырьевых секторов (продукция машиностроения, агропромышленного комплекса, других услуг), общая доля экспорта которых должна быть доведена до 20% валового внутреннего продукта;

- одновременно ставится задача увеличения численности занятых в сфере малого и среднего предпринимательства, включая индивидуальных предпринимателей, до 25 млн человек.

Правительству России предстоит громадная задача: в кратчайшие временные рамки приостановить утечку рабочей силы из всех товаропроизводящих отраслей, создать указанные в президентском послании научно-образовательные центры, определить их отраслевое направление, с выявлением потребности проектируемой продукции или услуги, «связать» их деятельность с организациями в реальном секторе экономики, возможно и построить новые производственные единицы с решением кадрового обеспечения этих производств.

Современному правительству России не приходилось ещё решать такие задачи по укреплению экономики. И тут неминуемо возникает вопрос: где брать финансовые ресурсы на создание таких комплексов, на оснащение лабораторным оборудованием, обеспечение их кадрами научных работников, технологами, организаторами производств, то есть по всей цепочке от создания до выхода этой продукции «в металл», на каком уровне (федеральном, региональном или на уровне бизнес-единиц) будут функционировать эти центры и кто (какая организация, какие подразделения Правительства) будут управлять этими научно-образовательными центрами мирового уровня? Удастся ли Правительству России обеспечить полную и стабильную занятость населения?

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. «Послание Владимира Путина Федеральному собранию РФ» // URL: <http://introvertum.com/poslanie-vladimira-putina-federalnomu-sobraniyu-rf-1-marta-2018-g-poln/> 2018 г.

2. «Статистический сборник по России, ФТС и Минэкономразвития РФ» // URL: <http://www.gks.ru/bgd/regl/b14.48/Main.htm>

3. Борисова М. В. Социально-экономическое развитие региона: проблемы и тенденции. – Ульяновск : УлГТУ, 2011. – 78 с.

4. Выступление в Госдуме РФ депутата от «Справедливой России» Олега Шеина 18.06.2018 г.

5. Кузнецов В. В., Рыбкина М. В., Милов А. А. Майские Указы президента по проблемам социально-экономического развития регионов России // Вестник УлГТУ. – 2018. – №2(82). – С. 70–78.

6. Кузнецов В. В. Региональная экономика и управление : учебное пособие (курс лекций). – Ульяновск : УлГТУ, 2017.

7. Кузнецов В. В. Экономика как основа социальной жизни. – Ульяновск: УлГТУ, 2006. – С. 74.

8. Майские указы Президента РФ В. Путина. Москва, Кремль 7 мая 2018 года №204.

9. Плаха по ним плачет // АиФ. – 2004. – №49. – С. 8.

10. Рыбкина М. В., Ананьева Н. А., Смоленская С. В. Уровень и качество жизни в современных условиях (на примере Ульяновской области) // Вестник Университета (Государственный университет управления). – 2016. – №1. – С. 253–256.

11. Статистический ежегодник, Ульяновская обл., 2018. – Каталог 02-01. – С. 36.

## REFERENCES

1. «*Poslanie Vladimira Putina Federal`nomu sobraniyu RF*» [The message of Vladimir Putin to the Federal Assembly of the Russian Federation] // URL: <http://introvertum.com/poslanie-vladimira-putina-federalnomu-sobraniyu-rf-1-marta-2018-g-poln/> 2018 g.

2. «*Statisticheskij sbornik po Rossii, FTS i Mine`konomrazvitiya RF*» [Statistical Yearbook of Russia, Federal customs service and Ministry of economic development of the Russian Federation] // URL: <http://www.gks.ru/bgd/regl/b14.48/Main.htm>

3. Borisova M. V. *Social`no-e`konomicheskoe razvitie regiona: problemy` i tendencii* [Socio-economic development of the region: problems and trends]. Ulyanovsk : : UISTU, 2011, 78 p.

4. *Vy`stuplenie v Gosdume RF deputata ot «Spravedlivoj Rossii» Olega Sheina 18.06.2018 g.* [Speech in the state Duma of the Deputy from "Fair Russia" Oleg Shein 18.06.2018 g.]

5. Kuznecov V. V., Ry`bkina M. V., Milov A. A. *Majskie Ukazy` prezidenta po problemam social`no-e`konomicheskogo razvitiya regionov Rossii* [May Decrees of the President on problems of social and economic development of regions of Russia] // *Vestnik UlGTU*. [Vestnik UISTU]. 2018, №2 (82), pp. 70–78.

6. Kuznecov V. V. *Regional`naya e`konomika i upravlenie : uchebnoe posobie (kurs lekcij)* [Regional Economics and management : textbook (lectures)]. Ulyanovsk: UISTU, 2017.

7. Kuznecov V. V. *E`konomika kak osnova social`noj zhizni* [Economy as the basis of social life]. Ulyanovsk: UISTU, 2006, p. 74.

8. *Majskie ukazy` Prezidenta RF V. Putina. Moskva, Kreml` 7 maya 2018 goda №204* [May decrees of Russian President Vladimir Putin. Moscow, Kremlin may 7, 2018 №204].

9. *Plaxa po nim plachet* [Scaffold them crying] // *AIF*, 2004, №49, p. 8.

10. Ry`bkina M. V., Anan`eva N. A., Smolenskaya S. V. *Uroven` i kachestvo zhizni v sovremenny`x usloviyax (na primere Ul`yanovskoj oblasti)* [The Level and quality of life in modern conditions (on the example of the Ulyanovsk region)]. *Vestnik universiteta* (State University of management). 2016, №1, pp. 253–256.

11. *Statisticheskij ezhegodnik, Ul`yanovskaya obl., 2018*. [Statistical Yearbook, Ulyanovsk region, 2018]. *Katalog 02-01*. [Catalogue 02-01]. P. 36.

.....

**Кузнецов Виталий Васильевич**, доктор экономических наук, профессор кафедры «Экономика и менеджмент» УлГТУ.

**Лантев Николай Викторович**, директор ОГКЦ «Кадровый центр Ульяновской области».

**Рыбкина Мария Васильевна**, кандидат экономических наук, доцент кафедры «Экономика и менеджмент» УлГТУ.

**Большухина Ирина Сергеевна**, кандидат экономических наук, доцент кафедры «Экономика и менеджмент» УлГТУ.

**Каймаков Дмитрий Андреевич**, магистрант 1-го курса кафедры «Экономика и менеджмент» инженерно-экономического факультета УлГТУ.

Поступила 12.02.2019 г.

## ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ СТАТИСТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ВИБРОСОСТОЯНИЯ ГИДРОАГРЕГАТА

*Рассматривается возможность применения методов статистического контроля и управления процессами к анализу стабильности вибраций гидроагрегата. Используются стандартные контрольные карты Шухарта, а также многомерные карты Хотеллинга и обобщённой дисперсии. Описаны возмущающие силы, действующие на гидроагрегат в установившемся режиме, и возможные причины их возникновения.*

Ключевые слова: статистическое управление процессом, вибрации, гидроагрегат, контрольная карта Хотеллинга, карта обобщённой дисперсии.

*Исследование выполнено при поддержке РФФИ и Правительства Ульяновской области, проект 18-48-730001.*

Для диагностики состояния технического процесса применяются статистические методы контроля и управления. Это обусловлено тем, что данные, получаемые в ходе контроля, имеют статистическую природу. Причины вариаций контролируемых показателей можно условно разделить на две группы: общие и специальные.

Общие причины обусловлены внутренним состоянием процесса, они являются совокупностью случайных факторов, которые оказывают незначительное влияние на конечную вариацию. Эти причины не требуют вмешательства в процесс для его корректировки.

Специальные же причины вариаций вызваны внешними силами, действующими на процесс. Они могут быть связаны с нарушением технологии, сбоем управляющих систем и другими факторами. В данном случае каждый воздействующий фактор приводит к конкретному нарушению процесса, и, следовательно, требуется принятие определённых мер по стабилизации процесса.

Основное назначение статистического контроля и управления процессом состоит в выявлении специальных причин вариаций и их устранение. При этом, как правило, вариации выявляются до того, как контролируемые показатели превысили допустимые значения. Это позволяет своевременно применить управляющее воздействие на работу объекта с целью исключить опасную ситуацию.

Состояние гидроагрегата характеризуется многими показателями, одним из наиболее важ-

ных являются вибрации. Оценка вибросостояния гидроагрегата осуществляется системой вибромониторинга, в состав которой входит распределённая сеть датчиков. Эти датчики устанавливаются в места контроля и собирают данные о вибросостоянии гидроагрегата. Данные по измерительным линиям передаются на сервер (для архивации) и на автоматизированное рабочее место (для дальнейшей их обработки). Поскольку данные, получаемые от вибродатчиков с определённой периодичностью, представляют собой временные ряды, то они могут эффективно контролироваться методами статистического анализа.

Значительные изменения значений характеристик вибраций при установившемся режиме работы гидроагрегата, т. е. при постоянных скорости вращения, напоре, положении лопастей рабочего колеса, вызваны специальными причинами. Силы, действующие на гидроагрегат в этом случае, остаются постоянными либо периодически изменяются.

Силы, вызывающие вибрацию при работе гидроагрегата, делятся на гидравлические, электрические и механические [1]. В таблице 1 приведены основные причины возникновения каждой группы возмущающих сил. Как видно из таблицы, на гидроагрегат совместно действуют разнообразные возмущающие силы, что приводит к сложной форме вибрации, сложности определения причин и выбора соответствующего метода их устранения.

В зависимости от величины значений показателей вибрации различают три состояния гидроагрегата: работоспособное, неработоспособное и

предельное [2–3]. В соответствии с этими состояниями принимается решение: при работоспособном состоянии эксплуатации гидроагрегата продолжается без ограничений; при неработоспособном состоянии необходимо в ближайшее время запланировать ремонт гидроагрегата для устранения нарушений; при предельном состоянии необходимо отключить гидроагрегат и произвести его останов; для дальнейшей работы гидроагрегата необходимо определить и устранить причины повышения уровня вибрации.

Вибросостояние гидроагрегата оценивалось совокупностью данных, полученных от сети из десяти датчиков (X1-X2 – вибрации нижнего генераторного подшипника верхнего бьефа, X3-X4 – соответствующие вибрации верхнего генераторного подшипника, X5-X6 – бой вала гидротурбины, X7-X8 – бой вала гидрогенератора, X9-X10 – вибрации крышки гидротурбины). Эти данные коррелированы между собой, что объясняется расположением датчиков.

Статистический контроль начинается с предварительного анализа данных: проверялась нормальность распределения, оценивались числовые характеристики контролируемых параметров, определялась взаимосвязь между контролируемыми показателями [4–5].

Согласно построенной корреляционной матрице, анализируемые показатели разделились на две группы. Показатели первой группы (X1-X4 и X9, X10) имеют слабую связь, которой можно пренебречь и контролировать как независимые с помощью стандартных карт Шухарта для среднего уровня и рассеяния [6]. Показатели второй группы (X5-X7, X6-X8) имеют значимую корреляцию и должны контролироваться многомерными картами Хотеллинга (аналог карты Шу-

харта для средних значений) [7–10] и обобщённой дисперсии (для контроля рассеяния) [11–12].

На рис. 1 представлены парные карты Шухарта для независимого параметра X1, построенные в программном комплексе Statistica [13]. Как видно из этого рисунка, вибросостояние гидроагрегата по параметру X1 стабильно (на обеих картах нет точек, выходящих за контрольные границы). Аналогичные карты были построены и для остальных независимых параметров, и все они также показали стабильность процесса.

Для коррелированной пары показателей X5-X7 в той же системе Statistica [13] были построены карты Хотеллинга и обобщённой дисперсии, учитывающие наличие взаимосвязи между показателями (рис. 2). Как видно из рис. 2, процесс стабилен для коррелированной пары показателей X5-X7, а построение соответствующих карт для второй пары коррелированных показателей X6-X8 также свидетельствует о стабильности процесса.

Статистический контроль является весьма эффективным средством для диагностики состояния процесса, поскольку выход точек на картах за контрольные границы говорит лишь о нарушении статистической стабильности соответствующих параметров, а не о выходе параметров за пределы допустимых значений. Если своевременно предпринять предупреждающие меры, можно стабилизировать процесс ещё до его нарушения. Это является очень важным для диагностики вибросостояния гидроагрегата, поскольку превышение допустимых значений параметров вибрации ведёт к очень серьёзным последствиям, вплоть до создания аварийной ситуации.

Таблица 1

Возмущающие силы, вызывающие вибрацию гидроагрегата, в установившемся режиме

Механические силы	Гидравлические силы	Электрические силы	
Центробежные силы от неуравновешенных масс гидроагрегата (небаланс ротора, рабочего колеса и др.)	Вихреобразование	Силы магнитного притяжения	
Силы упругости вала при нарушении центровки гидроагрегата или искривлении общей линии вала	Неравномерность скоростей потока в отдельных частях турбины	Неравномерность воздушного зазора между ротором и статором	
Сила трения	Флаттер рабочих лопастей	Короткое замыкание	
	Колебание давления в напорном трубопроводе		Несимметричный режим работы генератора
	Гидравлический небаланс рабочего колеса		
	Кавитационные явления в турбине		
	Масляная плёнка в подшипниках		

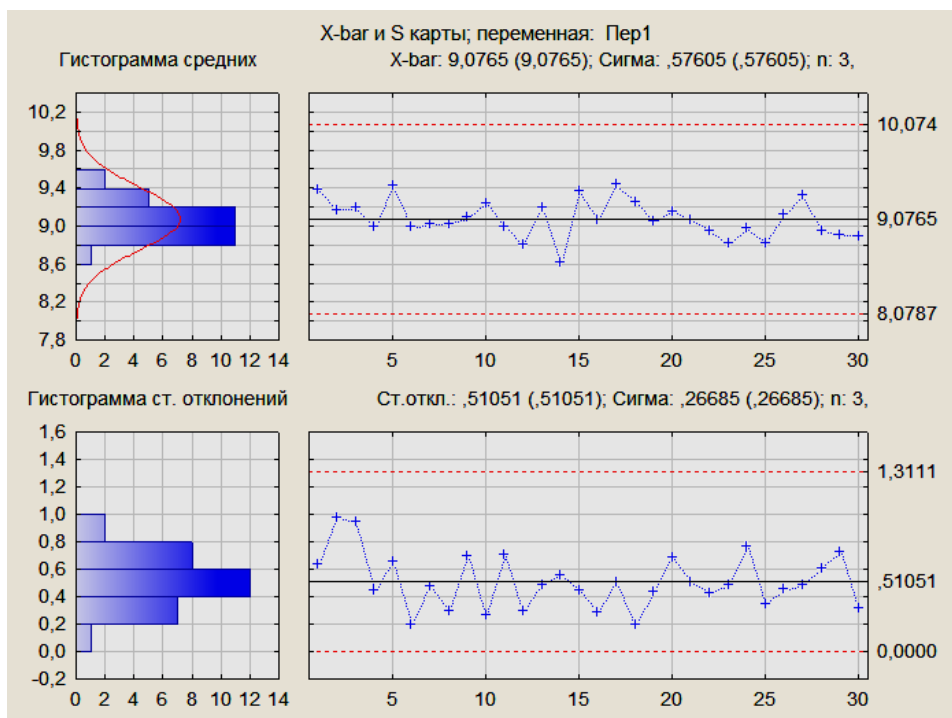


Рис. 1. Карты Шухарта среднего уровня и стандартных отклонений для показателя  $X_1$

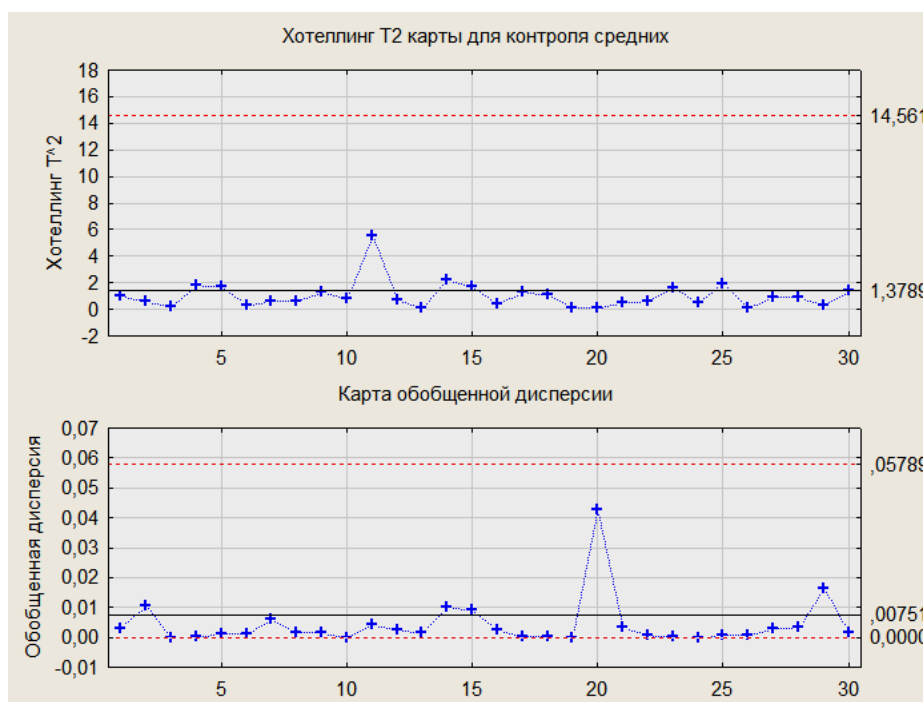


Рис. 2. Многомерные карты для коррелированной пары  $X_5$ - $X_7$

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Владиславлев Л. А. Вибрация гидроагрегатов гидроэлектрических станций. – Москва : Изд-во «Энергия», 1972. – 176 с.
2. Стандарт организации ОАО «РусГидро». Гидроэлектростанции. Мониторинг техническо-

го состояния основного оборудования. Нормы и требования СТО РусГидро 02.01.059-2011.

3. Стандарт организации НП «Инновации в электроэнергетике». Гидроэлектростанции. Методика оценки технического состояния основного оборудования. СТО 70238424.27.140.001-2011.

4. Иванова А. В., Карпунина И. Н., Клячкин В. Н. Статистическая обработка результатов вибромониторинга гидроагрегата // Научный вестник УИГА. – 2017. – №9. – С. 144–150.

5. Иванова А. В., Клячкин В. Н. Оценка коррелированности показаний датчиков при вибромониторинге гидроагрегата // Прикладная математика и информатика: современные исследования в области естественных и технических наук. – Тольятти, 2018. – С. 122–125.

6. Клячкин В. Н. Статистические методы в управлении качеством: компьютерные технологии. – Москва : Финансы и статистика, ИНФРА-М, 2009. – 304 с.

7. Montgomery D. C. Introduction to statistical quality control. – New York: John Wiley and Sons, 2009. – 754 p.

8. Клячкин В. Н. Модели и методы статистического контроля многопараметрического технологического процесса. – Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2011. – 196 с.

9. Иванова А. В., Клячкин В. Н. Использование алгоритмов многомерного контроля при вибромониторинге гидроагрегата // Перспективные информационные технологии. – Самара, 2018. – С. 1007–1010.

10. Клячкин В. Н., Кувайскова Ю. Е., Иванова А. В. Система статистического анализа и контроля стабильности вибраций гидроагрегата // Программные продукты и системы. – 2018. – №3. – С. 620–625.

11. Иванова А. В., Клячкин В. Н. Оценка эффективности алгоритма обобщенной дисперсии по результатам статистических испытаний // Современные проблемы проектирования, производства и эксплуатации радиотехнических систем. – Ульяновск, 2017. – №1–2 (10). – С. 186–188.

12. Клячкин В. Н., Алексеева А. В. Оценка стабильности вибраций на основе алгоритма обобщенной дисперсии // Известия Самарского научного центра РАН. – 2018. – №4(3). – С. 491–493.

13. Боровиков В. STATISTICA: искусство анализа данных. Для профессионалов. – Санкт-Петербург : Питер, 2001. – 656 с.

## REFERENCES

1. Vladislavlev L. A. *Vibraciya gidroagregatov gidroelektricheskix stancij* [Vibration of hydroelectric stations]. Moscow: publishing House «Energy», 1972, 176 p.

2. *Standart organizacii OAO «RusGidro». Gidroe`lektrostantsii. Monitoring texnicheskogo sostoyaniya osnovnogo oborudovaniya. Normy` i trebovaniya STO RusGidro 02.01.059-2011* [Standard organization of JSC «RusHydro». Hydroelectric.

Monitoring of the technical condition of the main equipment. Norms and requirements STO RusHydro 02.01.059-2011].

3. *Standart organizacii NP «Innovacii v e`lektroe`nergetike». Gidroe`lektrostantsii. Metodika ocenki texnicheskogo sostoyaniya osnovnogo oborudovaniya. STO 70238424.27.140.001-2011* [Standard the nonprofit organization «Innovations in power industry». Hydroelectric. The technique of assessing the technical condition of the main equipment. One HUNDRED 70238424.27.140.001-2011].

4. Ivanova A. V., Karpunina I. N., Klyachkin V. N. *Statisticheskaya obrabotka rezul'tatov vibromonitoringa gidroagregata* [Statistical processing of the results of vibromonitoring of the hydraulic unit] // *Nauchny`j vestnik UIGA*. [Scientific Bulletin of UIGA], 2017, №9, pp. 144–150.

5. Ivanova A. V., Klyachkin V. N. *Ocenka korrelirovannosti pokazanij datchikov pri vibromonitoringe gidroagregata* [Evaluation of the correlation values of the sensors in the vibration monitoring of hydro ] // *Prikladnaya matematika i informatika: sovremennyye issledovaniya v oblasti estestvenny`x i texnicheskix nauk* [Journal of Applied mathematics and computer science: contemporary research in the field of natural and technical Sciences]. Togliatti, 2018, pp. 122–125.

6. Klyachkin V. N. *Statisticheskie metody` v upravlenii kachestvom: komp'yuternyye texnologii*. [Statistical methods in quality management: computer technologies]. Moscow : *Finansy` i statistika* [Finance and statistics], INFRA-M, 2009, 304 p.

7. Montgomery D. C. Introduction to statistical quality control. New York: John Wiley and Sons, 2009, 754 p.

8. Klyachkin V. N. *Modeli i metody` statisticheskogo kontrolya mnogoparametricheskogo texnologicheskogo processa* [Models and methods of statistical control of multiparameter process]. Moscow : FIZMATLIT, 2011, 196 p.

9. Ivanova A. V., Klyachkin V. N. *Ispol'zovanie algoritmov mnogomernogo kontrolya pri vibromonitoringe gidroagregata* [Use of multidimensional control algorithms for vibration monitoring of hydraulic unit] // *Perspektivny`e informacionny`e texnologii* [Promising information technologies]. Samara, 2018, pp. 1007–1010.

10. Klyachkin V. N., Kuvajskova Yu. E., Ivanova A. V. *Sistema statisticheskogo analiza i kontrolya stabil'nosti vibracij gidroagregata* [Statistical analysis and stability control of the vibrations of the hydraulic unit] // *Programmny`e*

produkty` i sistemy` [Software products and systems]. 2018, №3, pp. 620–625.

11. Ivanova A. V., Klyachkin V. N. *Ocenka e`ffektivnosti algoritma obobshhyonnoj dispersii po rezul`tatam statisticheskix ispy`tanij* [Of the efficiency of the generalized dispersion algorithm based on the results of statistical tests] // Modern problems of design, production and operation of radio systems. Ulyanovsk, 2017, №1–2(10), pp. 186–188.

12. Klyachkin V. N., Alekseeva A. V. *Ocenka stabil`nosti vibracij na osnove algoritma obobshhyonnoj dispersii* [Estimation of stability of the vibration based on the algorithm of the generalized dispersion] // *Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra RAN, 2018* [Proceedings of the Samara scientific center of RAS, 2018], №4 (3), pp. 491–493.

13. Borovikov V. *STATISTICA: iskusstvo analiza danny`x. Dlya professionalov* [STATISTICA: the art of data analysis. For professionals]. St. Petersburg: Peter, 2001, 656 p.

•••••

*Алексева (Иванова) Анастасия Валерьевна, окончила факультет информационных систем и технологий УлГТУ, аспирант кафедры «Прикладная математика и информатика» УлГТУ. Имеет статьи в области статистического контроля процессов.*

*Поступила 06.02.2019 г.*

УДК 330.341.1

Е. В. МАРКОВА, А. М. Ф. АЛЬ-ДАРАБСЕ, Е. В. ЧЕРНЕНЬКАЯ

## ФОРСАЙТ-АУДИТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ В АЭРОКОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ

*Космическая инженерия – интенсивно развивающаяся сфера человеческой деятельности. В задачи управления этой сферой входят функции планирования и прогнозирования будущего, оценки прогнозируемых достижений и успехов, необходимых для реализации, а также возможных сбоев и проблем в аэрокосмической отрасли и ресурсах. Оценка этих ресурсов выступает в качестве форсайт-аудита.*

Ключевые слова: космическая инженерия, аэрокосмическая отрасль, функции планирования, форсайт-аудит, развитие аэрокосмических предприятий, прогнозирование будущего, гармония человека.

Космическая инженерия – это интенсивно развивающаяся сфера человеческой деятельности [1]. К наиболее важным задачам управления в космической отрасли относятся функции проектирования и прогнозирования будущего. Другие задачи управления в этой сфере включают оценку прогнозируемых достижений и успехов, необходимых для реализации, а также оценку возможных сбоев и проблем в аэрокосмической отрасли и ресурсах [6].

Оценка этих ресурсов выступает в качестве форсайт-аудита [5]. Форсайт-аудит – комплексная внутренняя и внешняя оценка динамических и статических возможностей аэрокосмических компаний (рис. 1).

Форсайт-аудит включает оценку экономических, социальных, организационных, психологических, идеологических и других аспектов функционирования и развития аэрокосмических предприятий [4]. Ведущими аспектами предвидения являются аспекты, связанные с изучением «человеческого фактора» нынешнего и прогнозируемого успеха аэрокосмических предприятий. К таким аспектам можно отнести особенности и стратегию мотивации труда [2]. Это деятельность специалистов, работающих на предприятиях аэрокосмической отрасли, и стратегия профессионального и карьерного роста специалистов отрасли в целом. Сюда также могут входить особенности систем управления предприятиями в аэрокосмической отрасли, понятие предприятий как организаций с монособъективным (моноактор)

---

© Маркова Е. В., Аль-Дарабсе А. М. Ф.,  
Черненко Е. В., 2019

или межсубъективным управлением (мультиактор). Аэрокосмическая отрасль выглядит как сфера развития и применения многоагентных технологий [3]. Мультиагентные технологии представляют собой сложный набор компьютерных программ. Многоагентные технологии включены в систему управления отраслью в целом и в конкретные аспекты этой отрасли [6].

Основной метод – это теоретический интегративный анализ. Особый интерес представляют функции проектирования и прогнозирования будущего. Другие задачи управления в этой сфере включают оценку прогнозируемых достижений и успехов, необходимых для реализации, а также оценку возможных сбоев и проблем в аэрокосмической промышленности и ресурсах [4]. Оценка этих ресурсов действует как форсайт-аудит [1]. Авторы обсуждают различные аспекты функций проектирования и прогнозирования будущего. Теория стратегического управления видит источник конкурентного преимущества в динамических и статических способностях, прогнозировании будущего и прогнозируемых достижениях и успехах, необходимых для реализации.

Текущие проблемы аэрокосмических компаний говорят о том, что эта отрасль находится на переднем крае своего развития. Она нуждается в комплексном форсайт-аудите (многоуровневые и многокомпонентные аудиты системы) и аудитах их текущих операций [1].

Комплексный форсайт-аудит аэрокосмических компаний направлен на оценку перспектив и проблем, препятствий и проблем развития отрасли, которые возможны в более или менее от-

далённом будущем [2]. Его целью является анализ статических и динамических ресурсов предприятий, их систем управления и исполнения. Также он направлен на разработку сценариев на ближайшее будущее, оценку джокера и «чёрных лебедей». Эти необычайные «артефакты» связаны как с человеческим фактором, так и с развитием мира технологий, культуры и преобразованиями мира природы [3].

Аэрокосмическое поле также не может развиваться без чёткого понимания его цели и задачи: идеологической и моральной поддержки жизни. Нынешний кризис в аэрокосмической отрасли обусловлен тем, что эти опоры оказались разрушенными [6]. Потому что человечество потеряло понимание того, почему оно нуждается в пространстве. В результате возникают многочисленные проблемы и несчастные случаи.

Итак, аэрокосмическим предприятиям в современном мире крайне необходимо провести серьёзный «форсайт-аудит», внешний и внутренний аудит их бытия и развития [1]. Такой аудит необходим на уровне ценностей, целей и миссии их жизни, и также необходим на уровне системы управления аэрокосмическими предприятиями и группами специалистов, и отдельными специалистами. Для этого необходим внешний и внутренний аудит, т. е. оценка статических динамических аспектов аэрокосмических предприятий, в том числе, статических и динамических возможностей руководителей



Рис. 1. Комплексная внутренняя и внешняя оценка динамических и статических возможностей аэрокосмических компаний

предприятий. Таким образом, важно оценить перспективы и ограничения развития на уровне каждого отдельного специалиста; время и место, когда аэрокосмические предприятия могли позволить себе «обобщённый», безличный и морально бессмысленный подход, больше не существуют [5]. Космос будет «освоен» только при достижении гармонии человека и мира.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аль-Дарабсе А. М. Ф., Маркова Е. В. Реализация концепции программы автоматизации управленческого учёта // Актуальные проблемы финансов глазами молодёжи: Материалы III Всероссийской студенческой научно-практической конференции. – 2017. – С. 31–33.

2. Аль-Дарабсе А. М. Ф., Маркова Е. В. Автоматизированный метод обучения студентов инженерных специальностей // Технологическое развитие современной науки: тенденции, проблемы и перспективы: Сборник статей Международной научно-практической конференции. – Уфа, 2018. – С. 4–6.

3. Маркова Е. В., Морозов В. В., Аль-Дарабсе А. М. Ф. Методика оценки уровня конкурентоспособности продукции инновационного предпринимательства // Вестник Самарского муниципального института управления. – 2013. – №1(24). – С. 47–54.

4. Морозов В. В., Аль-Дарабсе А. М. Ф. Системный анализ и моделирование процессов управления организационно-техническими системами // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Технические науки. – 2009. – №2(24). – С. 234–237.

5. Морозова Е. В., Аль-Дарабсе А. М. Ф. Моделирование деятельности инновационного образовательного комплекса // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Социальные, гуманитарные, медико-биологические науки. – 2011. – Т. 13, №2-2. – С. 306–310.

6. Маркова Е. В., Аль-Дарабсе А. М. Ф. Модернизация «Аэрокосмического образования» высших учебных заведений // Проблемы и перспективы экономических отношений предприятий авиационного кластера: сборник материалов. – Ульяновск, 2017. – С. 20–22.

#### REFERENCES

1. Al-Darabse A. M. F., Markova E. V. *Realizatsia konseptsii program avtomatizatsii upravlencheskogo ucheta* [Implementation of the concept of management accounting automation program]. V sbornike: Aktualnye problem finansov glazami molodezhi. Materialy III Vserossiiskoi

studencheskoi nauchno-practicheskoi konferencii, 2017, pp. 31–33.

2. Al-Darabse A. M. F., Markova E. V. *Avtomatizirovany metod obucheniya studentov inzhenernykh specialnotstei*. [Automated method of teaching engineering students]. V sbornike: Technologicheskoe razvitie sovremenoi nauki: tendentsii, problem i perspektivy. Sbornik statei Mezhdunarodnoi nauchno-practicheskoi konferentsii. Ufa, 2018, pp. 4–6.

3. Markova E. V., Morozov V. V., Al-Darabse A. M. F. *Metodika otsenki urovnya konkurentosposobnosti produktsii inovatsionogo predprinimatelstva*. [Methods of assessing the level of competitiveness of products of innovative entrepreneurship] Vestnik Samarskogo munitsipalnogo institute upravleniya, 2013, №1 (24), pp. 47–54.

4. Morozov V. V., Al-Darabse A. M. F. *Sistemnyi analiz i modelirovanie procetsov upravleniya organizatsiono-technicheskimi sistemami*. [System analysis and modeling of management processes of organizational and technical systems] Vestnik Samarskogo gosudarstvennogo technicheskogo universiteta. Seria: Technicheskie nauki, 2009, №2 (24), pp. 234–237.

5. Morozova E. V., Al-Darabse A. M. F. *Modelirovaniye deyatel'nosti inovatsionogo obrazovatel'nogo kompleksa* [Modeling the activities of an innovative educational complex]. Izvestia Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiiskoi akademii nauk. Sosialnye, gumanitarnye, mediko-biologicheskie nauki, 2011, T. 13, No. 2-2, pp. 306–310.

6. Markova E. V., Al-Darabse A. M. F. *Modernizatsia aerokosmicheskogo obrazovaniya v vysshich uchebnykh zavedeniyakh* [Modernization of «Aerospace Education» in higher education]. V sbornike: Problemy i perspektivy ekonomicheskikh otnosheniy predpriyatiy aviatsionogo klastera, 2017, pp. 20–22.

•••••  
**Маркова Елена Владимировна**, кандидат экономических наук, доцент кафедры «Экономика, управление и информатика», Институт авиационных технологий и управления УлГТУ.

**Аль-Дарабсе Амер Мохаммад Фархан**, студент 4-го курса, специальность «Самолёто-и вертолётостроение», Институт авиационных технологий и управления УлГТУ.

**Черненко Елена Владимировна**, кандидат педагогических наук, доцент кафедры «Общественные дисциплины» Институт авиационных технологий и управления УлГТУ.

Поступила 27.02.2019 г.

## ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТНК В РОССИИ

*Рассматриваются геоэкономические проблемы России, состояние и перспективы развития крупнейших российских формирующихся транснациональных корпораций (ТНК). Проводится анализ основных крупных транснациональных корпораций мира в сравнении с существующими российскими ТНК. Выделяются положительные и отрицательные стороны ТНК, рассматриваются условия, способствующие развитию ТНК в России.*

Ключевые слова: транснационализация, прямые иностранные инвестиции, ТНК, инновационная активность.

В условиях глобализации развитие мировой экономики характеризуется рядом противоречивых тенденций. С одной стороны, резкое увеличение социально-экономической дифференциации между странами и регионами, с другой – включение нематериальных факторов производства в процесс создания валового внутреннего продукта (ВВП). Во многом эта ситуация обусловлена неоднозначным характером процессов транснационализации мировой экономики. Согласно определению И. Ю. Беляева, Л. А. Плотницина, «транснационализация – это процесс перенесения части воспроизводственных процессов из одной страны в другую (другие) посредством прямых иностранных инвестиций, к которым, в отличие от портфельных, относят инвестиции, сделанные за рубежом с целью организации филиалов или установления контроля над иностранными компаниями, становящимися зависимыми. Эти инвестиции осуществляются в основном ТНК, которые являются основой транснационализации».

Изучение роли современных транснациональных компаний в мировой экономике представляет на сегодняшний день особую актуальность в свете множества причин. Одной из таких причин можно считать ужесточение конкуренции и повышение входных барьеров в большинстве отраслей, другой – всё ускоряющиеся процессы консолидации капитала у крупных игроков рынка, третьей – использование согласованных и несогласованных ценовых границ на большинстве рынков компаниями лидерами рынка для повышения своей прибыльности [3].

ТНК играют исключительную роль в процессах транснационализации современной мировой

экономики. Понятие ТНК достаточно чётко определено в официальных документах ООН, в частности, ЮНКТАД под ТНК понимает предприятие, образованное в любой организационно-правовой форме и состоящее из материнских и контролируемых зарубежных предприятий, размещённых, соответственно, в стране базирования и принимающих государствах и территориях. ТНК должна обладать не менее чем 10 % голосующих акций материнских предприятий или аналогичной долей в уставном капитале для некорпоративных форм собственности [6].

Межправительственной комиссии ООН по транснациональным корпорациям был разработан «Кодекс поведения транснациональных корпораций», в котором ТНК определяется как предприятие, независимо от страны происхождения и формы собственности, включая частные, государственные или смешанные предприятия, имеющее отделения в двух или более странах, независимо от юридической формы и сферы деятельности этих отделений, которые функционируют в соответствии с определённой системой принятия решений, позволяющей проводить согласованную политику и общую стратегию через один или несколько центров по принятию решений, и в рамках которой отделения таким образом связаны между собой.

Необходимо выделить факторы, которые способствовали развитию процессов транснационализации мировой экономики и, соответственно, повышению роли ТНК во второй половине XX – начале XXI в. А именно: сравнительно лёгкий доступ к природным ресурсам, капиталу и результатам научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР); возможность воздействовать на политическую ситуацию в стране и её государственные органы с целью лоббирования интересов ТНК; возможность оптимального распределения предприятий головной (материнской) компании в разных странах с учётом размеров их

национальных рынков, темпов экономического роста, цен, доступности экономических ресурсов; возможность аккумулирования капитала в рамках всей системы ТНК, включая заёмные средства в странах размещения зарубежных филиалов, и приложение его в наиболее выгодных для корпорации обстоятельствах и местах; непосредственная близость к потребителям продукции зарубежного филиала ТНК и возможность получения достоверной информации о перспективах развития местных рынков и конкурентном потенциале аналогичных компаний принимающей страны; возможность сброса «грязных технологий» в развивающиеся страны и концентрации ресурсов на разработке новых технологий и изделий в материнской компании в стране базирования; возможность за счёт прямых инвестиций преодолевать экспортные барьеры на пути внедрения своих товаров на рынок той или иной страны и ряд других [1].

В условиях мирового финансово-экономического кризиса ТНК активно используют новые механизмы и формы деятельности на региональных и глобальных рынках. По данным ЮНКТАД, в настоящее время ТНК контролируют более 50% мирового промышленного производства, более 60% мировой внешней торговли, а также около 80% мировой базы патентов и лицензий на новую технику, технологии и ноу-хау. Как отмечено в Докладе ЮНКТАД о мировых инвестициях за 2017 г., транснациональные корпорации всё активнее взаимодействуют с развивающимися странами и странами с переходной экономикой, используя всё более широкий спектр моделей производства и инвестиций, таких, как подрядное промышленное и сельскохозяйственное производство, перевод на внешний подряд (аутсорсинг) услуг, франшизинг и лицензирование [6].

Сосредоточение научно-технического и инновационного потенциала в основном в развитых странах послужило тому, что ТНК из небольших по размерам развитых стран (например, Нидерланды, Швеция, Финляндия) осуществляют свою деятельность больше за рубежом, чем в стране базирования материнской компании, из-за того, что ограниченные возможности национальных рынков заставляют их искать новые рынки, в отличие от ТНК крупных государств, таких как США, Япония, Германия, по которым индекс транснациональности ниже среднего.

И хотя в 2017 г. в мире, по данным ЮНКТАД, насчитывалось 83 240 ТНК и 846 тыс. их филиалов, главную роль в мировой экономике играют лишь 500 крупнейших ТНК, расположенных в основном в развитых странах. Капиталовложения в принимающие страны для ТНК, помимо других причин, это активное средство стимулирования спроса на их продукцию, что

позволяет им сохранять своё ведущее положение в современной мировой экономике. Так, в 2018 г., невзирая на мировой финансово-экономический кризис, по данным ЮНКТАД, ТНК значительно активизировали свою деятельность – увеличилось (на 36% по сравнению с 2017 г.) количество трансграничных сделок, что можно объяснить тем, что корпорации продолжили приобретать другие компании, существенно сократили расходы и получили значительную государственную поддержку [5].

В рейтинг Fortune Global 500 по выручке на 2018 год входят 126 американских транснациональных компаний, однако в топ-10 входит только 3. Первое место с оборотом 500 млрд долл. принадлежит Walmart, компании, занимающейся оптовой и розничной торговлей преимущественно в Мексике и США. Девятое место занимает крупнейшая публичная нефтяная корпорация в мире – Exxon Mobil (выручка более 244 млрд долл.), а на 10 месте находится Berkshire Hathaway (242 млрд долл.), корпорация, владеющая крупными фирмами совершенно разных отраслей. 2, 3 и 4 строчки занимают китайские ТНК: StateGrid (почти 345 млрд долл.) – электросетевая компания, Sinopec Group (более 326 млрд долл.) – нефтяная и химическая корпорация, China National Petroleum (326 млрд долл.) – нефтегазовая компания.

Всего в рейтинг входят 110 китайских транснациональных корпораций, которые относительно недавно стали его составляющими. Данный факт лишний раз подчеркивает потенциал экономики этой страны. На пятом месте расположилась нидерландская нефтегазовая компания Royal Dutch Shell с выручкой 311 млрд долл. Компания находится в рейтинге уже 24 года, но несколько сдала свои позиции, поскольку в 2013 г. занимала первое место. Шестое и седьмое места занимают автомобильные концерны: японская Toyota Motor (265 млрд долл.) и немецкий Volkswagen (260 млрд долл.). Обе ТНК выпускают автомобили под несколькими брендами. Наконец, на восьмом месте находится английская транснациональная корпорация BP (244 млрд долл.), в прошлом British Petroleum.

Для инвестора подобные компании могут быть источником неплохих дивидендов. Несколько месяцев назад появился индекс Barclays Fortune 500 Equal Weighted Index (BFDEW), отслеживающий котировки всех акций из списка, взятых в равных долях. Что касается крупнейших российских ТНК, то по версии Fortune Global 500 это 4 корпорации, занимающие 49, 63, 115 и 205 места. Ими являются: Газпром (почти 112 млрд долл.); Лукойл (93 млрд долл.); Роснефть (72 млрд долл.); Сбербанк (49 млрд долл.).

Разница с Россией очевидна – в списке около половины компаний технологического сектора, тогда как у России нет ни одной крупной корпорации в этой области [4].

Роль транснациональных корпораций неоднозначна. Это поистине огромные компании, обладающие существенными активами, выручкой и прибылью, превышающими во много раз ВВП небольших африканских государств. На них приходится примерно половина промышленного производства в мире и около 2/3 мировой торговли. Там работает множество людей, они могут быть градообразующими предприятиями. Власть транснациональных корпораций очевидна. Обладая таким количеством финансовых ресурсов и необходимостью конкурировать с другими подобными компаниями, ТНК являются движущей силой технологического прогресса. Эти фирмы также часто проводят социальные мероприятия, чтобы завоевать расположение клиентов.

Можно выделить следующие положительные стороны ТНК:

- как правило, качественная и доступная продукция;
- большое количество надёжных рабочих мест;
- инновационная активность;
- социальные мероприятия.

С другой стороны, транснациональные корпорации являются по своей сути монополиями. Это создаёт сложность для входа других игроков на рынок, что отрицательно влияет на конечного потребителя. Более мелкие фирмы могут не выдержать существующих ценовых или временных рамок, даже если их продукт является уникальным и качественным. Государство поддерживает ТНК субсидиями, поскольку от них зависит экономическая стабильность страны. Кроме того, транснациональные компании, в силу специфики своего устройства, могут на вполне законных основаниях обходить существующее налоговое законодательство, что колоссально снижает их налоговое бремя.

Таким образом, отрицательные стороны ТНК:

- ограничение конкуренции;
- недоплата налогов;
- установление собственных стандартов;
- существенное влияние на экономику стран [2].

РФ заинтересована в развитии международного бизнеса, в том числе, в привлечении на свою территорию ТНК, а так как наиболее благоприятной средой для функционирования ТНК является среда, способствующая реализации их особенностей, можно выделить, какие особенности участия ТНК в современной российской экономике сформированы в настоящий момент.

Масштаб территории РФ, а также богатая сырьевая база позволяют сделать предположение о привлекательности географических условий. В то же время следует отметить, что ТНК предпочитают инвестировать средства в центральные или западные районы России. Частично это обуславливает воздействие влияния ТНК на российскую экономику в качестве одного из факторов усиления дифференциации экономического развития различных территорий РФ. Дело здесь не только в неравномерном региональном распределении иностранного капитала на территории России, но и в том, что при воздействии прочих предпосылок к региональной дифференциации (особая практика межбюджетных отношений, более высокая инвестиционная привлекательность центральных и западных территорий и т. п.) в РФ, особенности деятельности ТНК данную дифференциацию лишь усиливают. Причиной различной заинтересованности ТНК в определённых территориях РФ можно считать так называемую инфраструктурную готовность, под которой понимается наличие необходимых коммуникаций для вновь создаваемых предприятий. Логично предположить, что в более экономически и социально развитой западной части РФ коммуникационная готовность существенно выше, чем в других территориях. Именно поэтому, приходя на российский рынок, иностранные ТНК ориентируются прежде всего на районы центральной и западной России. Стоит отметить также, что вне данного правила действуют ТНК, осуществляющие сырьевой бизнес, они закономерно тяготеют к местам размещения энергоресурсов, и для них особенности социально-экономического состояния территорий, на которых эти ресурсы размещаются, не столь критичны. Наличие квалифицированных и относительно дешёвых трудовых ресурсов, а также достаточно ёмкий рынок свидетельствуют о привлекательности экономических условий. Зарубежные инвесторы также отмечают, что их внимание привлекают земля, недвижимость, логистика, которые значительно дешевле европейских. В то же время сложившийся в России уровень инфляции является основанием для установления высоких ставок доходности на инвестиции транснациональных корпораций. Также можно говорить о наличии определённых организационно-правовых условий, о чём можно, прежде всего, судить по уровню правового регулирования прямых иностранных инвестиций, осуществляемых ТНК в РФ, поскольку именно эта форма капиталовложений характерна для подобных компаний. Конечно, протекционистская политика правительства РФ не позволяет ТНК развиваться агрессивно в некоторых отраслях (к примеру, в машиностроении), однако на

сегодняшний день можно утверждать о наличии, как минимум, правовой базы деятельности ТНК в РФ. ТНК в России имеют относительно низкий уровень развития организационных условий функционирования, о чём можно судить по уровню профессионально-квалификационной подготовки руководителей, способных ориентироваться в новых условиях. Причиной тому является изолированность российской экономики в течение длительного времени от западного опыта в области менеджмента, что в результате привело к не совсем актуальным требованиям рынка системе подготовки руководящих кадров. То же можно сказать и о не всегда эффективном механизме государственного регулирования иностранных инвестиций. В целом сложившиеся в России условия функционирования ТНК можно рассматривать как достаточно привлекательные, но при этом сопровождающиеся рядом проблем, к числу которых можно отнести: отсутствие чёткого законодательного и нормативного регулирования по многим вопросам налогового и таможенного законодательства; неспособность российского менеджмента работать в новых, быстро меняющихся условиях, использовать современные информационные и коммуникационные технологии; неоправданно высокий уровень затрат времени и усилий иностранных инвесторов на открытие предприятий в РФ; отсутствие целостного организационно-правового механизма, регламентирующего создание и функционирование ТНК на российском рынке; низкая инвестиционная привлекательность; частичная конвертируемость национальной денежной единицы; довольно высокий уровень инфляции [3].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Геоэкономика и конкурентоспособность России: научно-концептуальные основы геоэкономической политики России / под науч. ред. Э. Г. Кочетова. – Москва, 2010.
2. Кузнецова С. Ю. Формирование стратегических альянсов компаний в условиях интенсификации развития реального сектора экономики // Проблемы современной экономики. – 2011. – 332 с.
3. Кони́на Н. Ю. Глобальная производственная система как источник конкурентных преимуществ ТНК // Экономические науки. – 2009. – 4 (53). – С. 356–360.
4. Основные преимущества и недостатки деятельности ТНК для принимающей страны // Конкурентоспособность территорий: Материалы XV Всероссийского форума молодых учёных с международным участием в рамках III Евразийского экономического форума молодёжи «Диалог цивилизаций «ПУТЬ НАВСТРЕЧУ». – Екатеринбург, 2012.

5. Прангишвили Г. Г. Современные проблемы деятельности и перспективы развития иностранных ТНК в РФ // Молодой учёный. – 2015. – №10. – С. 764–768.

6. Официальный сайт ЮНКТАД. URL: <http://www.unctad.org>.

#### REFERENCES

1. *Geoe`konomika i konkurentosposobnost` Rossii: nauchno-konceptual`ny`e osnovy` geoe`konomicheskoy politiki Rossii* [Goeconomics and competitiveness of Russia: scientific and conceptual bases of geoeconomical policy of Russia] ed. by E. G. Kochetov. Moscow, 2010.
2. Kuzneczova S. Yu. *Formirovanie strategicheskix al`yansov kompanij v usloviyax intensifikacii razvitiya real`nogo sektora e`konomiki* [Formation of strategic alliances of companies in the conditions of intensification of development of the real sector of the economy] // *Problemy` sovremennoj e`konomiki* [Problems of modern economy], 2011, 332 p.
3. Konina N. Yu. *Global`naya proizvodstvennaya sistema kak istochnik konkurentny`x preimushhestv TNK* [Global production system as a source of competitive advantages of TNCs] // *E`konomicheskie nauki* [Economic Sciences], 2009, 4 (53), pp. 356–360.
4. *Osnovny`e preimushhestva i nedostatki deyatel`nosti TNK dlya prinimayushhej strany` // Konkurentosposobnost` territorij: Materialy` XV Vserossijskogo foruma molody`x uchyony`x s mezhdunarodny`m uchastiem v ramkax III Evrazijskogo e`konomicheskogo foruma molodyozhi «Dialog civilizacij «PUT` NAVSTREChU»* [Main advantages and disadvantages of TNC activities for the host country // Competitiveness of territories. Proceedings of the XV all-Russian forum of young scientists with international participation in the III Eurasian economic forum of youth «Dialogue of civilizations „way to MEET“»], 2012.
5. Prangishvili G. G. *Sovremenny`e proble-my` deyatel`nosti i perspektivy` razvitiya inostranny`x TNK v RF* [Modern problems of activity and prospects of development of foreign TNCs in Russia] // *Molodoj uchyony`j* [Young scientist], 2015, №10, pp. 764–768.
6. *Oficial`ny`j sajt YuNKTAD*. [The official UNCTAD website]. URL: <http://www.unctad.org>.

•••••

**Носач Ирина Леонидовна**, старший преподаватель кафедры «Экономика, управление и информатика» обособленного структурного подразделения Института авиационных технологий и управления УлГТУ.

Поступила 28.02.2019 г.

## ХРОНИКА УНИВЕРСИТЕТА. КОНФЕРЕНЦИИ ЮБИЛЕИ

**28 января-2 февраля 2019 г.** прошла 53-я научно-техническая конференция профессорско-преподавательского состава по итогам научно-исследовательской работы в 2018 году «Вузовская наука в современных условиях». Работали девять секций. На пленарном заседании «О результатах научно-исследовательской работы в 2018 году и перспективах на 2019 год» прозвучал доклад первого проректора, проректора по научной работе Н. Г. Ярушкиной.

\* \* \*

### ВЫДЕРЖКА ИЗ ПРОТОКОЛА от 14.03.2019 г.

итогового заседания комиссии ДНИИ по определению рейтинга научной активности преподавателей и сотрудников Ульяновского государственного технического университета за 2018 год.

Комиссия, созданная приказом ректора № 657 от 22.12.94 г., рассмотрела материалы, представленные кафедрами в установленные сроки, и провела проверку представленных материалов.

В соответствии с Положением комиссия получила следующий рейтинг-лист по сотрудникам, имеющим более 2030 баллов, что составляет 50% от среднего значения баллов из всех участников (ниже приведён список первых 10 сотрудников):

№ п.п.	Фамилия И.О.	Итого баллов	Ученое звание	Ученая степень	Кафедра	Факультет
1	Ярушкина Н.Г.	64839	профессор	доктор	ИС	ФИСТ
2	Афанасьев А.Н.	53800	доцент	доктор	ВТ	ФИСТ
3	Войт Н.Н.	41180	доцент	кандидат	ВТ	ФИСТ
4	Ковальногов В.Н.	37762	доцент	доктор	ТТЭ	ЭФ
5	Наместников А.М.	25594	доцент	доктор	ИС	ФИСТ
6	Федоров Р.В.	24553	доцент	кандидат	ВЭСиК	ЭФ
7	Сергеев В.А.	23096	профессор	доктор	РОН	РТФ
8	Соснин П.И.	20015	профессор	доктор	ВТ	ФИСТ
9	Федоров А.А.	19087	доцент	кандидат	Самол. строение	ИАТУ
10	Ривин Г.Л.	16622	доцент	кандидат	Самол. строение	ИАТУ

Итоги рейтинга утверждены решением Учёного совета УлГТУ от 26.03.2019 г.

\* \* \*

**31 декабря 2018 г.** на 62-м году жизни скоропостижно скончался доктор технических наук, первый проректор – проректор по дистанционному и дополнительному образованию, член редакционной коллегии журнала «Вестник УлГТУ», автор, сотрудничавший с журналом на протяжении многих лет, Александр Николаевич Афанасьев.

Это огромная и невосполнимая потеря для всего научного общества.

## ABSTRACTS

**Yakimova L. P. The motive-story concept of the game in the work of Leonid Leonov (to the 120 anniversary of the birth of the writer).**

Keywords: L. Leonov's symbolism, concept of the game, motive complex, poetics, figurative-philosophical thought.  
*The concept of the game in the early works of Russian writer-classics of XX century L.M. Leonov is considered.*

**Zinovieva E. N. Igor-Severyanin: experiments in the field of synthesis of arts**

Keywords: synthesis of arts, syncretism, genre, recital, poetic image.

*The article is devoted to the problem of the synthesis of arts in the works of the poet Igor Severyanin. The poet's innovation in the field of rhyme, verse form and poetic images is noted. Features of creation of a new genre (recital) on the basis of synthesis of poetry, music and an image of the author-performer are considered.*

**Tibushkina N. V. «Autumn»imagery in the novel by M. A. Sholokhov «Quiet Don»**

Keywords: M.A. Sholokhov, novel «Quietflov the Don», Landscape, «Autumn» images, psychological status, symbolism.

*The article is devoted to the study of autumn images in the novel by M.A. Sholokhov «Quiet flovs the Don». An attempt was made to classify the autumn images with respect to time and space, essential. The symbolic and mythological nature of a number of images are revealed, their main features and functions are revealed.*

**Balykov D. V. Escapism as a psychological phenomenon**

Keywords: escapism, escaping.

*This article is devoted to the study of the phenomenon of escapism.*

**Beley A. Y. Emotional regulation of behavior as phenomena**

Keywords: emotional regulation, human's behavior.

*This article is devoted to the study of human's emotional regulation of behavior.*

**Novikova D. S. Deviantbehavior**

Keywords: psychology, behavior, deviant behavior, norms.

*This article is devoted to the topic of deviant behavior and how it shows in a group.*

**Zhilyaev O. V. The inertial method of measuring of fluid's flow rate and density**

Keywords: liquid, density, mass flow rate, pipeline, oscillations, measuring.

*This work represents the decision of the problem of nonstationary one-dimensional flow of liquid in a straight pipeline. It shows the method to generate non-stationary flow regime based on utilizing additional pipeline in which mechanical oscillations of liquid are being excited. Pressure difference along the length of oscillating liquid appears to be a measure for the density of the liquid and for its mass flow rate. The possibility of creating a new instrument for measuring the density and mass flow rate of a liquid based on results obtained is shown.*

**Manzhosov V. K., Samsonov A. A. The forces in the lever mechanism of the gripper by contact of the slave link with the solid**

Keywords: the lever mechanism, the mechanism of capture, transfer of motion, friction forces, angle of transmission of motion, conditions of equilibrium

*The article is devoted to the transfer of motion in the lever mechanism of capture. In technological systems such mechanisms are used to lift and move solid cylindrical bodies. Forces of friction in the contact zone of the driven link with the cylindrical surface exclude the possibility of separating the solid and the driven link.*

*The ratio of the force at the leading link and the arising normal reaction in the contact zone of the driven link with the cylindrical surface is determined. The influence of the mechanism parameters on the ratio of these forces is determined. The zone in which the ratio of forces reaches the lowest values is determined.*

**Andriyanov N. A., Vasiliev K. K. Properties of autorressions with multiple roots of characteristic equations**

Keywords: autoregression, characteristic equation, multiple roots, random sequences, random fields, correlation function, optimal filtering, error variance.

*The probabilistic properties of random sequences and fields generated by autoregression with multiple real roots of characteristic equations are considered. Particular attention is paid to the analysis of the correlation characteristics of such models and the study of filtration efficiency for various orders and multiplicities of models.*

**Milashkina O. V., Alekseev D. E, Kuklev, N.A. Features innovative navigation system Global landing system (GLS) to provide information about the position required for the approach and landing of aircraft.**

Keywords: navigation system, global satellite system, on-board system, aircraft.

*The aviation industry has developed a new landing system based on the Global Navigation Satellite System (GNSS). The landing system (GLS) combines satellite and terrestrial navigation information to provide the position information required for the approach and landing of the aircraft. The potential benefits of GLS include significantly improved take-off and landing options at airports around the world, an improved approach to service tools at additional airports and runways, and the possible replacement of landing system instrumentation.*

**Kuznetsov A. V., Rebrovskaya D. A., Birkov A. S. Improvement of mathematical models reduction of power losses in network organization during reactive power compensation in the network of the consumer**

Keywords: network organization, consumers, electrical energy losses, reactive power compensation, mathematical model.

*In many cases the energy consumer is not able to use known mathematical model for the evaluation of reduction of power losses in the adjacent network organizations with the installation of compensating devices in your network. Consumers need a simple and*

affordable tool that does not require high skills, time spent on training and development and finally material resources for certification and the purchase of the program. Such a tool can be polynomial linear model of dependence is created on the basis of the programming model. The conversion of the mathematical model in polynomial possible by applying the mathematical theory of experiment planning.

When developing polynomial model should aim to reduce the number of variables, some parameters of the programming model, it is desirable to accept constants. It simplifies the model and increases the probability of obtaining a compact and accurate model. Of the seven known variables of the mathematical model when creating a linear polynomial model can account for only four, the remaining variables can be taken constants.

#### **Kuznetsov A.V., Chikin V. V. Legal aspects of electric power quality management in power system**

Keywords: electric power quality, indicator of quality, energy supplying organization, consumer, management, state.

The article shows that currently, the management of power quality in a power system is carried out through a wide range of legal documents. However, only one document is the economic impact on consumers and the power company. This article 542 of the Civil code of the Russian Federation. It is noted that the effectiveness of this article is limited to the case when the culprit of the distortion indicators of the quality of electricity is a supply organization.

Most of the same parameters, the culprit of the distortion which is the consumer, the management is completely absent. It is proposed to increase management efficiency through additions to article 542 of the civil code with a new content, the wording of which should protect the rights of the energy supplying organization in the case when she is forced due to the nature of the process of transmission and consumption of electricity to supply electricity to poor quality and to pay damages to consumers in the absence of his guilt.

#### **Kuznetsov A. V., Yurenkov Y. P. Application of liquid metal self-healing current limiter for energy-saving systems transmission and distribution of electrical power**

Keywords: electricity supply system, transmission of electrical energy, protection gear, power availability, mechanical bracing, thermal ability, liquid metal self-healing fuse, Smart Grid.

The article states that when creating energy saving systems of transportation and distribution of electricity there is a need to consolidate power transformers for parallel operation. Thus increased short-circuit currents. In some cases, these currents can exceed the currents of the ultimate breaking capacity of the existing switching equipment, which restricts use of such solutions. There is a need for the development of new current limiting devices, so as to empower the development of creation technologies of energy-saving STDE.

One of the options of the new device may be a device based on a liquid-metal self-healing fuse (LMSHF). However, the level of research both in our country and abroad has not yet been possible to move on to creating designs LMSHF.

The most complete scientific justification in the technical literature have the option of using LMSHF as a current limiter in combination with the shunt resistance. Scientific reserve in this respect more close to the practical output. It is advisable to continue research in the direction of create prototypes LMSHF, laboratory and operational tests, which can ensure the possibility of development of technologies of creating energy saving systems of power transmission.

#### **Menshov E. N., Shalaev E. S. Development of thermal scheme of channels forced cooling windings of dry transformer**

Keywords: air flow, temperature difference, heat equation, thermal equivalent circuit, Kirchhoff equations

For thermal calculations of power transformers with thermal circuits, a circuit model of a forced cooling channel for dry transformer windings was built

#### **Kuznetsov V. V., Laptev N. V., Rybkina M. V., Bolshukhina I. S., Kaymakov D. A. Population employment in modern conditions**

Keywords: labor market, employment, self-employment, achievements of the USSR development over five-year periods, gross domestic product (GDP), commodity-producing industries in the conditions of the impending digital economy.

Labor relations, employment of the population in modern market conditions of Russia and prospects in the conditions of post-industrial development are analyzed.

#### **Alekseeva A.V. The application of statistical analysis techniques for diagnostics of the vibration state of the hydraulic unit**

Keywords: statistical process control, vibration, hydraulic unit, Hotelling's control chart, generalized dispersion map

The possibility of application of methods of statistical control using a standard Shewhart charts and maps multidimensional Hotelling and generalized variance of the vibration analysis of the hydraulic unit. Also presented are the disturbing forces acting on the hydraulic unit and possible causes of their occurrence.

#### **Markova E. V., Al Darabseh A. M. F., Chernenkay E. V. The management systems' foresight audit in the aerospace technology**

Keywords: space engineering, aerospace industry, planning functions, foresight audit, development of aerospace enterprises, forecasting the future, human harmony.

In this article, space engineering is considered by the authors as an intensively developing field of human activity. The management of this area includes the functions of planning and forecasting the future, as well as assessing the projected achievements and successes required for implementation, as well as possible failures and problems in the aerospace industry and resources. Evaluation of these resources serves as a foresight audit. Foresight audit is a comprehensive internal and external assessment of the dynamic and static capabilities of aerospace companies.

#### **Nosach I. L. Prospects for the development of TNK in Russia**

Keywords: transnationalization, foreign direct investment, TNC, innovation activity.

The geo-economic problems of Russia, the state and prospects of development of the largest Russian emerging TNCs are considered. The analysis of the major transnational corporations of the world in comparison with the existing Russian TNCs is carried out. The positive and negative sides of TNCs are highlighted, the conditions promoting the development of TNCs in Russia are considered.