

2 Апрель-июнь (62) 2013

СОДЕРЖАНИЕ

*Симбирску –
Ульяновску
365 лет
(1648 – 2013 гг.)*

Учредитель
Ульяновский
государственный
технический
университет

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

В. В. Ефимов

Редакционная коллегия:

К. К. Васильев
А. А. Дырдин
С. К. Киселёв
С. В. Максимов
В. К. Манжосов
Л. В. Худобин
В. Н. Шаповалов
Н. А. Евдокимова (отв.
секретарь)

- | | |
|---|--|
| | ПРОБЛЕМЫ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ |
| Д. Г. Айнуллова | 4 Специфика создания хозяйственного общества в образовательном учреждении |
| В. Г. Тронин | 6 Электронная научная библиотека в оценке эффективности научных исследований |
| | ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ |
| Е. А. Бурдин | 9 Деятельность строительных организаций по сооружению УАПК в 1975–1979 гг. |
| А. Н. Загороднюк | 15 Система взглядов А.П. Платонова и его диалог с читателем |
| А. А. Дырдин
Л. В. Корухова | 17 Феномен московской переводческой школы 20–30-х гг. XIX в. и формирование Д. П. Ознобишина как переводчика |
| | ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ |
| Ю. Е. Кувайскова
А. А. Алёшина | 24 Программный комплекс моделирования и прогнозирования системы временных рядов |
| М. М. Дубинина
М. Ю. Сорокин | 28 Выбор модели турбулентности для математического моделирования зондовых средств восприятия давлений |
| А. В. Тихоненков
Д. А. Солуянов | 32 Компенсация мультипликативной температурной погрешности тензорезисторных датчиков |
| В. И. Левин | 36 Упрощённый подход к оптимизации в условиях интервальной неопределённости |
| | ЭНЕРГЕТИКА |
| Р. Ф. Булатов
В. Е. Быстрицкий
А. П. Инешин | 45 Устройство для симметрирования выходного напряжения трёхфазного источника переменного тока |
| Е. Р. Бодряков
С. А. Курганов | 48 Символьный анализ линейных электрических цепей по частям методом независимых схемных миноров |
| В. И. Доманов
А. Р. Шириев | 51 Синтез многофункциональной схемы защиты |

И. Ю. Муллин	55	Применение радиопередатчиков в дистанционных следящих электроприводах
А. О. Холявко		
Р. Ф. Булатов	58	Корректор напряжения системы регулирования возбуждения синхронного генератора
В. Е. Быстрицкий		
А. П. Инешин		
СТРОИТЕЛЬСТВО		
В. С. Ивкин	62	Разработка мёрзлых грунтов при выполнении работ в стеснённых условиях строительства
П. Ю. Волынщиков		
ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ		
С. Б. Позмогова	67	Кластер – инструмент эффективной региональной экономической политики
Л. Г. Кучепатова	71	Судьба аварийных домов
Д. Г. Айнуллова	76	Правила заключения договоров аренды с хозяйственными обществами (МИП)
	79	ХРОНИКА УНИВЕРСИТЕТА. КОНФЕРЕНЦИИ. ЮБИЛЕИ

Адрес редакции:

✉ 432027,
г. Ульяновск,
ул. Северный Венец,
д. 32
☎ 43-06-43
[http://www.ulstu.ru/
main/view/article/4810](http://www.ulstu.ru/main/view/article/4810)
Свидетельство
о регистрации
№016797

Отпечатано в ИПК
«Венец» УлГТУ
432027, г. Ульяновск,
ул. Северный Венец,
д. 32

Подписано в печать
27.06.2013.
Формат 60×90/8.
Печать трафаретная.
Усл. печ. л. 10,00.
Тираж 150 экз.
Заказ № 714.
Цена свободная.
ЭИ № 908.

CONTENTS

	HIGHER EDUCATION PROBLEMS	
D. G. Aynullova	4	Aspects of establishing business companies at educational institutions
V. G. Tronin	6	The role of research e-library in scientific activities efficiency estimate
		HUMANITIES
E. A. Burdin	9	Activity of construction organizations when building UAIC in 1975–1979
A. N. Zagorodnyuk	15	Belief system of A.P. Platonov and his conversation with a reader
A. A. Dyrdin L. V. Korukhova	17	The Moscow translation school phenomenon of the 1820s and 1830s and D. P. Oznobishin's formation as a translator
		INFORMATION TECHNOLOGIES
Yu. E. Kuvayskova A. A. Aleshina	24	Software package for modelling and forecasting of time series system
M. M. Dubinina M. Yu. Sorokin	28	The choice of a turbulence model for mathematical modeling of pressure probes
A. V. Tikhonenkov D. A. Soluyanov	32	Multiplicative temperature error reduction of tensoresistant sensors
V. I. Levin	36	Simplified approach to optimization under interval uncertainty
		ENERGETICS
R. F. Bulatov V. E. Bystritsky A. P. Ineshin	45	The device for output voltage balancing of three-phase ac source
E. R. Bodryakov S. A. Kurganov	48	Symbolic analysis of linear electric circuit by parts with independent circuit minors method
V. I. Domanov A. R. Shiriev	51	The synthesis of multifunctional protection circuit
I. Yu. Mullin A. O. Kholyavko	55	Radio transmitters in remote servo drives
R. F. Bulatov V. E. Bystritsky A. P. Ineshin	58	Voltage corrector for a synchronous generator field control system
		BUILDING
V. S. Ivkin P. Yu. Volynshchikov	62	Frozen ground excavation under reduced building conditions
		ECONOMIC AND QUALITY MANAGEMENT
S. B. Pozmogova	67	Cluster as a tool of efficient regional economic policy
L. G. Kuchepatova	71	The destiny of houses under the threat of collapse
D. G. Aynullova	76	Rules of lease agreement conclusion with business companies (SIE)
	79	UNIVERSITY CHRONICLE. CONFERENCES. ANNIVERSARIES

ПРОБЛЕМЫ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ

УДК 338 : 378

Д. Г. АЙНУЛЛОВА

СПЕЦИФИКА СОЗДАНИЯ ХОЗЯЙСТВЕННОГО ОБЩЕСТВА В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ УЧРЕЖДЕНИИ

Рассматриваются особенности создания хозяйственных обществ в высших учебных заведениях для практического применения (внедрения) результатов интеллектуальной деятельности, исключительные права на которые принадлежат вузу.

Ключевые слова: вуз, интеллектуальная деятельность, хозяйственные общества.

Для научных учреждений и вузов учреждать хозяйственные общества стало возможным после принятия Федерального закона от 2 августа 2009 г. №217-ФЗ. Он внёс, в частности, соответствующие поправки в Федеральный закон от 22 августа 1996 г. №125-ФЗ «О высшем и послевузовском профессиональном образовании». Для создания хозяйственного общества теперь не требуется разрешение вышестоящих органов федеральной власти. Учреждать можно как ООО, так и акционерное общество. В качестве соучредителей организации вуз вправе привлекать иных лиц. Основным видом деятельности создаваемого общества должно быть практическое применение (внедрение) результатов интеллектуальной деятельности, при этом стоит отметить, что передавать исключительные права на результаты интеллектуальной деятельности созданному обществу нельзя. Они должны остаться за вузом. В уставный капитал создаваемой организации вносится лишь право использования результатов интеллектуальной деятельности. Затем с учреждённой организацией заключается соответствующий лицензионный договор. Перечень результатов интеллектуальной деятельности, право на использование которых может вноситься в уставный капитал хозяйственных

обществ, является закрытым. Это:

- изобретения;
- полезные модели;
- промышленные образцы;
- селекционные достижения;
- программы для ЭВМ;
- базы данных;
- топологии интегральных микросхем и секреты производства (ноу-хау).

Тем самым акцент сделан не на любых охраняемых законом результатах интеллектуальной деятельности, а на тех из них, которые носят ярко выраженный инновационный характер.

Необходимо провести оценку прав использования результатов интеллектуальной деятельности. Ведь они будут являться вкладом в уставный капитал. Отметим, что стоимость этих прав не может быть оценена ниже расходов, которые учреждение понесло, приобретая или создавая соответствующие результаты интеллектуальной деятельности. Если право использования планируется оценить более чем в 500 000 руб., должен привлекаться независимый оценщик.

Образовательное учреждение имеет право привлекать соучредителей. Независимо от их количества доля вуза в уставном капитале хозяйственного общества должна быть выше 25 процентов (если речь идёт об акционерном обществе) и более одной трети (в отношении

общества с ограниченной ответственностью). Привлекая соучредителей, необходимо выполнить ряд условий. Так, доля (или акции, если речь идёт об акционерном обществе) соучредителей в уставном капитале не менее чем наполовину должна быть оплачена денежными средствами. Оставшаяся же часть доли или акций может быть оплачена:

- исключительными правами на результаты интеллектуальной деятельности (или правом их использования);
- материалами;
- оборудованием;
- иным имуществом, необходимым для практического применения (внедрения) результатов интеллектуальной деятельности, право на использование, которых вносится в уставный капитал общества.

При создании общества выбирается организационно-правовая форма – ООО или акционерное общество. Далее следует определиться с фирменным наименованием организации и её местонахождением, размером уставного капитала, утвердить устав, избрать руководителя. В инспекцию ФНС России по местонахождению общества представляются все необходимые документы для госрегистрации юридического лица.

О создании общества надо уведомить Минобрнауки России. Делается это в течение семи дней с того момента, как все необходимые записи о созданной организации будут внесены в Единый государственный реестр юридических лиц. После этого обществом заключаются лицензионные договоры. Если передаваемые права на использование результатов интеллектуальной деятельности нуждаются в госрегистрации, то лицензионные договоры регистрируются в Роспатенте. Важно отметить, что обра-

зованное учреждением хозяйственное общество может быть признано малым или средним предприятием. Но при условии, если оно соответствует условиям Федерального закона от 24 июля 2007 г. №209-ФЗ «О развитии малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации».

В отношении деятельности хозяйственных обществ государство установило жёсткие требования. Так, вуз может распоряжаться долями или акциями созданных организаций только с согласия органов государственной власти. Кроме того, доходы, которые получает учебное заведение от деятельности общества (доходы от распоряжения долями или акциями), учитываются на отдельном балансе. Они могут быть направлены только на:

- правовую охрану результатов интеллектуальной деятельности;
- выплату вознаграждения авторам таких результатов;
- ведение уставной деятельности образовательного учреждений.

При этом порядок расходования средств должен чётко прописан в уставе и других локальных документах высшего учебного заведения.

ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

1. www.sovbuh.ru (дата обращения 23.04.2013).
2. www.aback.ru (дата обращения 23.04.2013).

•••••

Айнуллова Дания Габдулхаметовна, кандидат экономических наук, доцент кафедры «Бухгалтерский учёт, анализ и аудит».

ЭЛЕКТРОННАЯ НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА В ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

На основе опыта по внесению данных от учёных УлГТУ и особенностей научной электронной библиотеки eLibrary с системой научного цитирования Science Index анализируются возможности, которые предоставляет eLibrary для разных категорий пользователей, также даётся представление о масштабе создаваемой электронной библиотеки и её ограничениях на данный момент.

Ключевые слова: индекс, наукометрия, публикация, рейтинг научной активности, цитирование, электронная научная библиотека, eLibrary.

Существует мировая практика оценки деятельности учёных – одна из таких форм признания достижений – присуждение учёных степеней. Но конечные результаты исследований учёных публикуются не только в диссертациях, но и в трудах конференций, монографиях, периодических изданиях. В настоящее время всё большее место занимают сетевые источники данных – как при обучении студентов и аспирантов, так и при проведении исследований. Оценить результаты исследований можно по публикационной активности, и здесь используются такие показатели, как количество публикаций, а также количество цитирований трудов учёного.

В Российской Федерации с 2002 года создаётся электронная научная библиотека eLibrary, призванная обеспечить более качественный доступ к результатам исследований и вместе с этим в динамике и различном разрезе оценивать научную активность конкретных исследователей, научных организаций, качество периодических научных изданий.

Что обеспечивает eLibrary для журнала?

Для журнала имеется возможность расширить круг своих читателей за счёт размещения вы-

пусков на едином портале. Для рейтингового журнала целесообразно предоставлять платный доступ к публикациям, но для того чтобы как можно более широкий круг лиц получил доступ к данным в журнале, конечно, доступ должен быть бесплатным. В eLibrary хранится информация о периодических изданиях (является ли он рекомендуемым ВАК, включён ли журнал в базу данных Scopus, имеется ли переводная версия и другое) и ведётся учёт показателей цитируемости и импакт-фактора журнала, подсчёт статистики автоматизирован.

Что обеспечивает eLibrary для исследователя?

В масштабах страны актуально повышение активности обмена научным опытом между регионами, университетами, причём всё больше учёных предпочитают электронные версии, и eLibrary как единая электронная площадка ускоряет доступ к материалам исследований российских учёных. Исследователь может просматривать журналы по своей тематике, часть публикаций доступна бесплатно с самого ресурса или через ссылки к местам размещения, некоторая часть может быть заказана непосредственно через eLibrary.

ELibrary, по сути, позволяет учёному вести собственное портфолио:

- хранить список публикаций в одном месте,
- накапливать ссылки на публикации в едином ресурсе,

- иметь объективную картину своих научных достижений в сравнении с другими учёными своей организации, своего профиля.

Доступ делится на два уровня – регистрация в электронной библиотеке eLibrary и регистрация в системе научного цитирования Science Index.

При регистрации в eLibrary требуются минимальные данные – от даты рождения до места работы. При регистрации в системе Science Index требуется информация о полученном высшем образовании и научной степени, предоставляются некоторые данные по научной активности, позволяющие более точно проводить анализ их внутри системы.

При регистрации автору присваивается SPIN-код, временной интервал на подтверждение регистрации по правилам библиотеки составляет 10 дней, но в реальности может превышать и месяц.

Наличие ваших публикаций в свободном доступе через eLibrary повышает вероятность их использования другими учёными, цитирования и роста вашего рейтинга как учёного, обогащения знаниями человечества. Также присутствует и другая сторона – публикация текстов в открытом доступе неявно повышает требования к качеству публикаций за счёт их открытости для любого эксперта.

Первоначальное наполнение электронной библиотеки проводилось полуавтоматическим сканированием комплекта журналов и распознаванием информации о публикации (авторы, описание, цитирования и другое). Задача перевести все достижения отечественных учёных по крайней мере за полвека крайне грандиозна и, конечно же, не могла быть решена сразу в полном объёме.

На данный момент присутствуют следующие недоработки, связанные с особенностями учёта публикаций в электронной библиотеке, которые желательно устранить.

Во-первых, при формировании электронной библиотеки были занесены не все журналы, а

только те, что были в наличии. Поэтому у одного из авторов УлГТУ может быть свыше 400 публикаций, а в системе присутствует лишь около 40, у другого из более 1000 публикаций в Science Index хранится около 400.

Во-вторых, существует большое количество неточностей при занесении исходных материалов создателями электронной библиотеки с бумажных экземпляров – во многих публикациях не указана организация, присутствуют ошибки в написании фамилии (особенно для публикаций на иностранных языках), ошибки в инициалах (например, в печатной публикации были указаны только один или два инициала вместо полных имени, отчества).

В-третьих, самые цитируемые монографии, международные публикации по большей части отсутствуют и требуют занесения в электронную библиотеку в дальнейшем.

В-четвёртых, цитирования охватывают лишь часть материалов.

В-пятых, есть другие системы научного индексирования, такие как Web of Science, Scopus, Google Scholars, и наращивание индекса учёного в Science Index не увеличивает автоматических рейтинг учёного в других системах, важных для международного рейтинга учёного.

Для молодого исследователя очень полезно с самого начала накапливать своё резюме зарегистрировавшись в системе Science Index.

Что даёт eLibrary для научной организации?

Для научной организации eLibrary позволяет объективно оценить своё место в рейтинге российских научных организаций по научной активности, а также оценить вклад конкретных авторов и кафедр в общий результат. По каждой из организаций накапливается статистика за весь период, заводится карточка с профилем организации, внутри электронной библиотеки есть возможность подписки на журналы.

Рейтинг организации составляется по четырём показателям:

- количество публикаций, в том числе публикации в журналах, патенты, диссертации, материалы конференций. Таким образом, каждая публикация от организации заносится в систему научного цитирования;

- количество цитирований. Соответственно для организации важно не только общее количество публикаций, но и их цитируемость. В данном случае учитываются публикации, внесённые в научную электронную библиотеку;

- средний импакт-фактор журналов. Импакт-фактор журнала обозначает, сколько раз в среднем по статистике цитируется каждая статья из этого журнала. При этом публикации в рейтинговых журналах требуют более высокого качества материала исследований, они обычно платные и существует период ожидания до опубликования. Но именно такие публикации позволяют повысить рейтинг организации, создать солидный задел для участия в грантах;

- сводный индекс Хирша. Индекс Хирша равен n , если n статей имеет количество цитирований не менее n , то есть индекс Хирша у учёного будет равен 4, если у него имеется 4 публикации, каждая из которых цитируется не менее четырёх раз. В данном показателе учитываются все публикации организации.

При определении рейтинга количество публикаций и цитирований, средний импакт-фактор журналов рассчитываются за последние пять лет.

В рейтинге российских научно-исследовательских организаций из 3000 научных организаций в электронной библиотеке на первом месте по рейтингу МГУ, УлГТУ на 402 месте.

В УлГТУ 4355 публикаций в научной электронной библиотеке с суммарным количеством цитирований 2442 привязаны к 335 авторам. Индекс Хирша УлГТУ равен 15, в него попали публикации научных направлений таких авторов: Табакова Владимира Петровича, Булыжева Евгения Михайловича, Шарапова

Владимира Ивановича, Волгина Леонида Ивановича, Дышловенко Павла Евгеньевича и публикация Ключниковой Натальи Николаевны.

Масштаб электронной научной библиотеки

В первое полугодие 2013 года в электронной научной библиотеке зарегистрировано 36,5 тыс. наименований журналов, в том числе российских 7,8 тыс., 16 млн статей, 120 млн пристатейных ссылок.

Количество зарегистрированных читателей свыше 815 тысяч, авторов 640 тысяч из 11 400 организаций, зарегистрировано 1700 организаций. Можно по этим данным отметить, что, действительно, eLibrary достигнут всероссийский масштаб по анализу данных.

На данный момент по Ульяновской области 2600 авторов eLibrary. В рейтинге учёных по Ульяновской области по количеству публикаций лидирует Шарапов Владимир Иванович – 559 публикаций в eLibrary, по количеству цитирований (937) он на пятом месте в области, по индексу Хирша (равен 11) – на четвёртом.

Естественно, что данные в электронной библиотеке постоянно пополняются и обновляются, в том числе вносятся публикации 2013 года. Авторы могут зайти на сайт по адресу eLibrary.ru, посмотреть публикации и рейтинг учёных своего направления, выверить свои личные данные.

ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

eLibrary.ru – сайт всероссийской электронной научной библиотеки (дата обращения 20.06.2013).

.....

Вадим Георгиевич Тронин, начальник научно-исследовательского отдела ФГБОУ ВПО «Ульяновский государственный технический университет», преподаватель кафедры «Информационные системы», кандидат технических наук. Сфера научных интересов – наукометрия, моделирование вычислительных сетей на прикладном уровне.

УДК 947.084

Е. А. БУРДИН

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ ПО СООРУЖЕНИЮ УАПК В 1975–1979 ГГ.

Рассматривается начальный период строительства Ульяновского авиационного промышленного комплекса (УАПК), одной из главных проблем которого было привлечение большого количества материально-технических ресурсов. К сооружению авиакомплекса привлекались крупные строительные организации, имевшие структуру трестов. Несмотря на важное оборонное значение возводимых объектов, производственные планы часто не выполнялись, что приводило к существенному затягиванию сроков их введения в эксплуатацию.

Ключевые слова: ГлавУльяновскстрой, Димитровградское управление строительства, строительная площадка, Ульяновский авиационный промышленный комплекс.

В результате изучения различных вариантов строительных площадок для возведения крупного авиационного промышленного комплекса весной 1975 г. руководство страны окончательно выбрало Ульяновский вариант, и в соответствии с Постановлением ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 16 апреля 1975 г. № 299-102 в левобережной части города началось грандиозное строительство [4, л. 9–10]. В составе авиакомплекса планировалось построить самолётостроительный, агрегатный и приборный заводы в районе г. Ульяновска (Заволжский район) и двигателестроительный завод в районе г. Уфы. Постановление определяло круг общесоюзных министерств (всего 7), на которые возлагалось сооружение УАПК: Министерство строительства СССР, Министерство среднего машиностроения, Министерство энергетики и электрификации СССР, Министерство транспортного строительства, Министерство строительства предприятий нефтяной и газовой промышленности, Министерство связи СССР и Министерство монтажных и специальных строительных работ СССР. Также устанавливался срок начала подготовительных работ – 1975 г.

Заволжская площадка Ульяновска, по мне-

нию Г. В. Анциферова, наиболее полно отвечала заявленным технико-экономическим условиям, так как хорошие климатические условия могли привлечь на строительство рабочих и инженерно-технических сотрудников, город располагался в густонаселённом центре Поволжья, в непосредственной близости от транспортных и энергетических магистралей, обладая при этом достаточно мощной строительной базой [1, с. 8–9]. Однако выявленные архивные документы позволили установить, что несмотря на ровный рельеф будущей строительной площадки, она не была полностью свободной, как считалось ранее. Помимо сельскохозяйственных земель Чердаклинского района часть данной территории занимали полигон и склады машиностроительного завода имени Володарского. Поэтому руководству УАПК и патронного завода было предписано завершить перенос вышеуказанных объектов в первом полугодии 1977 г. [3, л. 172].

В течение первоначального периода строительства УАПК главными проблемами были привлечение необходимых для возведения гигантского по размерам комплекса материально-технических и людских ресурсов. В рамках данной статьи мы покажем некоторые аспекты решения первой проблемы.

На данный момент первым документом, свидетельствующим о развёртывании сооружения

авиационного комплекса в Ульяновске, является письмо секретаря обкома КПСС А.А. Скочилова министру авиационной промышленности СССР П.В. Дементьеву от 22 октября 1975 г. В нём отмечается, что на территории будущего завода выполняются инженерно-строительные изыскания, закончено проектирование подъездных путей и разгрузочной площадки, реконструкция действующих предприятий строительной индустрии Главульяновскстроя, начато возведение трёх пролётов цеха металлоконструкций управления «Волгостальконструкция» [6, л. 16]. На 22.10.1975 г. из 2,2 млн рублей, выделенных на развитие строительной базы в 1975 г., было освоено 1,6 млн рублей, или 73%. Кроме того, в системе Главульяновскстроя создали трест №2 для производства строительно-монтажных работ на новой площадке. Вместе с тем А.А. Скочиллов отмечал, что разворот работ по сооружению УАПК ведётся медленно, а многие вопросы решаются несвоевременно. Например, не было обеспечено финансирование проектных работ Ульяновскгражданпроектом на сумму 150 тыс. рублей, а также реконструкции и расширения строительной базы Главульяновскстроя в размере 2,2 млн рублей [6, л. 17]. Более того, начатые проектирование и сооружение комплекса велись в долг, т. е. незаконно, что обусловило большие финансовые трудности. Неутверждённая схема размещения строительной базы на генеральном плане застройки тормозила начало проектирования её объектов.

Показательно, что в октябре 1975 г. обком КПСС и облисполком выдвинули дальновидное предложение о строительстве не только производственных, но и жилищно-коммунальных и культурно-бытовых объектов, необходимых для сооружения и эксплуатации вводимых в действие производственных мощностей [6, л. 20]. Кроме того, они просили вышестоящие органы власти обратить особое внимание на развитие энергетической базы, необходимость использования природного газа, развитие железнодорожного узла Ульяновск-Центральный, расширение магистральных и подъездных путей, транспортных развязок, возведение водозаборных, очист-

ных и канализационных сооружений, создание современного города.

Задание на строительство объектов первой очереди УАПК, которое в 1975 г. укладывалось в рамки 1976–1980 гг., включало в себя главный корпус самолётостроительного производства, корпус механо-обрабатывающих цехов и подготовки производства, корпус литейно-кузнечных цехов, аэродромный цех, взлётно-посадочную полосу (3 км), рулѐжную дорожку, магистрали и соединения РД, наладочно-испытательные площадки и места стоянок, заводоуправление с вычислительным центром, автотранспортную базу и базу материально-технического снабжения общей площадью 1030 тыс. кв. м [6, л. 22]. Также в первую очередь должны были войти объекты энергетики (водоснабжение, водозабор, канализация, ТЭЦ, ЛЭП, подстанция и т. д.), транспорта (железнодорожный узел, подъездные железные дороги, расширение автомагистрали, аэропорт Ульяновск-Димитровград, автомобильная дорога с путепроводом, гаражи и т. д.), предприятия общественного питания, бытового обслуживания, сооружения для специального контингента строительных организаций (лагеря ИТК по 1,5 тыс. человек), городок ВСО (военно-строительных отрядов), сооружение по обезвреживанию и захоронению вредных отходов производства и тепличный комбинат. Впечатляет и перечень выделяемых строительству авиакомплекса в 1976 – 1980 гг. машин и оборудования: 1434 грузовых автомобилей для Главульяновскстроя, 618 штук автомобильного транспорта для Димитровградского управления строительства (ДУС) (и тысячи наименований оборудования), 14 легковых машин, 22 автобуса, 82 бульдозера и множество другой техники тресту «Куйбышевдорстрой», 150 грузовых и 4 легковых автомобилей, 12 автобусов, 15 экскаваторов, 20 бульдозеров, компрессорная станция и другое оборудование для ТЭЦ-2, 100 автобусов и 447 грузовых машин и другой техники для Ульяновского транспортного управления [6, л. 51–57].

Параллельно с начавшимися подготовительными строительными работами проводились проектно-изыскательские и конструкторские

исследования по сооружению производственных и жилых объектов УАПК, в которых участвовали специализированные организации следующих ведомств: Минавиапрома (9 научно-исследовательских и проектных институтов), Госстроя (5 проектных учреждений), Госгражданстроя (3 института), Минздрава (1 институт), Минэнерго (4 проектных учреждения), Мингазпрома (2 проектных организации), Минтрансстроя (3 проектных организации), Минмонтажспецстроя (8 учреждений) и т. д., а всего 35 ведомств и 84 организации [6, л. 41–42, 58–61]. Геодезические изыскания по первой очереди охватывали 58 кв. км промплощадки и 7 кв. км жилого района, промкомзоны стройбазы и ТЭЦ, а инженерно-геологические изыскания – 40 кв. км [6, л. 62]. Все проектные материалы должны были быть готовы в 1975–1980 гг., в зависимости от намеченных сроков пуска того или иного объекта. Для оснащения проектно-конструкторских и других организаций Министерства авиационной промышленности, Министерства строительства и Казанского треста инженерно-строительных изысканий Госстроя РСФСР в 1976–1977 гг. подлежало закупить и поставить 5140 единиц оборудования, в т. ч. 209 советского (4,1%), 4900 – из социалистических стран (95,3%) (Болгария, ГДР, Польша и ЧССР), 31 – из капиталистических стран (0,6%) (Великобритания, Италия, США, ФРГ и Япония). Их общая стоимость составляла более 4325,67 тыс. рублей, в т. ч. советского оборудования – 2304,47 тыс. рублей (53,3%), социалистических стран – 1963,2 тыс. рублей (45,4%), капиталистических стран – 58 тыс. рублей (1,3%) [6, л. 70–74].

Как видно из приведённых данных, отечественного оборудования не хватало, поэтому в значительных масштабах приходилось закупать импортное. Так, Министерству внешней торговли было поручено приобрести и поставить в 1976 – 1977 гг. машины и механизмы для Главульяновскстроя из ГДР, США, ФРГ, Франции, Швеции в количестве 78 единиц (в основном бульдозеры, экскаваторы, скреперы и порталные краны) [6, л. 79]. Изначально планировалось, что большая часть технологического обо-

рудования будет закупаться за границей (в США, ФРГ, Италии и через третьи страны) примерно на 1 млрд рублей [5, л. 19]. Интересно, что первоначально стоимость первой очереди определялась в 2,5–3,5 млрд рублей, но в конечном итоге она составила около 5 млрд рублей.

Для быстрого решения вопросов, связанных с проектированием и строительством авиакомплекса, 13.04.1976 г. был образован областной оперативный штаб по контролю за сооружением УАПК, в который входили высшие руководители обкома, облисполкома, горкома, райкома и ведущих подрядчиков – Главульяновскстроя и Димитровградского управления строительства, всего 16 человек [7, л. 112]. Заседания штаба проходили каждую пятницу в 17 часов.

Ход сооружения УАПК прослеживается с 1976 г. В этом году план по освоению капитальных вложений был выполнен генеральными подрядными организациями (Главульяновскстрой, ДУС и Уфимдорстрой) на 87%, строительно-монтажных работ – на 101,4% [8, л. 3]. Производилась подготовка территории (срезка растительного слоя, снятие, укладка и транспортировка плодородного слоя, строительство базисного склада и контрольно-испытательной станции), возводились объекты промбазы Главульяновскстроя (бетонорастворный завод, полигон железобетонных изделий, база механизации, котельная и т. д.), топливное хозяйство районной котельной, внеплощадочные и внутривплощадочные сети газоснабжения, водозаборные сооружения, внеплощадочная канализация, автодороги, временные здания и многое другое. Следует отметить, что в 1976 г. главные усилия строителей были направлены на возведение баз стройиндустрии и подготовку территории для сооружения комплекса, в т. ч. перенос складов, прокладку автомобильных дорог, а также строительство энергетических объектов и внеплощадочных сетей и сооружений. Однако удалось сделать далеко не всё. Низкие темпы работ, несвоевременное материально-техническое снабжение и дефицит рабочей силы и механизмов не позволили выполнить план по бетонорастворному заводу (89%), главной насосной станции (75,5%), напорному коллектору (70,8%),

самотёчному коллектору (24%) и блоку ёмкостных сооружений [8, л. 10].

В следующем, в 1977 г., произошло существенное наращивание темпов строительства УАПК, которое продолжалось на всём протяжении рассматриваемого периода. Так, объём выполненных строительно-монтажных работ увеличился с 9,8 до 57,4 млн рублей, т. е. почти в 6 раз. План по освоению капитальных вложений в целом по комплексу за 1977 г. реализовали на 96,1%, а строительно-монтажных работ – на 95,4%, причём отставание наблюдалось преимущественно по жилищным и культурно-бытовым объектам [9, л. 9]. К 1 января 1978 г. сдали в эксплуатацию базисные склады, бетоно-растворный завод с инженерными сетями и котельной, 3 распределительных устройства главной понизительной подстанции (ГПП) и водозабор стройбаз, ЛЭП-110 от подстанции «Восточная» до ГПП стройбазы и главную насосную станцию. Однако не были завершены следующие пусковые объекты: водозаборные и очистные сооружения, напорный канализационный коллектор, производственная база Волгостальконструкции, первая очередь городка для военных строителей и инвентарный бетонный узел ДУСа. Невыполнение плана их ввода в действие объяснялось недостаточной численностью рабочих, неудовлетворительным обеспечением стройматериалами и конструкциями, слабой организацией производства и несоблюдением технологической последовательности работ [9, л. 10].

Несмотря на большое оборонное значение сооружавшегося авиакомплекса и первоочередное выделение ресурсов, строительство испытывало немалые трудности. Например, достигнутые темпы производства строительно-монтажных работ на пусковых объектах 1979 г. оставались низкими: в среднем по 9 объектам за 11 месяцев этого года план был выполнен на 75,6% [10, л. 88–89]. В целом за 11 месяцев 1979 г. план освоения капитальных вложений составил 95,7%, а строительно-монтажных работ – 95,8%. Архивные документы показывают, что все генподрядные тресты постоянно срывали

плановые задания и графики работ, в т. ч. на пусковых объектах. Наибольшее отставание произошло в строительстве очистных сооружений с биологической очисткой, станции обезжелезивания водозаборных сооружений, пожарного депо и административно-хозяйственной части главного корпуса. План строительно-монтажных работ на пусковых объектах не исполнялся в результате того, что подрядные организации, как и раньше, не концентрировали на них в необходимом количестве строительную технику, материальные и людские ресурсы [10, л. 89-90].

Важным дополнением к информации, извлечённой из архивных документов, являются собранные нами воспоминания ветеранов УАПК. Так, *А. А. Бурдин* рассказывал: «Дирекция строящегося предприятия (УАПК) была образована в 1975 г., во второй половине года. Директором назначили Аполлона Сергеевича Сыцова. Параллельно организовали строительную дирекцию, генеральные подрядчики создавали проектную документацию, в том числе чертежи, и строительную базу. К ним относились такие городские строительные организации Ульяновска, как Трест-1, Трест-2, Промстрой (все в Главульяновскстрое), а также подразделения ДУСа (п/я А-3842). Сооружался бетонный завод, котельная для него была пущена в 1976 г. Кроме того, к возведению УАПК привлекали механизированные колонны (Уфимдорстрой), которые убрали с места будущего комплекса верхний слой земли (чернозём). ТЭЦ строила вроде организация «Энергострой». Началось строительство аэродрома «Восточный» (лётно-испытательный комплекс – ЛИК). Заказчиком и финансистом было Министерство обороны СССР, исполнителем – Министерство авиационной промышленности СССР и КБ Антонова (г. Киев). По проекту главный корпус надо было возвести за 18 месяцев, а реально построили через 10 лет (это так называемая «первая очередь» – до сих пор действует только она, и то не до конца).

Прежде всего, начиная с 1976 г., создавалась мощная строительная база, включавшая домо-строительный комбинат (ДСК) и бетоно-растворный завод (БРЗ). Тогда же стартовало возведение ТЭЦ, которым занималась иногородняя органи-

зация. К 1981 г. заработал первый котёл. Одновременно приступили к строительству водозабора (вдоль Юрманской дороги), состоявшего из станции очистки воды, скважин и насосных станций. Начали копать канализацию и строить очистные сооружения, а также ставить опоры ЛЭП, прокладывать кабели, сети. Кроме того, Строймеханизация (трест) производила подготовку территории будущего завода – бульдозеры, скреперы, краны и экскаваторы ровняли площадку, убирали землю на несколько метров. Кстати, проектирование комплекса шло параллельно со строительством – практически вплоть до 1990 г. Этим занимался Гипроавиапром (преимущественно по объектам Главульяновскстрой), а по объектам ДУСа – Промстройпроект (то же московский институт).

На строительство первой очереди – Главного корпуса и некоторых других объектов – затратили 5 млрд рублей. На вторую очередь (агрегатный, приборостроительный и моторный заводы и аэродинамический институт) выделялось также 5 млрд рублей, но её так и реализовали. По замыслу проектировщиков все комплектующие должны были производиться в одном месте, наверное, такой подход являлся не совсем оправданным.

Начальный этап сооружения УАПК проходил в 1975–1980 гг. Собственно строительство началось весной-летом 1976 г., до этого шло проектирование. Возводились ДСК, БРЗ, базы Нефтехиммонтажа, Сантехмонтажа и других подрядчиков, а также базы строительных организаций, частично построили дороги» [2, с. 1–2].

А. Г. Камышев вспоминал: «Первыми подразделениями УАПК были: 1) Управление оборудования в составе 10 отделов; 2) автотранспортный цех; 3) цех нестандартизированного оборудования, на месте изготавливавший нужные детали; 4) Управление материально-технического снабжения (деревянные изделия, вёдра и т. д.). Генеральными подрядчиками УАПК являлись Главульяновскстрой и Димитровградское управление строительства [12, с. 1].

П. П. Герасимчук отмечал: «В 1977 г. в связи с производственной необходимостью и нехваткой сотрудников меня перевели на должность заместителя начальника строительного производства.

Здесь я узнал все вновь возводившиеся промышленные объекты (корпуса и т. д.), был в курсе хода строительства. Мои обязанности заключались в перераспределении строительного-монтажных работ по отделам Управления капитального строительства (ПромУКСа, который размещался в бараке на ул. Мелекесской). Объём дел был огромным, но я сумел правильно организовать трудовые процессы, хотя всё это для меня являлось новым и сложным. Приходилось постоянно отчитываться по выполненным строительным работам как по заказчику (ПромУКС), так и исполнителями. Кроме того, я решал вопросы с генподрядными и субподрядными строительными организациями в части принятия объёмов строительства на каждый месяц. К первым относились Главульяновскстрой (в его составе Трест-1, Трест-2, Трест «Спецстроймеханизация», тресты «Спецстрой» и «Промстрой»), Димитровградское управление строительства и трест «Уфимдорстрой» [11, с. 1].

А. П. Поляков приехал в Ульяновск весной 1979 г.: «Первые впечатления о комплексе – везде работала техника, расчищали площадку. Никто из строителей не имел цельного представления о том, какие здания, когда и где будут располагаться (и точно не знали, для чего возводят). Об этом знал только главный инженер по строительству Б. Д. Радюк. Реального положения дел не знал никто. Это гигантская стройка! В этот период главными людьми были строители» [13, с. 1].

Таким образом, ещё в начале возведения УАПК была принята комплексная концепция, в соответствии с которой наряду с промышленными объектами должны были строиться жилищные и культурно-бытовые сооружения. Выбор Заволжской площадки Ульяновска для строительства крупнейшего в СССР авиакомплекса обусловил прорыв в развитии промышленной, транспортной и социальной инфраструктуры города и области. Как и на других советских стройках, сооружение объектов УАПК шло параллельно с проектно-исследовательскими и конструкторскими работами. Размах строительства и необходимость внедрения большого количества передовых производственных технологий обусловили потребность в широкомасштабной за-

купке оборудования, значительную часть которого составляли импортные образцы. Генеральными подрядчиками сооружения УАПК были тресты «Главульяновскстрой» и «Уфимдорстрой», а также Димитровградское управление строительства. Производственные планы часто не выполнялись, что приводило к затягиванию сроков строительства и его удорожанию. Особенно это касалось объектов жилищного и культурно-бытового назначения. Главными причинами срыва планов являлись слабая организация производства, несвоевременное материально-техническое снабжение, дефицит рабочей силы, стройматериалов и механизмов, несоблюдение технологической последовательности работ.

ПРИМЕЧАНИЯ

1. Анциферов, Г. В. Строители на просторах Симбирско-Ульяновского края. Книга 4: уникальные стройки области (НИИАР, УАПК, УЦМ, мост) / Г. В. Анциферов. – Ульяновск: [б.и.], 2011. – 366 с.

2. Бурдин, А. А. Воспоминания / А. А. Бурдин; записал Е. А. Бурдин 19 марта 2011 г. в с. Никольское (Спасский р-н Респ. Татарстан). – 3 с.

3. Государственный архив новейшей истории Ульяновской области (ГАНИ УО). 8. Оп. 62. Д. 49.

4. ГАНИ УО. Ф. 8. Оп. 62. Д. 56.

5. ГАНИ УО. Ф. 8. Оп. 62. Д. 59.

6. ГАНИ УО. Ф. 8. Оп. 62. Д. 62 а.

7. ГАНИ УО. Ф. 8. Оп. 64. Д. 9.

8. ГАНИ УО. Ф. 8. Оп. 67. Д. 132.

9. ГАНИ УО. Ф. 8. Оп. 67. Д. 133.

10. ГАНИ УО. Ф. 8. Оп. 71. Д. 143.

11. Герасимчук, П. П. Воспоминания / П. П. Катъшев; записал Е. А. Бурдин 3 ноября 2012 г. в г. Ульяновске. – 2 с.

12. Катъшев, А. Г. Воспоминания / А. Г. Катъшев; записал Е. А. Бурдин 16 сентября 2012 г. в г. Ульяновске. – 2 с.

13. Поляков, А. П. Воспоминания / А. П. Поляков; записал Е. А. Бурдин 14 февраля 2013 г. в г. Ульяновске. – 3 с.

•••••

Бурдин Евгений Анатольевич, доктор исторических наук, доцент кафедры «Музееведение» исторического факультета УлГПУ им. И. Н. Ульянова.

А. Н. ЗАГОРОДНЮК

СИСТЕМА ВЗГЛЯДОВ А.П. ПЛАТОНОВА И ЕГО ДИАЛОГ С ЧИТАТЕЛЕМ

Посвящена изучению взаимодействия «образа автора» и «образа читателя» в рассказах Андрея Платонова. Рассматривается теоретический аспект характеристик «образ автора» и «образ читателя», актуализируется изучение стиля А. Платонова на примерах его рассказов 30–40-х гг. XX века.

Ключевые слова: автор, взаимодействие, дискурс, модальность, система, читатель.

Сложным организованным единством можно назвать авторское сознание в произведениях А. Платонова. Ни одному из исследователей платоновского языка не удалось выразить его сознание без использования непосредственно текстов писателя. При выделении основных характеристик мысли А. Платонова исследователи бóльший акцент ставят на противоречиях, которые являются базой образа автора в произведениях (пример из рассказа «Взыскание погибших» (1943): «Мать расслышала, что голос её дочери был весёлый, и поняла, что это означает надежду и доверие её дочери на возвращение к жизни, что умершая ожидает помощи живых и не хочет быть мёртвой»). Как заметил С. Бочаров: «Уже во второй половине двадцатых годов Платонов находит свой собственный слог, который всегда является авторской речью, однако неоднородный внутри себя, включающий разные до противоположности тенденции, выходящие из одного и того же выражаемого платоновской прозы сознания» [3, 288].

А. Левидов замечает, что читатель вступает с писателем в диалог посредством художественного образа: «Автор – образ – читатель – единая система, в центре которой находится художественный образ, важнейшая промежуточная «инстанция» в общении читателя с автором, когда он читает, и автора с читателем, когда он творит. Именно здесь – в художественном образе – встречаются их творческие пути» [4, 326].

Необходимо выявить некоторые исходные предпосылки, на которых строится странный,

многозвучный мир Платонова, для того, чтобы ориентироваться в его текстах. Читая его произведения, мы сталкиваемся с разными странностями, насстораживают отдельные повороты его речи или сюжета, который у Платонова в основном всегда стоит на месте, а главные события происходят на другом уровне языка. Ярким примером является рассказ «Потомки солнца» (1922): «Земля, с развитием человечества, становилась всё более неудобна и безумна. Землю надо переделать руками человека, как нужно человеку». Замысловатые тексты являются характерной чертой каждого произведения А. Платонова, которые в свою очередь представляют суть платоновского повествования и определяют их точную принадлежность к стилю автора. Смысл, по мнению Платонова, должен рождаться только в голове читателя, который в большинстве случаев не готов к этому, и поэтому возникает среда непонимания и нежелания читать Платонова.

По мнению Н. К. Бонецкой, читателю важно помнить, прежде всего, об исходных, первичных, однозначно ясных художественных значениях и смыслах, идущих от автора, от его творческой воли: «Смысл, вложенный в произведение автором, есть величина принципиально постоянная» [2, 251]. В рассказах А. Платонова можно выделить общий смысл, который часто заключается в преодолении трудностей жизни героями, трудностей моральных и физических. Личности платоновских произведений находят решение проблем в уходе от установленных традиций, прокладывая свой собственный путь, который другим может показаться неправильным и

сложным (цитата из рассказа «Бессмертие» (1936): «Ему нужно было круглые сутки отвлекаться от себя, чтобы понять других; ущемлять и приспособливать свою душу ради приближения к другой, всегда замороженной, закутанной человеческой душе, чтобы изнутри настроить её на простой труд движения вагонов. Чтобы слышать все голоса, нужно самому почти онеметь»).

Чтение – это, как писал философ Валентин Асмус, «труд и творчество»: «Никакое произведение не может быть понято, если читатель сам, на свой страх и риск не пройдёт в собственном сознании по пути, намеченному автором в произведении. Творческий результат чтения в каждом отдельном случае зависит от всей духовной биографии читателя. Наиболее чуткий читатель склонен перечитывать выдающееся художественное произведение» [1, 55].

Рассказы 40-х гг. А. Платонова – яркие, трагичные произведения, которые не могут оставить читателя равнодушным. В них совмещены приёмы авторского влияния на читателя, которые точно передают настроения героев, атмосферу мест, в которых развивается сюжет, и наталкивают на рассуждения о самых главных материальных и духовных ценностях христианского мира: здоровье, любовь, семья, дети, дом, материальное благополучие и религия.

Необычность и странность языка А. Платонова обращают на себя внимание читателя в первую очередь. Многие литературоведы склонны предполагать, что данные текстовые особенности есть спонтанное выражение особого склада мышления писателя или стихийное отражение языковых реалий раннего советского времени, которое представлялось как отражение происходящих в обществе социальных и природных процессов (из рассказа «Семён» (1936): «...У нас плохо, – говорила мать, засовывая хлебную жвачку в рот самой меньшей дочери. – Ох, плохо...»; «Капишка гремела посудой, раздирала материю в тряпки и хозяйствовала там, как на домашней ежедневной работе»; « – Это бессознательное настроение радости, но оно бывает обычно слабым и скоро угасает, когда человек опомнится и займётся своей близкой нуждой»). В платоновском языке можно также увидеть осознанно сконструированное и эстетически вы-

веренное явление, отражающее при этом ментальную перестройку революционной эпохи. Платоновский язык порождает особую языковую модель мира, отличающую платоновские тексты от текстов других современников при всём их возможном стилистическом и тематическом сходстве (из рассказа «Фро» (1937): «Наговорившись, они обнимались – они хотели быть счастливыми немедленно, теперь же, раньше, чем их будущий усердный труд даст результаты для личного и всеобщего счастья»; «Около сарая лежало бревно, на нём сидел босой мальчик с большой детской головой и играл на губной музыке»).

Художественное произведение выражает систему взглядов автора, его мировоззрение, его «личность» в широком смысле слова. Всё это составляет стратегическую, определяющую информацию. Прочтение зависит не только от текста, но и от читателя: от его жизненного опыта, умения читать, настроения. Диалог с текстом – это вершина общения читателя с художественным произведением.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Асмус, В. Ф. Чтение как труд и творчество / В. Ф. Асмус // Вопросы теории и истории эстетики. – М. : Искусство, 1968. – С. 55–68.
2. Бонецкая, Н. К. «Образ автора» как эстетическая категория / Н. К. Бонецкая // Контекст. – М., 1986. – С. 251–252.
3. Бочаров, С. Г. «Вещество существования» (Мир Андрея Платонова) / Бочаров С. Г. // О художественных мирах. – М. : Сов. Россия, 1985. – С. 249–296.
4. Дырдин, А. А. Духовное и эстетическое в русской философской прозе XX века: А. Платонов, М. Пришвин, Л. Леонов / А. А. Дырдин . – Ульяновск : УлГТУ, 2004. – С. 25–176.
5. Левидов, А. М. Автор — образ — читатель / А. М. Левидов. – Л. : ЛГУ, 1983.

.....

Загороднюк Александр Николаевич, аспирант кафедры «Филология, издательское дело и редактирование» УлГТУ.

А. А. ДЫРДИН, Л. В. КОРУХОВА

ФЕНОМЕН МОСКОВСКОЙ ПЕРЕВОДЧЕСКОЙ ШКОЛЫ 20–30-Х ГГ. XIX В. И ФОРМИРОВАНИЕ Д. П. ОЗНОБИШИНА КАК ПЕРЕВОДЧИКА

Концепция статьи определяется стремлением воссоздать общую картину становления русской школы художественного перевода в Московском университете в 20–30-е гг. XIX века и определить характер влияния университетской и пансионской профессуры на Д. П. Ознобишина-переводчика. В составе московской переводческой школы 20–30-х гг. XIX века нами отмечены несколько ключевых фигур преподавательского состава Московского университета и Университетского благородного пансиона, существенно повлиявших на становление переводческой мысли в целом, и на формирование эстетической переводческой программы Д. П. Ознобишина в частности: А. Ф. Мерзляков, А. В. Болдырев и С. Е. Раич. Особенно же велика в этом отношении роль С. Е. Раича, непосредственно намечавшего путь к основным задачам и традициям литературного перевода первой трети XIX столетия. Разработка поставленной проблемы существенно расширит представление об эволюции переводческой мысли XIX века; поможет выстроить более полную концепцию эстетических исканий русских поэтов в области перевода, в том числе и Д. П. Ознобишина.

Ключевые слова: московская переводческая школа; Д. П. Ознобишин-переводчик; школа С. Е. Раича; Московский университет; Московский университетский благородный пансион; А. Ф. Мерзляков; А. В. Болдырев.

Актуальность выбранной темы обусловлена недостаточной изученностью московских литературных кружков первой трети XIX века, с одной стороны, и возросшим интересом к творческой личности Д. П. Ознобишина – с другой. Переводческая деятельность Ознобишина тесно связана с русской традицией литературного перевода, которая начинает складываться в первой трети XIX столетия. Отсутствие специальных обобщающих работ по изучению творчества Д. П. Ознобишина в контексте московской переводческой школы XIX века позволяет говорить о новизне настоящего исследования.

В статье авторы пытаются воссоздать общую картину становления русской школы художественного перевода в лоне Московского университета в 20–30-е гг. XIX века в общем и, в частности, определить характер и глубину влияния университетской и пансионской профессуры на Д. П. Ознобишина-переводчика.

В начале XIX века переводная литература органически включалась в национальный литературный процесс, находилась в смежной области между оригинальным творчеством русских писателей и целенаправленными попытками воссоздать иноязычный художественный текст. Важное место в развитии переводческой мысли

© Дырдин А. А., Корухова Л. В., 2013
писателей девятнадцатого столетия занимали литературные сообщества. Однако деятельность московских литературных кружков первой трети XIX века изучена недостаточно. Эта тема рассматривается всего лишь в нескольких небольших публикациях.

Единственно важным трудом, в котором значительное место отведено изучению московской переводческой школы, является работа А. Н. Гиривенко «Из истории русского художественного перевода первой половины XIX века» (Москва, 2002). Автор поднимает вопрос о закономерном существовании московской школы художественного перевода в лоне Московского университета и непосредственно связывает историю московской школы поэтического перевода с университетом. Учёный отмечает два положительных аспекта, способствующих формированию русской школы художественного перевода в стенах учебного заведения: богатая книжная база на иностранных языках и влиятельный преподавательский состав, в числе которых были поэты-практики художественного перевода.

Как отмечает Р. Н. Клейменова, именно здесь находилась крупнейшая в первой половине XIX

века библиотека Москвы, которая располагала огромным количеством книг на латинском, греческом, немецком, французском и английском языках. «С 1814 г. начали регулярно выписываться русские и зарубежные периодические издания. Зарубежными периодическими изданиями библиотеку снабжал рижский книгопродавец Гартман. Велась постоянная работа по выявлению недостающих изданий и их покупке» [3, с. 191]. Кроме того, библиотека Московского университета располагала и частными собраниями. В высшей степени примечательным в этом аспекте является библиотека, подаренная университету П. Г. Демидовым в 1803 году. «Здесь находились редчайшие рукописи на всех языках, в том числе арабские и китайские VIII, IX, XII вв. и более поздние, рукописи современных авторов, в том числе и неизданные» [3, с. 193]. Необходимо отметить, что учебная библиотека университетского благородного пансиона тоже располагала зарубежными изданиями: «только в 1823 г. было куплено 3,4 тыс. иностранных книг» [3, с. 195].

Таким образом, богатая книжная база университетской библиотеки предоставляла воспитанникам и пансионерам возможность знакомства с сочинениями зарубежных авторов в оригинале, а профессорам и преподавателям – помогала при чтении курсов, а также при формировании ими рекомендаций учащимся книг на иностранных языках сверх предусмотренной программы.

Более того, в формировании переводческой школы в лоне Московского университета положительную роль сыграли преподаватели-практики поэтического перевода. К их числу А. Н. Гиривенко приписывает А. Ф. Мерзлякова, С. Е. Раича и В. И. Оболенского. Для нас, исследователей переводческой деятельности Д. П. Ознобишина, представляется важным определить контингент преподавателей, в той или иной степени повлиявших на становление Ознобишина-переводчика в годы учёбы в Московском благородном пансионе.

Итак, 20–30-е гг. XIX века – важный период в творческой биографии Д. П. Ознобишина-переводчика. Именно в это время складывается

его стихотворная техника, вырабатывается поэтический словарь, определяются литературно-эстетические взгляды, формируются принципы перевода. Знаменательно, что именно в этот период происходит знакомство Ознобишина с литераторами и лингвистами, которые оказали непревзойдённое влияние на идейно-творческие искания поэта в области художественного перевода.

Интересна в этом отношении фигура А. Ф. Мерзлякова (1778–1830), профессора кафедры красноречия, стихотворства и языка российского Московского университета. Исследовательская традиция характеризует Мерзлякова как одного из влиятельных наставников молодых университетов и пансионеров. «Его влияние на литературно одарённую молодёжь Москвы было столь велико – и там, где оно сказалось, и в особенности там, где оно не сказалось, – его роль в жизни московского образованного общества <...> была столь весома, что он заслуживает пристального внимания любого, кто обратится к тому периоду, когда М. Н. Муравьёв был попечителем Московского университета, а Мерзляков – преподавателем словесности» [5].

В системе университетского и пансионского преподавания А. Ф. Мерзляков читал лекции по российской словесности, возбуждая интерес слушателей не только к Ломоносову, Державину, но и Хераскову, Сумарокову, Княжнину, Озерову и другим классическим писателям. Кроме того, занятия сопровождались разборами студенческих упражнений, которыми он развивал вкус и приучал к критике. Из воспоминаний М. П. Погодина об одной из последних лекций читаем: «Вышла, господа, новая поэма, молодого нынешнего поэта, Лорда Байрона «Шильонский узник», переведённая по-русски Жуковским. Мы займёмся её разбором в следующий раз» [5]. Приведённое высказывание для нас особенно интересно. Показательно, что А. Ф. Мерзляков в процессе преподавания российской словесности знакомит слушателей и с переводческим опытом русских поэтов.

Преподаватели университета и пансиона не ограничивались только академической програм-

мой, они проводили дополнительные курсы для всех желающих углубить свои знания. В их числе был А. Ф. Мерзляков, организатор публичных чтений о словесности, на которых он не только знакомил слушателей с правилами красноречия и поэзии, занимал их чтением и разбором знаменитейших российских стихотворцев во всех родах сочинений, но и параллельно приводил примеры поэтических опытов русских поэтов-переводчиков, в том числе и своих.

Недостаточно сказать, что А. Ф. Мерзляков был просто профессором-преподавателем: обращает внимание переводческая деятельность литератора. В творческой биографии А. Ф. Мерзлякова существенное место занимают переводы античных (Гомер, Сафо, Пиндар, Феокрит, Мосх, Бион, Тиртей, Софокл, Эсхил, Еврипид, Гораций, Овидий, Вергилий, Тибулл, Проперций и др.) и итальянских поэтов (Тассо, Альфьери). Кроме того, известны его совместные переводческие опыты с Тургеневым и Жуковским: «Страдания молодого Вертера» и «Коварство и любовь» (из Шиллера и Гёте). Особенно велика была слава Мерзлякова как автора перевода известного произведения Горация «*Ars poetica*» («Наука стихотворства»). Этот опыт перевода, имевший весьма положительную оценку, в то время считался образцовым: им пользовались и гимназисты, и студенты, и литераторы, и педагоги-словесники. Как отмечает А. Н. Гиривенко, исследователи уделяют А. Ф. Мерзлякову мало внимания как переводчику с английского (из Драйдена, Грея, Томсона) [1, с. 128].

Таким образом, А. Ф. Мерзляков, профессор и критик, писатель и практик перевода, умело сочетал в своих лекциях изучение русской словесности с непревзойдёнными комментариями и примерами поэтических опытов в области перевода. Оценивая литературные произведения с позиции вкуса, А. Ф. Мерзляков, безусловно, в определённой степени способствовал формированию эстетических «образованных» вкусов универсантов и пансионеров.

Правомерно предположить, что молодой Ознобишин, очень своеобразно и остро откликавшийся на важнейшие явления современной ему

общественной и литературной жизни, был знаком с идеями А. Ф. Мерзлякова в области перевода, которые он развивал в своих лекциях, публичных чтениях, критических статьях и учебных пособиях. Большой интерес в этом отношении представляет высказывание А. Ф. Мерзлякова о принципах перевода: «Энтузиазм столь необходим для поэта, что некоторые почитали его существом поэзии. И конечно, не может быть ни одного живого и верного подражания, если стихотворец сам не очарован, то есть если он не видит того, что он живописует, не чувствует, что выражает. Это правило верно даже в рассуждении стихотворца-переводчика; он должен быть в энтузиазме таковом же, как его автор: в противном случае может перевести только слова, а не мысли и чувства. – "Как близко переведено! слово в слово!" – кричат всеобщие хвалители. Что ж в этом достоинства, когда в сих словах насильно, как на убой притащенных, худо связанных между собою, изуродованных как будто после взаимного смертного поединка, нет ни природы, ни лёгкости, ни свободы: вернейших признаков очарования, чувства, исступления! Переводчик борется с своим автором и старается превзойти его в нежности и чувствительности сердца... <...> Итак, надобно быть очаровану, чтобы верно и живо подражать <...>» [6, с. 164].

Лекции А. Ф. Мерзлякова, как нам представляется, могли вызвать у молодого Ознобишина живой интерес к литературоведческим исканиям в области перевода. Трудно, конечно, сказать, в какой степени идеи наставника были усвоены Ознобишиным потом, но не вызывает сомнения, что они служили пищей для размышления, что в них он искал отклик собственным думам. Сложен вопрос о том, насколько знакомство Ознобишина с А. Ф. Мерзляковым повлияло на становление первого, но, безусловно, сам факт их общения говорит о точках соприкосновения в их творческих устремлениях, в том числе и в области перевода.

Таким образом, известный поэт и переводчик, литературный критик и влиятельный профессор российской словесности, один из активных дея-

телей литературного процесса первых десятилетий XIX столетия и участник многочисленных литературных кружков, А. Ф. Мерзляков оказал значительное влияние на культурную жизнь первой четверти XIX века. Как указывает Н. П. Колюпанов, «<...>главная заслуга Мерзлякова состоит <...> в живом влиянии его личности на современников. Тот внутренний огонь, соединённый с глубоким уважением к науке и литературе, которым согрета была поэтическая душа Мерзлякова, производил обаятельное впечатление на слушателей и имел в своё время громадное культурное значение, пробуждая в них самостоятельность мысли и стремление к литературно-общественной деятельности» [4, с. 466].

Не менее важно знакомство Д. П. Ознобишина с профессором А. В. Болдыревым (1780–1842), преподававшим восточные языки на отделении восточной словесности Московского университета. Отметим, что в рамках университетской программы достаточно места и внимания было уделено арабскому, древнееврейскому и персидскому языкам. В высшей степени показательным в этом аспекте являлось изучение восточных языков по учебным пособиям, составленным А. В. Болдыревым. Его грамматика арабского языка и хрестоматии персидского и арабского языков, принятые во всех университетах и других учебных заведениях, на долгие годы стали важным подспорьем в изучении и преподавании восточных языков.

Н. Н. Холмухамедова пишет: «Болдырев преподавал не только ориенталистам, но и всем студентам словесного отделения, желавшим изучать восточные языки и литературы, причём не только из университетов, но и из Благородного пансиона. Таким неофициальным слушателем был и молодой Ознобишин» [8, с. 388]. Необходимо отметить, что поэта в равной степени занимала как западная поэзия, так и восточная. В этой связи примечателен интерес Ознобишина к изучению восточных языков, проходившему не без участия Болдырева. Есть основания полагать, что языковые занятия профессора в той или иной степени способствовали формированию лингвистической грамотности молодого поэта,

которая впоследствии сказалась в его переводческой практике. Как известно, языковая подготовка играет первостепенное значение в творческом ракурсе поэта-практика художественного перевода. Для переводчика значимо не только обладание совершенным знанием морфологии, синтаксиса, лексики и идиоматики языка подлинника и своего собственного, но и понимание соотношения обеих языковых систем для полноценной передачи содержания переводимого произведения.

Обращает на себя внимание и переводческая деятельность А. В. Болдырева. Известны его переводы с арабского и персидского языков, опубликованные в журнале «Вестник Европы» за 1811 и 1815 гг. Правомерно предположить, что Д. П. Ознобишин был знаком с переводческим творчеством А. В. Болдырева. Во-первых, следует принять во внимание тот факт, что молодой пансионер выступал со своими произведениями на страницах этого журнала. Следует упомянуть его первые публикации в журнале: «Старец» (Вестник Европы. 1821. Ч. 116, № 4. С. 252), «Утренний гимн» (Вестник Европы. 1821. Ч. 117, №7–8. С. 172–173) и «Послание к Т...у» (В. П. Титову) (Вестник Европы. 1821. Ч. 118, №10. С. 88).

Во-вторых, по свидетельству многих современников, глубоко эрудированный и литературно заинтересованный Д. П. Ознобишин с интересом реагировал на поэтические выступления своих соотечественников в печати. Поэтому он не мог обойти вниманием работы своего преподавателя-ориенталиста А. В. Болдырева, самого видного представителя университетской восточной науки 20–30-х XIX века. Всё это подводит к мысли о том, что Д. П. Ознобишин был знаком с переводческим опытом своего наставника и учителя в области ориенталистики.

Примечательно, что в творческом наследии зрелого Д. П. Ознобишина важное место занимает его работа «Персидская грамматика» (около 1840 г.) (ИРЛИ, ф. 213, №47). В целом этот труд – результат плодотворного исследования поэта одного из освоенных им восточных языков. Несмотря на то, что на разных этапах творческой

жизни Д. П. Ознобишина изучение персидского языка проходило под руководством различных преподавателей восточной словесности, фигура А. В. Болдырева выдвигается на первый план. В этой связи правомерно предположить, что именно он заложил основы восточной эрудированности молодого Д. П. Ознобишина, которые с течением времени кристаллизовались в его работе по грамматике персидского языка.

Суммируем сказанное: «А. В. Болдырев, языковед-востоковед и практик перевода с арабского и персидского языков, – значительная фигура в творческой жизни Д. П. Ознобишина. Главная заслуга профессора усматривается в формировании лингвистической компетентности Д. П. Ознобишина в области восточных языков, которая впоследствии сказалась в переводческой практике поэта. Вместе с тем обращают на себя внимание арабская и персидская хрестоматии А. В. Болдырева, которые послужили основным источником для многих переводов Д. П. Ознобишина с арабского и фарси.

В высшей степени показательным является знакомство Д. П. Ознобишина с С. Е. Раичем (1792–1855), поэтом, переводчиком и знатоком античной и итальянской поэзии, который сыграл в творческой жизни поэта исключительное значение. К сожалению, нет подтверждённых данных о том, где произошла их первая встреча. Интересно сопоставить некоторые факты из их биографии. Известно, что С. Е. Раич являлся действительным членом «Общества любителей российской словесности» при Московском университете, публичные заседания которого проходили в стенах Университетского благородного пансиона, где обучался Д. П. Ознобишин. Их сближение, возможно, произошло на почве общего интереса к литературе в рамках собраний литературного общества, «на которых иногда с целью поощрения читались лучшие произведения воспитанников» [2, с. 325], в том числе и Д. П. Ознобишина.

Интересно отметить, что С. Е. Раич не был учителем Д. П. Ознобишина, поскольку проводить занятия по российской словесности в Университетском благородном пансионе он начал с

1827 года. С. Е. Раич в 1815–1818 гг. прошел полный курс университетского образования вольнослушателем по этико-политическому отделению. Однако любовь к поэтическому слову определила дальнейшую судьбу писателя: в 1822 году он окончил словесное отделение Московского университета и в октябре того же года успешно защитил магистерскую диссертацию «Рассуждение о дидактической поэзии». С этого времени непосредственная связь С. Е. Раича с русской литературной жизнью не ограничивалась частной педагогической деятельностью и выступлениями со своими произведениями на страницах русских журналов и альманахов: в 1822 году он организовал для воспитанников Университетского благородного пансиона «Общество друзей», действующим членом и секретарём которого был Д. П. Ознобишин.

В автобиографии С. Е. Раича читаем: «под моим председательством составилось маленькое, скромное литературное общество... Члены этого общества были: М. А. Дмитриев, А. И. Писарев, М. П. Погодин, В. П. Титов, С. П. Шевырев, Д. П. Ознобишин, А. М. Кубарев, князь В. Ф. Одоевский, А. С. Норов, Ф. И. Тютчев, А. Н. Муравьёв, С. Д. Полторацкий, В. И. Оболенский, М. А. Максимович, Г. Шаховской, Н. В. Путята и некоторые другие: одни из членов постоянно, другие временно посещали общество, собиравшееся у меня вечером по четвергам. Здесь читались и обсуждались по законам эстетики, которая была в ходу, сочинения членов и переводы с греческого, латинского, персидского, арабского, английского, итальянского, немецкого и редко французского языка» [7, с. 28].

Как можно заключить из этих строк, Раич развивал переводческую линию в рамках литературного общества. В этом плане обращает на себя внимание практический аспект собраний, на которых собственные переводческие опыты являлись предметом дискуссий, что позволяло авторам не только выступить с переводным произведением, но и услышать критические замечания слушателей.

Обращает на себя внимание переводческая деятельность организатора «Общества друзей», которое стало знаковым явлением литературной жизни Москвы. В переводческой среде С. Е. Раич известен переводами с итальянского языка. В высшей степени показательным в этом аспекте является переводческий труд поэмы Вергилия «Георгики», за который он был награждён серебряной медалью Российской академии, хотя оценки этого произведения были неоднозначны. Большой известностью пользовался перевод «Освобождённого Иерусалима» Тассо, встретивший как положительные, так и отрицательные отклики рецензентов. Следует отметить ещё одну работу С. Е. Раича – перевод поэмы Людовико Ариосто «Неистовый Орланд». По мнению А. Н. Гиривенко, «создание перевода эпической поэмы Людовико Ариосто «Неистовый Орланд» явилось фактическим воплощением переводческих концепций раичевского кружка, давало представление об эстетической программе московской школы художественного перевода» [1, с. 152], из которой вышел даровитый поэт Д. П. Ознобишин.

Идейно-художественный рост Ознобишина-переводчика непосредственно связан с именем С. Е. Раича, чьё наставничество оказалось плодотворным для роста поэтического мастерства Д. П. Ознобишина. Талантливый педагог видел в своём воспитаннике определённый творческий потенциал и поддерживал увлечение Ознобишина переводами с восточных языков. Широко распространено мнение о том, что восточное направление в переводческом творчестве Ознобишина находилось в прямой и непосредственной связи с идеями С. Е. Раича, которые заключались в популяризации восточного направления в русской литературе и «опоэтизации» русского литературного языка, обогащение его «новыми пиитическими выражениями, оборотами, словами, картинами».

Таким образом, именно благодаря С. Е. Раичу переводческая увлечённость Д. П. Ознобишина получила мощный импульс, прослеживаемый на протяжении всей творческой жизни поэта, в которой переводам уделялось значительное вни-

мание. Кажется особенно очевидным, что общение Ознобишина с Раичем стало толчком, который дал выход его поэтическому дарованию. Творчество Ознобишина, действительно, во многом питалось настроениями и чувствами человека, который был для него не просто учителем, а другом, собратом по перу. Духовный союз обоих поэтов поддерживался их тесным дружеским и творческим общением на протяжении всей жизни. Определенно, мудрое наставничество С. Е. Раича сыграло значимую роль в духовном и творческом развитии Д. П. Ознобишина-переводчика.

Резюмируя, отметим, что в составе московской переводческой школы 20–30-х гг. XIX века нами отмечены несколько ключевых фигур преподавательского состава Московского университета и Университетского благородного пансиона, существенно повлиявших на становление переводческой мысли в целом, и на формирование эстетической переводческой программы Д. П. Ознобишина в частности: А.Ф. Мерзляков, А. В. Болдырев и С. Е. Раич. Особенно же велика в этом отношении роль С. Е. Раича, непосредственно намечавшего путь к основным задачам и традициям московской переводческой школы 20–30-х годов девятнадцатого столетия. При этом необходимо отчётливо сознавать, что поэты-переводчики первой половины XIX века не могли творить вне литературной среды, без опоры на учеников и последователей. Ясно представляя всю картину литературной жизни, мы понимаем, что не меньшее значение имеет вклад самих воспитанников в становлении московской школы художественного перевода 20–30-х гг., в том числе и Д. П. Ознобишина.

В свете всего вышесказанного можно утверждать, что опыт русской школы художественного перевода в 20–30-е годы XIX века непосредственно связан с Московским университетом в лице своих преподавателей, а также воспитанников, пополнявших ряды литературных талантов в области перевода. Московское переводческое направление в русской поэзии 20–30-х гг. XIX века находилось в прямой и непосредственной зависимости от переводческих

идей С. Е. Раича, которые он развивал в своих работах и в рамках литературного общества, сформировавшегося в стенах пансиона при Московском университете. Представляется необходимым более детально исследовать переводческую школу С. Е. Раича, к которой принадлежал Д. П. Ознобишин. Разработка поставленной проблемы существенно расширит представление об эволюции переводческой мысли XIX века, поможет выстроить более полную концепцию эстетических исканий русских поэтов в области перевода, в том числе и Д. П. Ознобишина.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гиривенко, А. Н. Из истории русского художественного перевода первой половины XIX века. Эпоха романтизма / А. Н. Гиривенко. – М. : Флинта : Наука, 2002. – 280 с.
2. Гольц, Т. М. Поэт и полиглот // Д. П. Ознобишин. Стихотворения. Проза. Кн. 2. / Т. М. Гольц. – М. : Наука, 2001. – С. 315–375.
3. Клейменова, Р. Н. Книжная Москва первой половины XIX века / Р. Н. Клейменова. – М. : Наука, 1991. – 240 с.
4. Колюпанов, Н. П. Биография А. И. Кошелева. Т. 1. / Н. П. Колюпанов. – М., 1889. – 581 с.
5. Любжин, А. И. Алексей Федорович Мерзляков // Im Werden Verlag: некоммерческое электронное издание. Мюнхен, 2004. URL: <http://www.imwerden.de> (дата обращения: 10.12.2012).

6. Мерзляков, А. Ф. О талантах стихотворца / А. Ф. Мерзляков // Литературная критика 1800–1820-х годов / сост., примеч. и подготовка текста Л. Г. Фризмана. – М. : Художественная литература, 1980. – С. 150–168.

7. Модзалевский, Б. Л. Автобиография С. Е. Раича / Б. Л. Модзалевский // Русский библиофил. – 1913. – Кн. 8. – С. 5–15.

8. Холмухамедова, Н. Н. Д. П. Ознобишин в контексте русской ориентальной поэзии / Н. Н. Холмухамедова // Д. П. Ознобишин. Стихотворения. Проза. Кн. 2. – М. : Наука, 2001. – С. 376–434.

.....

Дырдин Александр Александрович, доктор филологических наук, профессор, заведующий кафедрой «Филология, издательское дело и редактирование» УлГТУ.

Корухова Людмила Владимировна, старший преподаватель кафедры «Иностранные языки» УлГТУ.

УДК 519.246.8

Ю. Е. КУВАЙСКОВА, А. А. АЛЁШИНА

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС МОДЕЛИРОВАНИЯ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ

Описывается программный комплекс моделирования и прогнозирования состояния технического объекта по результатам решения системы временных рядов параметров его работы, предназначенный для раннего предупреждения о возможной аварийной ситуации на техническом объекте.

Ключевые слова: моделирование, программный комплекс, прогнозирование, система временных рядов.

Исследование выполнено при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации (федеральная целевая программа «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России»).

Введение. Одно из направлений повышения эффективности управления техническим объектом связано с возможностью раннего предупреждения об аварийной ситуации путём прогнозирования состояния таких объектов по множеству его характеристик.

Оценка технического состояния объекта производится по результатам измерений некоторых параметров с помощью множества датчиков через определённые промежутки времени, которые, как правило, образуют систему взаимосвязанных временных рядов. Для этой системы может быть построена соответствующая математическая модель, позволяющая прогнозировать изменение её характеристик и обнаруживать нарушение процесса до того, как контролируемые параметры вышли за предельные значения.

Для предупреждения о возможности аварийной ситуации на техническом объекте по результатам контроля множества параметров его работы разработан программный комплекс моделирования системы временных рядов, позволяющий прогнозировать состояние объекта по результатам решения системы временных рядов.

Методика структурно-параметрической идентификации системы временных рядов.

Для описания будущего состояния технического объекта по множеству параметров его работы, образующих систему взаимосвязанных временных рядов, разработана методика структурно-параметрической идентификации системы временных рядов на основе подхода адаптивного динамического регрессионного моделирования [1–3].

Систему временных рядов параметров технического объекта можно представить в виде $y^1(t), y^2(t), \dots, y^N(t)$, где $y^i(t)$ – одномерный временной ряд, наблюдаемый в равноотстоящие моменты времени t_1, t_2, \dots, t_n .

Согласно методике структурно-параметрической идентификации системы временных рядов на первом этапе для выявления трендочувствительности и регулярности временных рядов проводится мультифрактальный анализ [4]. При заметной коррелированности значений уровней временных рядов для соответствующих рядов строится трендовая составляющая модели временного ряда.

На следующем этапе моделирование системы временных рядов осуществляется методами совместного гармонического анализа. Для каждого

ряда методом пошаговой регрессии находятся значимые гармоники и для рядов, имеющих гармонику на одном периоде, строится совместная гармоническая модель.

Для дальнейшего описания системы взаимосвязанных временных рядов используется случайная с элементами регулярности функция, которая может быть представлена в виде модели векторной авторегрессии.

На каждом шаге при построении моделей производится проверка на значимость найденных коэффициентов. Оптимальные структуры модели системы временных рядов ищутся по критерию минимума внешнего среднеквадратического отклонения [1].

В итоге для каждого временного ряда системы получаем модель, содержащую регулярную составляющую (тренд, гармоники) и векторную авторегрессию.

На заключительном этапе проверяется соблюдение основных предположений регрессионного анализа. Если предположения соблюдаются, то построенные комплексные модели системы временных рядов используются для прогнозирования состояния технического объекта, в противном случае проводится соответствующая процедура адаптации к нарушению данного предположения [1].

Полученная модель, как и любая модель временного ряда, подвержена «старению». Поэтому при поступлении новых данных параметры модели необходимо корректировать, адаптируя модель к новым условиям развития процесса, таким образом, прогноз становится более точным. «Старение модели» преодолевается корректировкой параметров с помощью псевдоградиентной процедуры [3], которая постоянно стремится улучшить параметры модели, даже в условиях неоднородности поступающих данных.

Программный комплекс моделирования и прогнозирования системы временных рядов.

Описанная методика реализована в виде программного комплекса, позволяющего в автоматическом режиме получать оптимальные по кри-

терию внешнего среднеквадратического отклонения комплексные модели системы взаимосвязанных временных рядов с последующим их использованием для прогнозирования состояния исследуемого процесса.

Программное обеспечение разработано в среде программирования Turbo Delphi 10.0. Интерфейс пакета состоит из различных графических компонентов: функциональных кнопок, программных и диалоговых окон. При воплощении алгоритмического кода программы использовались методы объектно-ориентированного программирования, что обеспечивает достаточно простую структуру пакета. Существует возможность разделения основных функций системы и добавления новых для реализации различных методов расчёта.

При запуске программы на экране появляется окно (рис. 1).

Программное обеспечение имеет достаточно практичную структуру. Сочетание такой структуры с диалоговым режимом работы делает его управление достаточно удобным. Система проверяет данные на наличие ошибок перед запуском процедур с возможностью изменения заданных параметров.

Перед построением модели системы временных рядов пользователь имеет возможность выбрать параметры моделирования «с обновлением коэффициентов» и «без обновления коэффициентов». Если была выбрана опция «Выполнить с обновлением», то на каждом шаге выполнения программы проводится процедура обновления найденных коэффициентов модели с помощью псевдоградиентного метода.

После выполнения моделирования на экран выводятся результаты, содержащие таблицу значений временных рядов, полученных по модели, аналитические формулы модели системы временных рядов, таблицы среднеквадратических отклонений (рис. 2), а также графики исходных наблюдений (сплошная линия) и смоделированных данных (штриховая линия) (рис. 3а).

Система временных рядов

Обработка системы ВР

Моделирование
Прогнозирование

Исходные данные

timely	y1	y2	y3	y4	y5	y6	y7	y8
1	3	3	14	24	25	1265	14	5
2	3	3	14	24	25	1265	14	5
3	3	3	14	24	25	1265	14	5
4	3	0	7	21	15	1265	13	10
5	3	0	7	21	15	1265	13	10
6	3	0	7	21	15	1265	13	10
7	3	0	7	21	15	1265	13	10
8	9	9	10	11	14	1265	10	5
9	9	9	10	11	14	1265	10	5
10	9	9	10	11	14	1265	10	5
11	9	9	10	11	14	1265	10	5
12	43	100	20	12	30	1265	21	5
13	43	100	20	12	30	1265	21	5
14	43	100	20	12	30	1265	21	5
15	120	133	16	18	39	1221	82	9
16	120	133	16	18	39	1221	82	9
17	120	133	16	18	39	1221	82	9
18	120	133	16	18	39	1221	82	9
19	243	318	12	578	73	1050	1265	8
20	243	318	12	578	73	1050	1265	8

Рис. 1. Структура программного комплекса

Результаты моделирования

Расчетные значения

timely	y1	y2	y3	y4	y5	y6	y7	y8
1	10,745	16,635	13,645	65,334	27,722	1279,874	98,974	4,011
2	11,093	16,564	13,647	64,340	27,722	1279,219	97,889	4,473
3	11,440	16,492	13,643	63,346	27,722	1278,565	96,803	4,884
4	0,293	0,537	8,634	27,302	16,589	1281,060	44,560	10,441
5	0,641	0,465	8,621	26,308	16,589	1280,406	43,474	10,572

Модель системы ВР

$$y1(t) = 90,5597,368t + 0,953e^{1(t-1)} + -0,049y2(t-1) + 0,586y3(t-1) + -0,039y4(t-1) + 0,553y5(t-1) + -0,013y6(t-1) + 0,031y7(t-1) + -0,420y8(t-1)$$

$$y2(t) = 147,6607,846t + -0,083y1(t-1) + 1,009e^{2(t-1)} + 0,109y3(t-1) + -0,003y4(t-1) + 1,128y5(t-1) + -0,011y6(t-1) + -0,006y7(t-1) + -0,165y8(t-1)$$

$$y3(t) = 15,579 + 0,133 * \sin(2\pi t / 12,667 + 0,677) + 0,006y1(t-1) + -0,003y2(t-1) + 0,798e^{3(t-1)} + 0,001y4(t-1) + -0,059y5(t-1) + 0,001y6(t-1) + 0,002y7(t-1) + -0,002y8(t-1)$$

$$y4(t) = 150,819 - 1,758t + -0,283y1(t-1) + 0,075y2(t-1) + -2,685y3(t-1) + 0,434e^{4(t-1)} + 4,880y5(t-1) + -0,087y6(t-1) + 0,025y7(t-1) + -0,698y8(t-1)$$

$$y5(t) = 34,763 + 0,006y1(t-1) + -0,007y2(t-1) + 0,102y3(t-1) + -0,006y4(t-1) + 0,997e^{5(t-1)} + 0,002y6(t-1) + 0,001y7(t-1) + -0,098y8(t-1)$$

$$y6(t) = 1501,997 - 23,236t + -0,006y1(t-1) + 0,010y2(t-1) + 2,839y3(t-1) + 0,508y4(t-1) + -1,890y5(t-1) + 0,972e^{6(t-1)} + -0,101y7(t-1) + 1,115y8(t-1)$$

$$y7(t) = 578,513 - 6,495t + -1,222y1(t-1) + 0,689y2(t-1) + -6,332y3(t-1) + -0,581y4(t-1) + 10,308y5(t-1) + -0,135y6(t-1) + 0,833e^{7(t-1)} + 1,752y8(t-1)$$

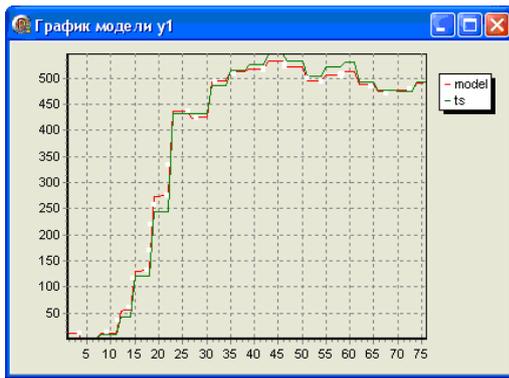
$$y8(t) = 13,987 + 5,824 * \sin(2\pi t / 38,000 + -0,172) + 4,101 * \sin(2\pi t / 12,667 + -0,677) + 0,010y1(t-1) + -0,006y2(t-1) + -0,251y3(t-1) + 0,012y4(t-1) + 0,069y5(t-1) + -0,001y6(t-1) + 0,000y7(t-1) + 0,844e^{8(t-1)}$$

СКО

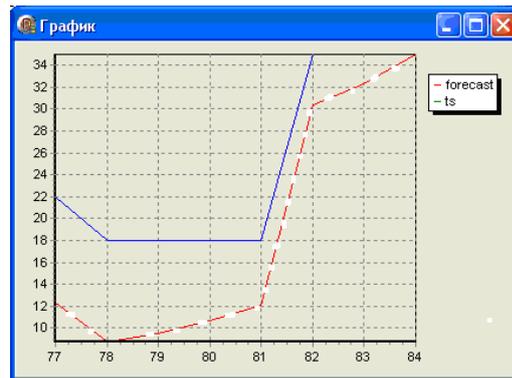
Построить график модели № 1

СКО \ y	y1	y2	y3	y4	y5	y6	y7	y8
внутреннее	12,119	16,637	0,995	32,965	2,006	37,467	71,623	3,436
внешнее	13,241	44,180	6,405	84,122	9,134	68,290	125,163	11,337

Рис. 2. Результаты моделирования системы временных рядов



а



б

Рис. 3. Моделирование (а) и прогнозирование (б) временного ряда

После получения модели системы временных рядов в программе существует возможность построения прогноза на период, заданный пользователем.

На рис. 3б показаны графики прогноза (штриховая линия) и исходных (сплошная линия) значений временного ряда.

Визуализация математической модели, описывающей динамику временных рядов, позволяет оценить физику процесса и точнее смоделировать поведение ряда в будущем.

Очевидными преимуществами программного комплекса моделирования системы временных рядов являются реализации совместного гармонического анализа, модели векторной авторегрессии и псевдоградиентной процедуры обновления коэффициентов статистической модели. Использование известных внутренних и внешних статистических мер соответствия позволяет определить степень адекватности модели наблюдениям и её пригодности для аппроксимации в данном выборочном пространстве.

Заключение. Разработанный программный комплекс моделирования и прогнозирования системы временных рядов может быть использован для раннего предупреждения об аварийных и опасных ситуациях техногенного характера в любых отраслях промышленности, где используются технические объекты, безопасное функционирование которых характеризуется множеством параметров: гидроагрегаты, электро-

станции, трубопроводы, транспортные системы и т. п.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Валеев, С. Г. Регрессионное моделирование при обработке наблюдений / С. Г. Валеев. – М. : Наука, 1991. – 272 с.
2. Валеев, С. Г. Программное обеспечение обработки временных рядов техногенных характеристик / С. Г. Валеев, Ю. Е. Кувайскова // Обозрение прикладной и промышленной математики. – 2009. Т. 16, вып. 6. – С. 1037–1038.
3. Алёшина, А. А. Использование псевдоградиента при выборе параметров модели вибраций гидроагрегата / А. А. Алёшина // Системы управления и информационные технологии. – 2013. – №1.1 (51). – С. 113–117.
4. Валеев, С. Г. Применение мультифрактального анализа при описании временных рядов в технике и экономике / С. Г. Валеев, Ю. Е. Кувайскова, С. А. Губайдуллина // Вестник Ульяновского государственного технического университета. – 2008. – №. 2. – С. 23–27.

.....

Кувайскова Юлия Евгеньевна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Прикладная математика и информатика» УлГТУ.

Алёшина Анна Александровна, аспирант кафедры «Прикладная математика и информатика» УлГТУ.

М. М. ДУБИНИНА, М. Ю. СОРОКИН

ВЫБОР МОДЕЛИ ТУРБУЛЕНТНОСТИ ДЛЯ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЗОНДОВЫХ СРЕДСТВ ВОСПРИЯТИЯ ДАВЛЕНИЙ

Рассмотрена методика математического моделирования зондовых средств восприятия воздушных давлений, подробно рассмотрены вопросы выбора модели турбулентности и влияния моделей турбулентности на погрешность математического моделирования.

Ключевые слова: газодинамика, математическое моделирование, методика, модель турбулентности.

К рассматриваемым зондовым средствам относятся различные приёмники воздушных давлений, которые обеспечивают первичной информацией различные указатели и системы воздушных сигналов для дальнейшего вычисления высотно-скоростных параметров движения летательного аппарата [1]. В настоящее время повышение точности измерения значений полного и статического давлений набегающего воздушного потока на летательных аппаратах остаётся актуальной задачей. Испытания и подтверждение метрологических характеристик приёмников занимают достаточно большое количество времени и требуют значительных материальных затрат. На данный момент всё большее распространение получает математическое моделирование, и часть лабораторных исследований можно заменить математическим моделированием.

Однако для получения результатов математического моделирования с приемлемой точностью требуется соблюдать определённый порядок действий с учётом проведённых ранее исследований. В данной статье даются рекомендации по проведению математического моделирования и рассматриваются особенности численного моделирования восприятия давления приёмниками воздушных давлений на отдельных этапах в такой последовательности:

- подготовка геометрической модели;

- подготовка сетки конечных элементов;
- подготовка расчётной модели;
- проведение расчёта;
- анализ результатов.

Суть первого этапа заключается в формировании воздушного пространства вокруг исследуемого зондового средства. В идеальном случае требования к воздушному пространству аналогичны требованиям аэродинамических труб (например, по соотношению площадей миделевого сечения), но так как на практике это сложно реализовать, то используют приближенные условия.

При создании сетки конечных элементов необходимо учитывать соотношение «затраченные вычислительные ресурсы/точность решения». Наилучшей является гексагональная сетка конечных элементов, но её создание требует определённой подготовки и сил, поэтому рекомендуется построение тетраэдральной сетки конечных элементов. Так как обтекание исследуемых зондовых средств носит турбулентный характер, то для корректного описания пограничного слоя вокруг объекта необходимо измельчение сетки конечных элементов – это ведёт к резкому увеличению количества ячеек. Для того чтобы избежать резкого увеличения количества конечных элементов, используют призматический слой, элементы которого имеют высоту, значительно меньше площади основания.

Авторами не рассматриваются вопросы использования программ построения сетки конечных элементов, предлагаемые подходы

одинаковы как в свободно-распространяемых программах (NetGen, EnGrid, Salome и т. д.), так и в коммерческих программах (Ansys, Cosmos и т. д.).

Для проведения расчёта необходимо правильно задать свойства среды, определить граничные условия, задать тип решаемой задачи, выбрать схемы решения и модель турбулентности. Следует отметить, что нет универсальной модели, каждая модель подходит для конкретного характера движения, и от выбора модели турбулентности зависит погрешность получаемого решения.

Оценить точность полученного решения, если нет результатов экспериментов (либо они ненадёжны), чрезвычайно сложно, однако можно следовать следующим рекомендациям при оценке получаемых результатов.

Во-первых, проверить сходимость по сетке. Это общий принцип оценки точности получаемого решения, который заключается в проведении серии расчётов одной и той же задачи на сетке, которая последовательно сгущается во всей области расчёта. При уменьшении расчётных ячеек точность решения исходных уравнений увеличивается. Моделируемые параметры задачи при этом сходятся к некоторому значению, соответствующему бесконечно мелкой сетке. Отметим, что этот способ оценки точности решения годен только в том случае, если используется «непогрешимая» математическая модель, например, исследуется движение вязкой ньютоновской жидкости (например, воды) при малых числах Рейнольдса (ламинарное течение). При исследовании турбулентного движения жидкости с помощью эмпирических моделей этим методом можно оценить только точность решения исходных уравнений, но не задачи.

Во-вторых, решить задачу, близкую к моделируемой, для которой известны экспериментальные результаты или данные других авторов. На таких задачах можно подобрать оптимальное соотношение «точность расчёта / грубость сетки», которое потом можно будет использовать для решения своих задач.

В-третьих, всегда контролировать характеристики течения, которые могут быть вам известны хотя бы предположительно. Часто бывает, что такой контроль позволяет оценить точность получаемого решения без использования трудоёмких способов, описанных выше. В случае моделирования зондовых средств необходимо контролировать величины полного и статического давлений, которые зависят от параметров набегающего потока и могут быть оценены по известным зависимостям [2–4].

В целом рассмотренные этапы методики математического моделирования подходят для любого сочетания программ подготовки расчётной модели, проведения непосредственно самого расчёта и просмотра результатов.

В данной статье не затронуты вопросы подготовки геометрической модели, проведения самого расчёта и анализа полученных результатов, основное внимание уделено одному из наиболее существенных аспектов математического моделирования зондовых средств восприятия воздушных давлений – влиянию выбранной модели турбулентности на погрешность получаемого решения.

Влияние модели турбулентности на угловую характеристику (зависимость воспринимаемого воздушного давления от угла скоса набегающего потока) представим на примере приёмника полного давления. Расчёт угловой характеристики проводился с помощью программы OpenFoam [5], которая применяется для моделирования течения жидкости и газа. Использовался решатель simpleFoam – стационарная программа решения для турбулентного течения ньютоновской жидкости. При вычислении не учитывалась шероховатость поверхности и крепление приёмников к поверхности летательного аппарата. Исходными данными для математического моделирования являлись скорость потока, угол между направлением потока и осью ППД, а также плотность воздуха. Использовалась тетраэдральная сетка с призматическим слоем вблизи поверхности приёмника для учёта пограничного слоя. В целом

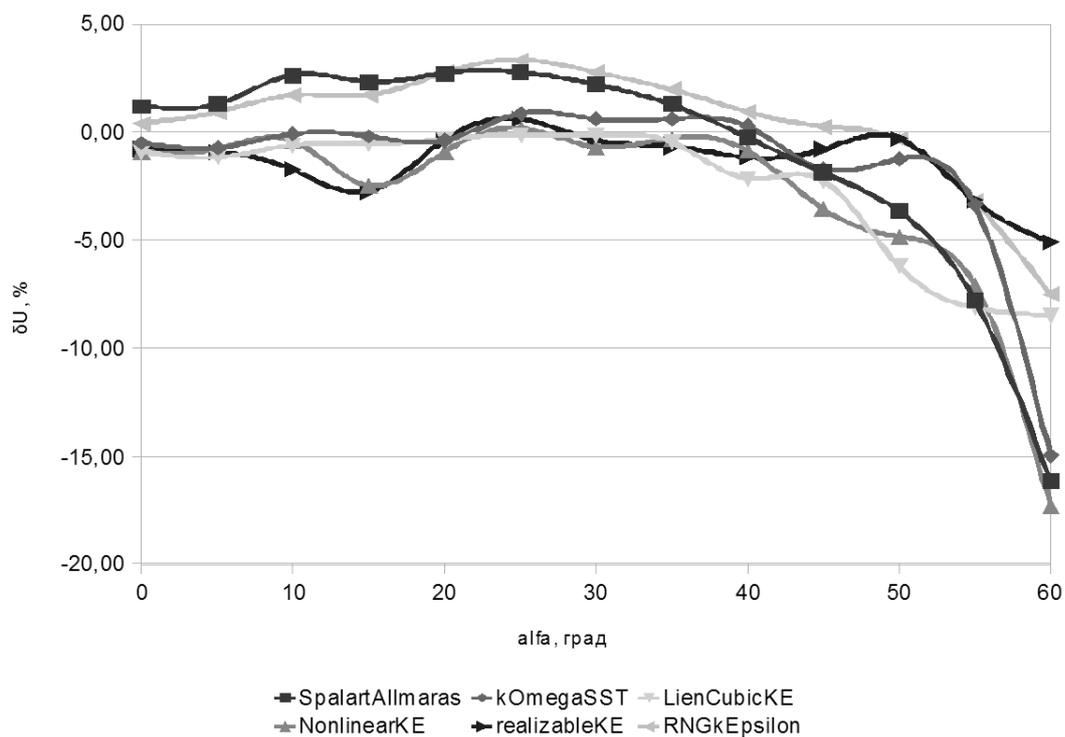


Рис. 1. Зависимость относительной погрешности моделирования δU от угла скаса набегающего потока α , скорость потока ~ 74 м/с

Таблица 1

Максимальная относительная погрешность математического моделирования в зависимости от диапазонов изменения углов скаса набегающего потока

Скорость, м/с	Угол, град	Относительная погрешность, %					
		Spalart Allmaras	kOmega SST	LienCubic KE	Nonlinear KEShin	realizableKE	RNGk Epsilon
74	0	1,19	-0,51	-0,91	-0,94	-0,81	0,41
	От 0 до 10	2,65	-0,74	-1,18	-0,94	-1,74	1,75
	От 0 до 20	2,65	-0,74	-1,18	-2,48	-2,75	2,75
	От 0 до 30	2,76	0,85	-1,18	-2,48	-2,75	3,34
	От 0 до 40	2,76	0,85	-2,15	-2,48	-2,75	3,34
	От 0 до 50	-3,65	-1,71	-6,22	-4,85	-2,75	3,34
	От 0 до 60	-16,12	-14,96	-8,51	-17,32	-5,07	-7,52

параметр y^+ не превышал 1, что является показателем правильного описания процессов в пограничном слое. Для сравнения выбраны наиболее популярные модели турбулентности: SpalartAllmaras, $k\Omega$ SST, LienCubicKE, NonlinearKE, realizableKE, RNGkEpsilon. Проведено сравнение результатов моделирования с экспериментальными данными. Результаты моделирования приведены на рис. 1 [6].

Из полученных результатов видно, что при различных диапазонах углов скоса набегающего потока отдельные модели турбулентности показывают наилучшие результаты. Для выбора модели турбулентности, которую целесообразно было бы использовать при моделировании приёмников полного давления, определена максимальная по модулю величина относительной погрешности для нескольких диапазонов углов скоса набегающего потока воздуха (таблица 1, жирным шрифтом выделены значения минимальной по модулю величины относительной погрешности для каждого диапазона углов набегающего потока).

Лучшие модели турбулентности для ППД (скорость ~ 74 м/с) при углах: нулевых – RNGkEpsilon; до 10° – $k\Omega$ SST; до 20° – $k\Omega$ SST; до 30° – $k\Omega$ SST; до 40° – $k\Omega$ SST; до 50° – $k\Omega$ SST; до 60° – realizableKE.

Наиболее универсальной моделью является $k\Omega$ SST, так как её использование при моделировании в пакете OpenFoam обеспечивает наилучшую сходимость расчётных и экспериментальных данных для всех диапазонов углов скоса потока. В целом полученные результаты подтверждают многочисленные публикации, в которых отмечается, что для внешнего обтекания тел наилучшие результаты даёт применение модели $k\Omega$ SST. Использование других моделей турбулентности в отдельных случаях позволяет получить результаты с меньшей погрешностью, однако такие случаи не поддаются систематизации и не могут быть спрогнозированы заранее. Исходя из вышеизложенного, при дальнейших расчётах рекомендуется применять модель турбулентности $k\Omega$ SST, как наибо-

лее подходящую для решения задач моделирования аналогичных приёмников, так как она сочетает преимущества $k\omega$ модели при описании пристеночных слоёв и $k\epsilon$ модели при описании потоков вдали от стенок.

Таким образом, предложена методика проведения математического моделирования зондовых средств восприятия воздушных давлений, показано влияние наиболее популярных моделей турбулентности на погрешность математического моделирования. В соответствии с приведёнными рекомендациями по выбору модели турбулентности можно достичь погрешности математического моделирования, не превышающей одного процента при углах скоса набегающего потока воздуха до 40° .

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Клюев, Г. И. Измерители аэродинамических параметров летательных аппаратов : учебное пособие / Г. И. Клюев, Н. Н. Макаров, В. М. Солдаткин, И. П. Ефимов. – Ульяновск : УлГТУ, 2005. – 509 с.
2. ГОСТ 4401-81. Атмосфера стандартная. Параметры. – М. : Изд-во стандартов, 1982. – 182 с.
3. ГОСТ 25431-82. Таблицы динамических давлений и температур торможения воздуха в зависимости от числа Маха и высоты полёта. – М. : Изд-во стандартов, 1983. – 84 с.
4. ГОСТ 5212-74. Таблица аэродинамическая. Динамические давления и температуры торможения воздуха для скорости полёта от 10 до 4000 км/ч. Параметры. – М. : Изд-во стандартов, 1974. – 247 с.
5. Официальный сайт программы OpenFOAM. URL: <http://www.openfoam.com> (дата обращения 03.06.2013).
6. Моисеев, В. Н. Сравнение результатов математического моделирования с результатами экспериментальных исследований приёмника полного давления ППД-С1 / В. Н. Моисеев, И. П. Ефимов, М. Ю. Сорокин, А. А. Павловский // Автоматизация процессов управления. – 2012. – №2 (28). – С. 23–27.

.....

Дубинина Мария Михайловна, магистр кафедры «Измерительно-вычислительные комплексы» Ульяновского государственного технического университета, инженер расчётно-теоретического отдела ОАО «Ульяновское конструкторское бюро приборостроения».

Сорокин Михаил Юрьевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Измерительно-

вычислительные комплексы» Ульяновского государственного технического университета, начальник расчётно-теоретического отдела ОАО «Ульяновское конструкторское бюро приборостроения».

УДК 681.586

А. В. ТИХОНЕНКОВ, Д. А. СОЛУЯНОВ

КОМПЕНСАЦИЯ МУЛЬТИПЛИКАТИВНОЙ ТЕМПЕРАТУРНОЙ ПОГРЕШНОСТИ ТЕНЗОРЕЗИСТОРНЫХ ДАТЧИКОВ

Рассматривается схемный способ компенсации мультипликативной температурной погрешности тензорезисторных датчиков с учётом положительной нелинейности температурной характеристики девиации выходного сигнала.

Ключевые слова: компенсация, мостовая схема, мультипликативная погрешность, нелинейность, температура.

Современные системы контроля и управления в различных отраслях промышленности предъявляют высокие требования к точности и стабильности средств измерения.

Большое распространение в данной области получили тензорезисторные датчики. Одним из наиболее мощных дестабилизирующих факторов тензодатчиков является температура. Компенсация температурной погрешности является одной из приоритетных задач при разработке и изготовлении тензорезисторных датчиков.

В настоящее время предложены способы компенсации температурной погрешности, которые позволяют учесть нелинейность температурной характеристики девиации выходного сигнала (НТХДВС) датчика благодаря использованию микропроцессоров и микроконтроллеров. Один из них основан на использовании двух каналов: информационного и температурного [1]. Для подобного решения характерны следующие недостатки:

© Тихоненков В. А., Солуянов Д. А., 2013

1) усложнение измерительной схемы из-за наличия двух измерительных каналов;

2) высокие требования к точности и стабильности канала измерения температуры;

3) разница между среднеинтегральной температурой тензорезисторов измерительного канала и температурой, воспринимаемой вторым каналом, может составлять десятки градусов;

4) значительная температурная погрешность при нестационарных тепловых режимах эксплуатации из-за разности температур измерительного и температурного канала;

5) уменьшение частотного диапазона измеряемого физического параметра, которое вызвано необходимой цифровой обработкой измерительной информации.

В другом способе мостовую цепь используют в качестве дополнительного канала, измеряющего температуру [2]. Подобное решение устраняет дополнительную температурную погреш-

ность, вызванную нестационарным тепловым режимом, но не решает вопрос возникновения температурной погрешности. В этом случае селективность датчика к измеряемой физической величине приводит к уменьшению чувствительности дополнительного канала к температуре на 1–2 порядка по сравнению с предыдущим случаем. В результате снижается нижний порог чувствительности температурного канала, что не позволяет получить требуемую точность компенсации температурной погрешности.

Существующие схемные способы компенсации температурной погрешности лишены данных недостатков, но не позволяют учесть НТХДВС датчика в рабочем диапазоне температур. По этой причине ведётся разработка схемных способов, которые позволят учесть нелинейность температурной характеристики датчика.

В [3] предлагается схемный способ компенсации мультипликативной температурной погрешности с учётом отрицательной НТХДВС датчика микроэлектронного исполнения. Способ заключается во включении в выходную диагональ мостовой цепи термозависимого резистора $R_{a_{вых}}$, зашунтированного термозависимым резистором $R_{o_{вых}}$, при работе датчика на низкоомную нагрузку R_n ($R_n \leq 2 \cdot R_{o_{вых}}$, где $R_{o_{вых}}$ – выходное сопротивление мостовой цепи). Область применения данного способа определяется системой:

$$\begin{cases} \alpha_{\partial o}^+ > 0,325 \cdot \alpha_{o_{вых}}^+ + 0,05 \cdot 10^{-4} \text{ 1/}^\circ\text{C}; \\ \Delta \alpha_{\partial o} = \alpha_{\partial o}^+ - \alpha_{\partial o}^- \leq -2,0 \cdot 10^{-6} \text{ 1/}^\circ\text{C}, \end{cases} \quad (1)$$

где $\alpha_{\partial o}^+$ – ТКЧ мостовой цепи при температуре t^+ , соответствующей верхнему пределу рабочего диапазона температур;

$\alpha_{\partial o}^-$ – ТКЧ мостовой цепи при температуре t^- , соответствующей нижнему пределу рабочего диапазона температур.

Как видно из (1), разработанный схемный способ компенсации мультипликативной температурной погрешности позволяет учесть только отрицательную НТХДВС. По этой причине был

разработан схемный способ компенсации мультипликативной температурной погрешности с учётом положительной НТХДВС.

Как показано в [3], нелинейность ТКЧ мостовой цепи включает в себя две составляющие:

1) нелинейность, вносимая тензорезисторами, установленными на упругом элементе, которая может принимать как отрицательное, так и положительное значение;

2) нелинейность, вносимая измерительной схемой, которая всегда является отрицательной при использовании мостовой цепи.

В соответствии с пунктом 2 можно произвести компенсацию мультипликативной температурной погрешности с учётом НТХДВС в два этапа:

1) преобразовать положительную НТХДВС в отрицательную;

2) произвести компенсацию с учётом полученной отрицательной НТХДВС путём включения резисторов в выходную диагональ мостовой цепи в соответствии со способом, описанным в [3].

Рассмотрим подробнее преобразование положительной НТХДВС в отрицательную. Для этого в диагональ питания мостовой цепи следует включить термозависимый резистор $R_{a_{вх}}$. Выходное напряжение мостовой цепи после включения термозависимого резистора $R_{a_{вх}}$ при воздействии температуры определяется выражением:

$$U_{\text{выхт}} = U_{\text{num}} \frac{k}{(k+1)^2} \cdot \frac{R_{\text{вх}} (1 + \alpha_{\text{вх}} \Delta t) (1 + \alpha_o \Delta t)}{R_{\text{вх}} (1 + \alpha_{\text{вх}} \Delta t) + R_{\text{аех}} (1 + \alpha_{\text{к}} \Delta t)} \sum_{i=1}^4 \varepsilon_i, \quad (2)$$

где $U_{\text{выхт}}$ – выходное напряжение мостовой цепи при воздействии температуры;

U_{num} – напряжение питания мостовой цепи;

$k = R_1 / R_2 = R_3 / R_4$ – коэффициент симметрии мостовой цепи;

$R_{\text{вх}}$ – входное сопротивление мостовой цепи датчика;

$\alpha_{\text{вх}}$ – ТКС входного сопротивления;

$\Delta t = t - t_0$ – изменение температуры;

α_o – ТКЧ тензорезисторов;

$R_{авх}$ – номинал термозависимого резистора, включённого в цепь питания;

α_k – ТКС термозависимого резистора $R_{авх}$;

t – воздействующая температура;

t_0 – нормальная температура.

Анализ зависимости (2) позволяет сделать следующие выводы:

1) После включения резистора $R_{авх}$ у зависимости напряжения питания от температуры будет составляющая, обратно пропорциональная росту температуры, что приведёт к смещению зависимости НТХДВС в сторону отрицательных значений.

2) С уменьшением ТКС входного сопротивления влияние термозависимого резистора $R_{авх}$ на отрицательную составляющую НТХДВС возрастает, числитель выражения (2) меньше увеличивается при воздействии температуры, что увеличивает смещение НТХДВС в область отрицательных значений. Таким образом, уменьшение ТКС входного сопротивления расширяет область преобразования положительной НТХДВС в отрицательную путём включения термозависимого резистора $R_{авх}$.

Для уменьшения ТКС входного сопротивления следует произвести шунтирование входного сопротивления термозависимым резистором $R_{ш}$, номинал которого должен быть не менее входного сопротивления мостовой цепи. При меньших номиналах $R_{ш}$ существенно уменьшается чувствительность датчика. По этой причине номинал шунта $R_{ш}$ следует брать равным входному сопротивлению мостовой цепи $R_{авх}$, что позволит максимально расширить область преобразования НТХДВС.

Поскольку, в соответствии с (1), включение резисторов $R_{авых}$ и $R_{оных}$ позволяет произвести компенсацию мультипликативной температурной погрешности при $\Delta\alpha_{до} \leq -2,0 \cdot 10^{-6} \text{ 1/}^\circ\text{C}$, то вычисление номинала резистора $R_{авх}$ следует производить исходя из обеспечения равенства:

$$\Delta\alpha_{до} = -2,0 \cdot 10^{-6} \text{ 1/}^\circ\text{C}. \quad (3)$$

Для этого необходимо решить следующее уравнение:

$$\frac{R_{авх} \alpha_o^+ (1 + \alpha_{авх}^+ \Delta t^+) + R_{авх} (\alpha_{авх}^+ + \alpha_o^+ - \alpha_k + \alpha_{авх}^+ \alpha_o^+ \Delta t^+)}{R_{авх} (1 + \alpha_{авх}^+ \Delta t^+) + R_{авх} (1 + \alpha_k \Delta t^+)} - \frac{R_{авх} \alpha_o^- (1 + \alpha_{авх}^- \Delta t^-) + R_{авх} (\alpha_{авх}^- + \alpha_o^- - \alpha_k + \alpha_{авх}^- \alpha_o^- \Delta t^-)}{R_{авх} (1 + \alpha_{авх}^- \Delta t^-) + R_{авх} (1 + \alpha_k \Delta t^-)} = -2,0 \cdot 10^{-6} \text{ 1/}^\circ\text{C}, \quad (4)$$

где $\alpha_{авх}^-$ – ТКС входного сопротивления мостовой цепи при температуре t^- ;

α_k^+ – ТКС резистора $R_{авх}$ при температуре t^+ ;

α_k^- – ТКС резистора $R_{авх}$ при температуре t^- .

На основе численных экспериментов было установлено, что область преобразования НТХДВС в отрицательную ограничена. На рис. 1 представлена зависимость области преобразования НТХДВС от ТКС тензорезисторов, ТКС входного сопротивления при различных значениях.

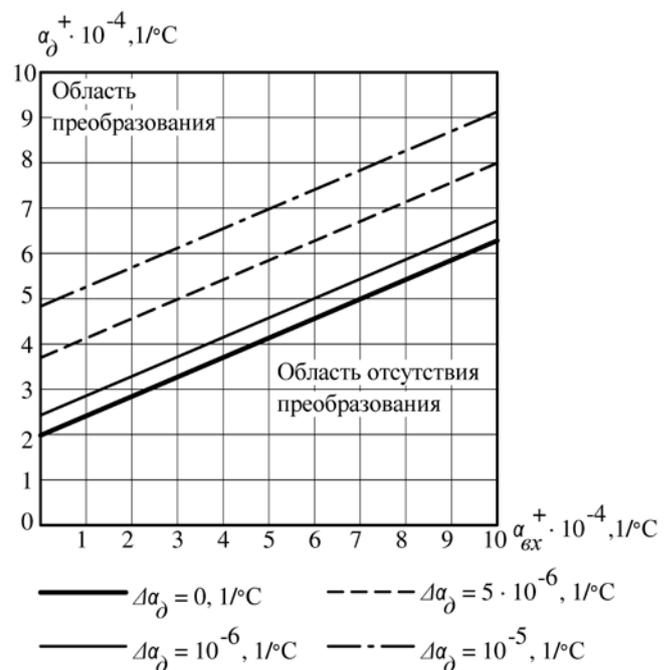


Рис. 1. Область преобразования положительной НТХДВС в отрицательную

При принадлежности α_o^+ и $\Delta\alpha_{до}$ области преобразования, представленной на рис. 1, возможно преобразование положительной НТХДВС в отрицательную путём включения резисторов $R_{авх}$ и $R_{ш}$ в диагональ питания мостовой цепи. Если после включения резисторов $R_{авх}$, $R_{ш}$ параметры $\alpha_{до}^+$ и $\Delta\alpha_{до}$ удовлетворяют системе (1), то возможна

компенсация мультипликативной температурной погрешности путём включения резисторов $R_{авых}$ и $R_{оывых}$ при работе датчика на нагрузку $R_n \leq 2 \cdot R_{вых}$. Результирующая схема включения компенсационных резисторов представлена на рисунке 2.

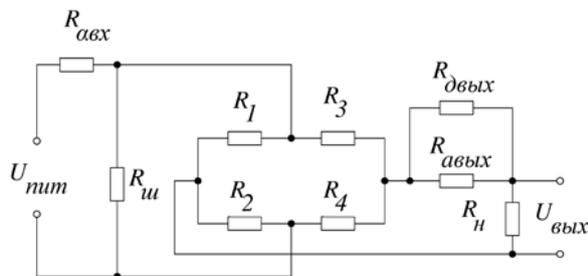


Рис. 2. Схема включения компенсационных резисторов

На основе численных экспериментов было установлено, что погрешность после компенсации мультипликативной температурной погрешности рассмотренным способом при положительной НТХДВС не превышает 0,01 %. Погрешность компенсации зависит только от точности изготовления компенсационных резисторов и точности определения физических характеристик тензорезисторов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пат. 2304762 Российская Федерация, МПК G01L9/04 Способ и устройство измерения давления / В. И. Садовников, А. Н. Кононов, А. Я. Аникин, В. А. Ларионов, А. Л. Шестаков;

заявитель и патентообладатель Южно-Уральский государственный университет. – №2006110266/28; заявл. 20.08.2007; опубл. 20.08.2007, Бюл. №23.

2. Дружинин, А. А. Многофункциональный датчик давления и температуры на основе твёрдых растворов SiGe [текст]/ А. А. Дружинин, И. П. Островский, С. Н. Матвиенко, А. М. Вуйчик// Технология и конструирование в электронной аппаратуре. – 2005. – №6. – С. 24–26.

3. Пат. 2443973 Российская Федерация, МПК G 01 В 7 / 16 Способ настройки тензорезисторных датчиков с мостовой измерительной цепью по мультипликативной температурной погрешности с учётом нелинейности температурной характеристики выходного сигнала датчика / В. А. Тихоненков, Л. Н. Винокуров; заявитель и патентообладатель Ульяновский государственный технический университет. – № 2010142328/28; заявл. 15.10.2010; опубл. 27.02.2012, Бюл. №6.

.....

Тихоненков Владимир Андреевич, кандидат технических наук, профессор кафедры «Измерительно-вычислительные комплексы» УлГТУ.

Солуянов Денис Александрович, аспирант кафедры «Измерительно-вычислительные комплексы» УлГТУ.

В. И. ЛЕВИН

УПРОЩЁННЫЙ ПОДХОД К ОПТИМИЗАЦИИ В УСЛОВИЯХ ИНТЕРВАЛЬНОЙ НЕОПРЕДЕЛЁННОСТИ

Построена методика условной оптимизации при интервальной неопределённости параметров целевой функции и ограничений, отличающаяся тем, что интервальная задача сводится к одной, а не к двум задачам оптимизации с точно известными параметрами.

Ключевые слова: интервальная математика, метод детерминизации, система, неопределённость, оптимизация, упрощённый подход

1. Введение

В настоящее время существует множество различных методов решения задач оптимизации, как универсальных, решающих задачи различных классов, так и специализированных, рассчитанных лишь на решение отдельных узких классов задач [1–6]. Все эти методы, однако, применимы только к оптимизации точно известных (детерминированных) функций. Но в практических задачах оптимизируемые функции часто задаются не точно, а с некоторой степенью неопределённости (т. е. недетерминированы). Существует несколько основных подходов к нахождению оптимума таких функций, все они имеют свои достоинства и недостатки [7]. В работах автора [8–12] был предложен детерминизационный подход к оптимизации неполностью определённых функций. Этот подход принципиально отличен от уже известных, упомянутых выше, тем что: 1) оптимизация неполностью определённой функции проводится с учётом всего множества возможных значений её недетерминированных параметров; 2) для произвольной функции \tilde{f} , неопределённость которой связана с неопределённостью её параметров, задаваемых лишь с точностью до интервалов их возможных значений, нахождение оптимума сводится к нахождению одноимённых оптимумов двух полученных из \tilde{f} детерминированных функций.

Таким образом, важным преимуществом детерминизационного подхода является то, что для нахождения оптимума неполностью определённых (недетерминированных) функций становится возможным применять хорошо известные и эффективные методы нахождения оптимума полностью определённых (т. е. детерминированных) функций. Однако недостаток предлагаемого подхода заключается в том, что вместо решения одной исходной недетерминированной задачи оптимизации нужно решать две полученные из неё одноимённые детерминированные задачи оптимизации.

Настоящая работа показывает, что для некоторого, достаточно широкого класса неполностью определённых функций \tilde{f} детерминизационный подход позволяет свести оптимизацию любой функции этого класса \tilde{f} к нахождению соответствующего оптимума всего лишь одной полученной из \tilde{f} детерминированной функции. Тем самым частично снимается указанный выше недостаток детерминизационного подхода. В данной работе мы опираемся на последнее, наиболее общее описание детерминизационного подхода [13]. Кроме того, использованы новые публикации по теме статьи [14]–[18].

2. Постановка задачи

Рассмотрим задачу условной оптимизации неполностью определённой функции, параметры которой заданы лишь с точностью до интервалов возможных значений [8]. Пусть задана произвольная непрерывная функция n переменных

$$y = F(x_1, \dots, x_n) . \quad (1)$$

Далее, пусть эта заданная функция существует в некоторой области, определяемой следующей системой ограничений-неравенств:

$$\Phi_i(x_1, \dots, x_n) \leq b_i, \quad i = \overline{1, m} \}, \quad (2)$$

причём все параметры (коэффициенты) явного представления функции известны точно. Тогда для функции (1) можно сформулировать такую полностью определённую задачу условной оптимизации

$$\left. \begin{array}{l} F(x_1, \dots, x_n) = \max \\ \text{при } \Phi_i(x_1, \dots, x_n) \leq b_i, \quad i = \overline{1, m} \end{array} \right\} . \quad (3)$$

Сегодня известно много различных методов эффективного решения задач типа (3), привязывающихся к типам функций F и $\Phi_i, i = \overline{1, m}$.

Пусть теперь параметры $p_k, k = \overline{1, l}$ явного представления целевой функции F известны не точно, а в виде интервалов возможных значений $\tilde{p}_k = [p_{k1}, p_{k2}], k = \overline{1, l}$. Аналогичным образом пусть неточно заданы параметры q_s явного представления функций Φ_i в левых частях ограничений и параметры b_i в их правых частях: $\tilde{q}_{si} = [q_{si1}, q_{si2}], s = \overline{1, t}, \tilde{b}_i = [b_{i1}, b_{i2}], i = \overline{1, m}$. Тогда функции F и $\Phi_i, i = \overline{1, m}$, становятся функциями-интервалами вида $\tilde{F} = [F_1, F_2], \tilde{\Phi}_i = [\Phi_{i1}, \Phi_{i2}], i = \overline{1, m}$, определяемыми с точностью до интервалов своих возможных значений, равно как и параметры $b_i, i = \overline{1, m}$, принимающие вид интервалов $\tilde{b}_i = [b_{i1}, b_{i2}], i = \overline{1, m}$. В результате полностью определённая задача условной оптимизации (3) переходит в неполностью определённую (интервальную) задачу условной оптимизации

$$\left. \begin{array}{l} \tilde{F}(x_1, \dots, x_n) = \max \\ \text{при } \tilde{\Phi}_i(x_1, \dots, x_n) \leq \tilde{b}_i, \quad i = \overline{1, m} \end{array} \right\} . \quad (4)$$

Требуется построить усовершенствованную методику решения оптимизационной задачи (4), отличающуюся от прежней, более сложной методики [13] тем, что решение задачи (4) сводится к решению не двух, как раньше, а лишь одной полностью определённой задачи условной оптимизации (3).

3. Усовершенствованная математика сравнения интервалов

Для построения усовершенствованной методики решения оптимизационной задачи (4) нам потребуются усовершенствованная математика сравнения интервалов. В свою очередь, для построения усовершенствованной математики сравнения интервалов, которая позволяет решить поставленную в п. 2 задачу, нам потребуются сведения из разработанной ранее обычной математики сравнения интервалов [13].

Рассмотрим два интервала $\tilde{a} = [a_1, a_2]$ и $\tilde{b} = [b_1, b_2]$. Сравним интервалы по величине, рассматривая их как интервальные числа. Реализуем сравнение на теоретико-множественном уровне, т. е. рассматривая интервалы как множества, не подлежащие дальнейшему дроблению. Поэтому операции взятия максимума \vee и минимума \wedge интервалов \tilde{a} и \tilde{b} введём в виде теоретико-множественных конструкций

$$\tilde{a} \vee \tilde{b} = \{a \vee b \mid a \in \tilde{a}, b \in \tilde{b}\}, \quad \tilde{a} \wedge \tilde{b} = \{a \wedge b \mid a \in \tilde{a}, b \in \tilde{b}\} . \quad (5)$$

Операции \vee, \wedge (5), существуют всегда, т. е. для любой пары интервалов $\{\tilde{a}, \tilde{b}\}$. Чтобы пару $\{\tilde{a}, \tilde{b}\}$ можно было сравнить по величине, установив отношения между ними ($\tilde{a} \geq \tilde{b}$ или $\tilde{a} \leq \tilde{b}$), нужно, чтобы: 1) операции \vee, \wedge над интервалами давали своим результатом один из операндов: \tilde{a} или \tilde{b} ; 2) операции \vee и \wedge были согласованы, т. е. была справедлива эквивалентность: $(\tilde{a} \vee \tilde{b} = \tilde{a}) \Leftrightarrow (\tilde{a} \wedge \tilde{b} = \tilde{b})$. При этом условие 2 выполняется всегда (т. е. для любой пары $\{\tilde{a}, \tilde{b}\}$), а условие 1 – не всегда, поэтому не любые два интервала \tilde{a}, \tilde{b} сравнимы.

Теорема 1. Для того чтобы интервалы $\tilde{a} = [a_1, a_2]$ и $\tilde{b} = [b_1, b_2]$ были сравнимы по величине и находились между собой в отношении $\tilde{a} \geq \tilde{b}$, необходимо и достаточно, чтобы одноимённые границы интервалов удовлетворяли условиям

$$a_1 \geq b_1, \quad a_2 \geq b_2, \quad (6)$$

а для того, чтобы они были сравнимы по величине и находились в противоположном отношении $\tilde{a} \leq \tilde{b}$, необходимо и достаточно выполнения условий

$$a_1 \leq b_1, \quad a_2 \leq b_2. \quad (7)$$

Итак, теорема 1 сводит сравнение двух интервалов и выбор большего или меньшего из них к простой задаче сравнения двух одноимённых границ интервалов, являющихся вещественными числами. При этом оказывается, что интервалы \tilde{a} и \tilde{b} находятся в отношении $\tilde{a} \geq \tilde{b}$, когда интервал \tilde{a} является сдвинутым обеими своими границами вправо относительно интервала \tilde{b} , и в отношении $\tilde{a} \leq \tilde{b}$, когда \tilde{a} аналогично сдвинут обеими границами влево относительно \tilde{b} .

Теорема 2. Для того чтобы интервалы $\tilde{a} = [a_1, a_2]$ и $\tilde{b} = [b_1, b_2]$ были не сравнимы, т. е. не находились в отношениях $\tilde{a} \geq \tilde{b}$ либо $\tilde{a} \leq \tilde{b}$, необходимо и достаточно, чтобы выполнялись условия

$$(a_1 < b_1, a_2 > b_2) \text{ или } (b_1 < a_1, b_2 > a_2). \quad (8)$$

Итак, теорема 2 показывает, что интервалы \tilde{a} и \tilde{b} не сравнимы по величине только в случае, когда один из интервалов «накрывает» другой. Из теоремы 1 вытекают следующие теоремы 3, 4.

Теорема 3. Для того чтобы существовал максимальный интервал в некоторой системе интервалов $\tilde{a}(1) = [a_1(1), a_2(1)]$, $\tilde{a}(2) = [a_1(2), a_2(2)]$, $\tilde{a}(3) = [a_1(3), a_2(3)]$,... (т. е. находящийся в отношении \geq со всеми остальными интервалами) и этим интервалом был $\tilde{a}(1)$, необходимо и достаточно, чтобы его границы были расположены относительно одноимённых границ остальных интервалов таким образом:

$$a_1(1) \geq a_1(2), a_1(1) \geq a_1(3), \dots; \quad a_2(1) \geq a_2(2), a_2(1) \geq a_2(3), \dots \quad (9)$$

или, в сокращённом виде,

$$a_1(1) \geq \max\{a_1(2), a_1(3), \dots\}; \quad a_2(1) \geq \max\{a_2(2), a_2(3), \dots\}.$$

Теорема 4. Для того чтобы существовал минимальный интервал в некоторой системе интервалов $\tilde{a}(1) = [a_1(1), a_2(1)]$, $\tilde{a}(2) = [a_1(2), a_2(2)]$, $\tilde{a}(3) = [a_1(3), a_2(3)]$,... (т. е. находящийся в отношении \leq со всеми остальными интервалами) и этим интервалом был $\tilde{a}(1)$, необходимо и достаточно, чтобы его границы были расположены относительно одноимённых границ остальных интервалов так:

$$a_1(1) \leq a_1(2), a_1(1) \leq a_1(3), \dots; \quad a_2(1) \leq a_2(2), a_2(1) \leq a_2(3), \dots \quad (10)$$

или, в сокращённом виде,

$$a_1(1) \leq \min\{a_1(2), a_1(3), \dots\}; \quad a_2(1) \leq \min\{a_2(2), a_2(3), \dots\}.$$

Из теорем 3 и 4 понятно, что интервал является максимальным (минимальным) в системе интервалов только если максимальны (минимальны) его нижняя граница – среди нижних границ всех интервалов и верхняя граница – среди верхних границ всех интервалов.

Теперь можно перейти к построению усовершенствованной математики сравнения интервалов, при этом будем рассматривать лишь множества интервалов, сравнимых между собой по величине в указанном выше (теорема 1) смысле.

В соответствии с поставленной в п. 2 задачей оптимизации нам необходимо попытаться свести сравнение интервалов по двум параметрам – нижней и верхней границам, согласно теореме 1, к сравнению интервалов по их какому-нибудь подходящему одному параметру. Базовый результат в этом направлении исследований интервальных чисел содержит нижеследующая теорема 5.

Теорема 5. Пусть $\tilde{a} = [a_1, a_2]$ и $\tilde{b} = [b_1, b_2]$ – сравнимые по величине (в смысле теоремы 1) интервалы, а $M(\tilde{a}) = (a_1 + a_2)/2$, $M(\tilde{b}) = (b_1 + b_2)/2$ – центры этих интервалов. Тогда, очевидно, справедливы следующие две эквивалентности:

$$(\tilde{a} \geq \tilde{b}) \Leftrightarrow (M(\tilde{a}) \geq M(\tilde{b})), \quad (\tilde{a} \leq \tilde{b}) \Leftrightarrow (M(\tilde{a}) \leq M(\tilde{b})). \quad (11)$$

Доказательство. Докажем первую из эквивалентностей (11). Учитывая результат теоремы 1, имеем следующую цепочку преобразований:

$$\tilde{a} \geq \tilde{b} \Rightarrow a_1 \geq b_1, a_2 \geq b_2 \Rightarrow a_1 + a_2 \geq b_1 + b_2 \Rightarrow (a_1 + a_2)/2 \geq (b_1 + b_2)/2 \Rightarrow M(\tilde{a}) \geq M(\tilde{b});$$

затем, с учётом того, что для сравнимых интервалов \tilde{a} и \tilde{b} по теореме 1 справедливо $a_1 \geq b_1, a_2 \geq b_2$ либо $a_1 \leq b_1, a_2 \leq b_2$, получаем

$$M(\tilde{a}) \geq M(\tilde{b}) \Rightarrow (a_1 + a_2)/2 \geq (b_1 + b_2)/2 \Rightarrow a_1 + a_2 \geq b_1 + b_2 \Rightarrow a_1 \geq b_1, a_2 \geq b_2 \Rightarrow \tilde{a} \geq \tilde{b},$$

что и требовалось доказать. Вторая эквивалентность формулы (11), в которой стоит знак \leq , доказывается аналогичным образом.

Результат теоремы 5 показывает, что сравнение интервалов (с последующим нахождением большего или меньшего интервала) по двум параметрам – нижней и верхней границам, как это предписывается теоремой 1, можно свести к сравнению их по одному параметру – центру интервала. Однако здесь необходимо отметить, что теорема 5 неверна для не сравнимых по величине интервалов, для которых из того или иного соотношения между центрами двух интервалов не вытекает никакого соотношения между величинами этих интервалов.

Пример 1. Рассмотрим три интервала: $\tilde{a} = [1, 11]$, $\tilde{b} = [2, 4]$ и $\tilde{c} = [8, 10]$. Сравним отношения между интервалами с отношениями их центров: $M(\tilde{a}) = (1+11)/2 = 6$, $M(\tilde{b}) = (2+4)/2 = 3$, $M(\tilde{c}) = (8+10)/2 = 9$. Таким образом, в данном случае, отношения между центрами интервалов

$$M(\tilde{b}) < M(\tilde{a}) < M(\tilde{c}).$$

Но при дальнейшем рассмотрении значений верхней и нижней границ данных интервалов видим, что интервал \tilde{a} покрывает как интервал \tilde{b} , так и интервал \tilde{c} , так что \tilde{a} не сравним ни с \tilde{b} , ни с \tilde{c} . Следовательно, приведённые отношения между точными числами – центром $M(\tilde{a})$ интервала \tilde{a} и центрами $M(\tilde{b})$, $M(\tilde{c})$ соответственно интервалов \tilde{b} и \tilde{c} ничего не говорят об отношении самого интервала \tilde{a} с интервалами \tilde{b} и \tilde{c} . Однако сами интервалы \tilde{b} и \tilde{c} в соответствии с теоремой 1 сравнимы по своей величине. Поэтому отношение величин этих двух интервалов и отношение их центров эквивалентны в смысле (11), т. е. имеем

$$(\tilde{b} \leq \tilde{c}) \Leftrightarrow (M(\tilde{b}) \leq M(\tilde{c})).$$

Этот пример наглядно показывает, что теорему 5 возможно применять только в случае сравнимости интервалов по теореме 1. Из теоремы 5 вытекают следующие теоремы 6 и 7.

Теорема 6. Для того чтобы в некоторой системе из n попарно сравнимых между собой интервалов вида $\tilde{a}(1) = [a_1(1), a_2(1)]$, $\tilde{a}(2) = [a_1(2), a_2(2)]$, $\tilde{a}(3) = [a_1(3), a_2(3)]$, ..., $\tilde{a}(n) = [a_1(n), a_2(n)]$ существовал мак-

симальный интервал (находящийся со всеми остальными $n - 1$ интервалами в отношении \geq) и этим интервалом был $\tilde{a}(1)$, необходимо и достаточно, чтобы центр $M[\tilde{a}(1)]$ этого интервала был расположен относительно центров $M[\tilde{a}(2)], \dots, M[\tilde{a}(n)]$ остальных интервалов согласно условиям

$$M[\tilde{a}(1)] \geq M[\tilde{a}(2)], M[\tilde{a}(1)] \geq M[\tilde{a}(3)], \dots, M[\tilde{a}(1)] \geq M[\tilde{a}(n)], \quad (12)$$

или, в сокращённом виде,

$$M[\tilde{a}(1)] \geq \max \{M[\tilde{a}(2)], M[\tilde{a}(3)], \dots, M[\tilde{a}(n)]\}.$$

Теорема 7. Для того чтобы в некоторой системе из n попарно сравнимых между собой интервалов вида $\tilde{a}(1) = [a_1(1), a_2(1)]$, $\tilde{a}(2) = [a_1(2), a_2(2)]$, $\tilde{a}(3) = [a_1(3), a_2(3)]$, ..., $\tilde{a}(n) = [a_1(n), a_2(n)]$ существовал минимальный интервал (находящийся со всеми остальными $n - 1$ интервалами в отношении \leq) и этим интервалом был $\tilde{a}(1)$, необходимо и достаточно, чтобы центр $M[\tilde{a}(1)]$ этого интервала был расположен относительно центров $M[\tilde{a}(2)], \dots, M[\tilde{a}(n)]$ остальных интервалов согласно условиям

$$M[\tilde{a}(1)] \leq M[\tilde{a}(2)], M[\tilde{a}(1)] \leq M[\tilde{a}(3)], \dots, M[\tilde{a}(1)] \leq M[\tilde{a}(n)], \quad (13)$$

или, в сокращённом виде,

$$M[\tilde{a}(1)] \leq \min \{M[\tilde{a}(2)], M[\tilde{a}(3)], \dots, M[\tilde{a}(n)]\}.$$

Из теорем 6 и 7 хорошо видно, что интервал является максимальным (минимальным) среди имеющихся попарно сравнимых интервалов только если его центр является максимальным (минимальным) среди центров всех имеющихся интервалов. Это открывает возможность упрощённого нахождения максимального (минимального) интервала путём замены интервалов их центрами и нахождения максимального (минимального) центра.

Однако, согласно теоремам 6, 7, для того чтобы в системе интервалов максимальный (минимальный) интервал совпадал с тем интервалом, который имеет максимальный (минимальный) центр, приходится выдвигать дополнительное требование к указанной системе – попарная сравнимость всех интервалов. Если это не выполнено, то теоремы 6, 7 могут оказаться не пригодны для нахождения максимального (минимального) интервала.

Пример 2. Рассмотрим снова интервалы из примера 1: $\tilde{a} = [1, 11]$, $\tilde{b} = [2, 4]$, $\tilde{c} = [8, 10]$ и найдём максимальный и минимальный интервалы. В примере 1 было показано, что отношение между центрами интервалов имеет вид цепочки неравенств $M(\tilde{b}) < M(\tilde{a}) < M(\tilde{c})$. Таким образом, если бы теоремы 6, 7 были здесь применимы, то максимальным и минимальным были бы соответственно \tilde{c} и \tilde{b} . Однако в том же самом примере 1 было выяснено, что из трёх имеющихся интервалов $\tilde{a}, \tilde{b}, \tilde{c}$ сравнима по величине лишь пара интервалов \tilde{b}, \tilde{c} , причём $\tilde{b} \leq \tilde{c}$. Так что теоремы 6 и 7 здесь не применимы. Поэтому будем искать максимальный и минимальный из интервалов $\tilde{a}, \tilde{b}, \tilde{c}$ перебором. Проверим сначала интервал \tilde{a} . Согласно теореме 2 этот интервал не сравним ни с \tilde{b} , ни с \tilde{c} (накрывает их). Поэтому он не является ни максимальным, ни минимальным из интервалов $\tilde{a}, \tilde{b}, \tilde{c}$. Проверим теперь интервал \tilde{b} . Согласно теореме 1 он сравним с \tilde{c} , однако, с другой стороны, по теореме 2 он не сравним с \tilde{a} . Так что интервал \tilde{b} также не является ни максимальным, ни минимальным среди $\tilde{a}, \tilde{b}, \tilde{c}$. Аналогично находим, что и \tilde{c} не является ни максимальным, ни минимальным из интервалов $\tilde{a}, \tilde{b}, \tilde{c}$. Итог: заданная система интервалов $\tilde{a}, \tilde{b}, \tilde{c}$ не имеет ни максимального, ни минимального интервала. При этом система центров этих интервалов $M(\tilde{a}), M(\tilde{b}), M(\tilde{c})$ имеет и максимум, и минимум: $M_{\max} = M(\tilde{c})$, $M_{\min} = M(\tilde{b})$.

Этот пример наглядно показывает, что распространённая на практике методика решения задач оптимизации в условиях неопределённости путём замены интервалов возможных значений параметров задачи их центрами в общем случае необоснована и может привести не просто к неверному числово-

му результату, но и к результату, не имеющему отношения к исходной задаче. Например, можно получить конкретное числовое решение для задачи, которая теоретически при данных условиях вообще не имеет решений. Но теоремы 6, 7 могут быть существенно обобщены путём замены содержащегося в них требования попарной сравнимости всех имеющихся интервалов более слабым требованием сравнимости одного – «подозреваемого» в экстремальности интервала – с остальными интервалами. В итоге получаем теоремы 8 и 9.

Теорема 8. Для того чтобы существовал максимальный интервал в некоторой системе n интервалов $\tilde{a}(1)=[a_1(1), a_2(1)]$, $\tilde{a}(2)=[a_1(2), a_2(2)]$, ..., $\tilde{a}(n)=[a_1(n), a_2(n)]$ и им был интервал $\tilde{a}(1)$, необходимо и достаточно, чтобы этот интервал был сравним со всеми остальными интервалами $\tilde{a}(2), \dots, \tilde{a}(n)$ этой системы и, кроме того, центр интервала $M[\tilde{a}(1)]$ был расположен относительно центров всех остальных интервалов $M[\tilde{a}(2)], \dots, M[\tilde{a}(n)]$ системы согласно условиям (12).

Теорема 9. Для того чтобы существовал минимальный интервал в некоторой системе n интервалов $\tilde{a}(1)=[a_1(1), a_2(1)]$, $\tilde{a}(2)=[a_1(2), a_2(2)]$, ..., $\tilde{a}(n)=[a_1(n), a_2(n)]$ и им был интервал $\tilde{a}(1)$, необходимо и достаточно, чтобы этот интервал был сравним со всеми остальными интервалами $\tilde{a}(2), \dots, \tilde{a}(n)$ этой системы и, кроме того, центр интервала $M[\tilde{a}(1)]$ был расположен относительно центров всех остальных интервалов $M[\tilde{a}(2)], \dots, M[\tilde{a}(n)]$ системы согласно условиям (13).

Из теорем 8 и 9 видно, что интервал является максимальным (минимальным) среди интервалов, только если он сравним со всеми остальными интервалами, а его центр является максимальным (минимальным) среди центров имеющихся интервалов. Таким образом, использование при отыскании оптимального интервала теорем 8 и 9 вместо теорем 6 и 7 позволяет уменьшить число требуемых сравнимых интервалов с C_n^2 до $n-1$, т. е. в $n/2$ раз.

Приведённые теоремы 8, 9 дополняются следующими теоремой 10, дающей необходимое условие существования оптимального (максимального или минимального) интервала, и теоремой 11, устанавливающей необходимое и достаточное условие существования оптимального интервала.

Теорема 10. Для того чтобы в системе n интервалов существовал оптимальный интервал, необходимо наличие в системе хотя бы одного интервала, сравнимого со всеми остальными интервалами.

Теорема 11. Для того чтобы в системе n интервалов существовал максимальный интервал, необходимо и достаточно, чтобы в указанной системе имелся хотя бы один интервал, сравнимый со всеми остальными интервалами и являющийся большим в каждом из таких сравнений, а для существования минимального интервала необходимо и достаточно, чтобы в ней имелся хотя бы один интервал, сравнимый со всеми остальными интервалами и являющийся меньшим в каждом из таких сравнений.

Доказательства теорем 10 и 11 вытекают непосредственно из понятия сравнимости двух интервалов, введённого выше в этой статье.

На базе теорем 10, 11 строится следующий очевидный алгоритм отыскания максимального \tilde{a}_{\max} или минимального \tilde{a}_{\min} интервала в заданной системе интервалов $A = \{\tilde{a}(1), \tilde{a}(2), \dots, \tilde{a}(n)\}$ (ниже приведён только алгоритм отыскания \tilde{a}_{\max} ; алгоритм отыскания \tilde{a}_{\min} аналогичен).

Шаг 1. Сравниваем $\tilde{a}(1)$ со всеми остальными интервалами системы $\tilde{a}(2), \dots, \tilde{a}(n)$. Если он сравним с $\tilde{a}(2), \dots, \tilde{a}(n)$ и $\tilde{a}(1) \geq \tilde{a}(2), \dots, \tilde{a}(1) \geq \tilde{a}(n)$, то $\tilde{a}(1)$ есть максимальный интервал \tilde{a}_{\max} . **Конец процедуры.** В противном случае переход к шагу 2. **Шаг 2.** Сравниваем $\tilde{a}(2)$ со всеми остальными интервалами системы $\tilde{a}(1), \tilde{a}(3), \dots, \tilde{a}(n)$. Если он сравним с $\tilde{a}(1), \tilde{a}(3), \dots, \tilde{a}(n)$, причём $\tilde{a}(2) \geq \tilde{a}(1), \tilde{a}(2) \geq \tilde{a}(3), \dots, \tilde{a}(2) \geq \tilde{a}(n)$, то интервал $\tilde{a}(2)$ – максимальный интервал \tilde{a}_{\max} . **Конец процедуры.** Иначе – переход к шагу 3.

Все последующие шаги алгоритма по содержанию аналогичны описанным двум шагам. В частности, на шаге 3 алгоритма проверяется возможная максимальность интервала $\tilde{a}(3)$, на шаге 4 – возможная максимальность интервала $\tilde{a}(4)$ и т. д. Работа алгоритма останавливается, как только выявлен максимальный интервал \tilde{a}_{\max} . Если же все n шагов алгоритма, т. е. проверка возможной максимальности всех n интервалов, дала отрицательный результат, т. е. не выявила максимального интервала, это означает, что максимума не существует.

Алгоритм может быть существенно упрощён, если интервалы попарно сравнимы. Тогда в соответствии с теоремами 6, 7 алгоритм состоит из двух шагов.

Шаг 1. Все имеющиеся интервалы исходной системы $\tilde{a}(1), \tilde{a}(2), \dots, \tilde{a}(n)$ заменяем их центрами, соответственно, $M[\tilde{a}(1)], M[\tilde{a}(2)], \dots, M[\tilde{a}(n)]$.

Шаг 2. Упорядочиваем числа – координаты $M[\tilde{a}(k)]$, $k = \overline{1, n}$ центров интервалов – по возрастанию: $M[\tilde{a}(k_1)], M[\tilde{a}(k_2)], \dots, M[\tilde{a}(k_n)]$. Тогда интервал $\tilde{a}(k_n)$, имеющий центр с максимальным значением $M[\tilde{a}(k_n)]$, будет максимальным интервалом системы, а интервал $\tilde{a}(k_1)$, имеющий минимальное значение центра $M[\tilde{a}(k_1)]$, будет минимальным интервалом.

4. Усовершенствованная методика решения задачи

В этом разделе вернёмся к решению поставленной в п. 2 интервальной задачи условной оптимизации (4). Выделим 2 случая: 1) интервальные значения $\tilde{F}(x_1, \dots, x_n)$ (4) при различных наборах x_1, \dots, x_n не являются попарно сравнимыми; 2) интервальные значения $\tilde{F}(x_1, \dots, x_n)$ в (4) при различных наборах x_1, \dots, x_n попарно сравнимы. При этом интервальные значения левых и правых частей (4) всегда сравнимы – иначе эти неравенства были бы невозможны.

Рассмотрим первый случай. Здесь неполностью определённая (интервальная) задача условной оптимизации (4) на основании теорем 1 и 3 переходит в следующую эквивалентную ей пару полностью определённых (детерминированных) задач условной оптимизации

$$\left. \begin{aligned} F_1(x_1, \dots, x_n) &= \max \\ \text{при } \Phi_{i1}(x_1, \dots, x_n) &\leq b_{i1}, \quad i = \overline{1, m} \end{aligned} \right\}, \quad (14)$$

$$\left. \begin{aligned} F_2(x_1, \dots, x_n) &= \max \\ \text{при } \Phi_{i2}(x_1, \dots, x_n) &\leq b_{i2}, \quad i = \overline{1, m} \end{aligned} \right\}, \quad (15)$$

где F_1 и F_2 – соответственно нижняя и верхняя граничные целевые функции интервальной целевой функции $\tilde{F} = [F_1, F_2]$ задачи (4), Φ_{i1}, Φ_{i2} – нижняя и верхняя граничные функции в интервальной функции ограничений $\tilde{\Phi}_i = [\Phi_{i1}, \Phi_{i2}]$ оптимизационной задачи (4), b_{i1} и b_{i2} – нижняя и верхняя границы интервальной правой части ограничений задачи (4). Итак, здесь неполностью определённая (интервальная) задача условной оптимизации (4) сводится в итоге к двум полностью определённым (детерминированным) задачам условной оптимизации (14), (15) типа (3), которые, в свою очередь, решаются известными и эффективными методами решения данного типа задач.

Во втором случае в неполностью определённой (интервальной) задаче условной оптимизации (4) на основании теорем 5 и 6 возможно перейти от сравнения интервальных значений функции \tilde{F} (с выбором максимального значения) и интервальных значений функций $\tilde{\Phi}_i$ и параметров \tilde{b}_i к сравнению вещественных чисел – центров M соответствующих интервалов. В итоге неполностью определённая задача (4) переходит в этом случае в эквивалентную ей полностью определённую (детерминированную) задачу условной оптимизации

$$\left. \begin{aligned} M[\tilde{F}(x_1, \dots, x_n)] &= \max \\ M[\tilde{\Phi}_i(x_1, \dots, x_n)] &\leq M(\tilde{b}_i), \quad i = \overline{1, m} \end{aligned} \right\}, \quad (16)$$

или, после подстановки в формулу (16) явных выражений центров M всех имеющихся интервалов через их нижние и верхние границы,

$$\left. \begin{aligned} 0,5[F_1(x_1, \dots, x_n) + F_2(x_1, \dots, x_n)] &= \max \\ 0,5[\Phi_{i1}(x_1, \dots, x_n) + \Phi_{i2}(x_1, \dots, x_n)] &\leq 0,5(b_{i1} + b_{i2}), \quad i = \overline{1, m} \end{aligned} \right\}.$$

Учитывая тот факт, что при умножении функции на постоянную $k \neq 0$, экстремум новой функции будет наблюдаться при тех же значениях аргументов, мы имеем окончательный вид задачи (4) в форме эквивалентной ей полностью определённой (детерминированной) задачи условной оптимизации

$$\left. \begin{aligned} F_1(x_1, \dots, x_n) + F_2(x_1, \dots, x_n) &= \max \\ \Phi_{i1}(x_1, \dots, x_n) + \Phi_{i2}(x_1, \dots, x_n) &\leq b_{i1} + b_{i2}, \quad i = \overline{1, m} \end{aligned} \right\}. \quad (17)$$

В формуле (17) переменные $F_1, F_2, \Phi_{i1}, \Phi_{i2}, b_{i1}, b_{i2}$ имеют тот же самый смысл, что и в выражениях (15), (16). Таким образом, во втором случае неполностью определённая (интервальная) задача условной оптимизации (4) сводится к одной полностью определённой (детерминированной) задаче оптимизации (17) типа (3), которая решается известными и эффективными методами решения данного типа задач.

5. Заключение

Изложенная усовершенствованная методика решения неполностью определённой (интервальной) задачи условной оптимизации вида (4) отличается тем, что вместо решения пары полностью определённых (детерминированных) задач условной оптимизации (14), (15), эквивалентной задаче (4), теперь достаточно решать одну полностью определённую (детерминированную) задачу вида (17), которая также эквивалентна исходной задаче (4).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Юдин, Д. Б. Задачи и методы линейного программирования / Д. Б. Юдин, Е. Г. Гольдштейн. – М. : Советское радио, 1964.
2. Вентцель, Е. С. Введение в исследование операций / Е. С. Вентцель. – М. : Советское радио, 1964.
3. Уайлд, Д. Дж. Методы поиска экстремума / Д. Дж. Уайлд. – М. : Наука, 1967.
4. Корбут, А. А. Дискретное программирование / А. А. Корбут, Ю.Ю. Финкельштейн. – М. : Наука, 1969.
5. Моисеев, Н. Н. Методы оптимизации / Н. Н. Моисеев, Ю. П. Иванилов, Е. М. Столярова. – М. : Наука, 1978.
6. Левин, В. И. Структурно-логические методы исследования сложных систем / В. И. Левин. – М. : Наука, 1987.
7. Вошинин, А. П. Оптимизация в условиях неопределённости / А. П. Вошинин, Г. Р. Сотиров. – М. : Изд-во МЭИ, 1989.
8. Левин, В. И. Дискретная оптимизация в условиях интервальной неопределённости / В. И. Левин // Автоматика и телемеханика. – 1992. – № 7.
9. Левин, В. И. Булево линейное программирование с интервальными коэффициентами / В. И. Левин // Автоматика и телемеханика. – 1994. – № 7.
10. Левин, В. И. Интервальное дискретное программирование / В. И. Левин // Кибернетика и системный анализ. – 1994. – № 6.
11. Левин, В. И. Нелинейная оптимизация в условиях интервальной неопределённости / В. И. Левин // Кибернетика и системный анализ. – 1999. – №2.

12. Левин, В. И. Антагонистические игры с интервальными параметрами / В. И. Левин // Кибернетика и системный анализ. – 1999. – №3.
13. Левин, В. И. Оптимизация в условиях интервальной неопределённости. Метод детерминизации / В. И. Левин // Автоматика и вычислительная техника. – 2012. – №4.
14. Ащепков, Л. Т. Минимизация квадратичной функции с интервальными коэффициентами / Л. Т. Ащепков, И. Б. Косогорова // Журнал вычислительной математики и математической физики. – 2002. – Т. 42. – №5.
15. Вошинин, А. П. Задачи анализа с неопределёнными данными – интервальность или случайность? / А. П. Вошинин // Труды Международной конференции по вычислительной математике МКВМ-2004. – Новосибирск: Изд-во Ин-та вычислительной математики и МГСО РАН, 2004.
16. Жолен, Л. Прикладной интервальный анализ / Л. Жолен, М. Кифер, О. Дидри, Э. Вальтер. – Ижевск : НИЦ РХД. 2007.
17. Давыдов, Д. В. Идентификация параметров линейных интервальных управляемых систем с интервальным наблюдением / Д. В. Давыдов // Известия РАН. Теория и системы управления. – 2008. – № 6.
18. Давыдов, Д. В. Интервальная идентификация макроэкономических параметров / Д. В. Давыдов // Информатика и системы управления. – 2009. – №2 (20).

•••••

Левин Виталий Ильич, доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, Пензенский государственный технологический университет, кафедра «Математика».

УДК 621.316.937

Р. Ф. БУЛАТОВ, В. Е. БЫСТРИЦКИЙ, А. П. ИНЕШИН

УСТРОЙСТВО ДЛЯ СИММЕТРИРОВАНИЯ ВЫХОДНОГО НАПРЯЖЕНИЯ ТРЁХФАЗНОГО ИСТОЧНИКА ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Обсуждаются вопросы построения симметрирующего устройства с исполнительными элементами индуктивно-ёмкостного типа. Обосновывается целесообразность использования двух-элементного исполнительного органа. В результате обеспечиваются повышение энергетических показателей рассматриваемого устройства и его упрощение.

Ключевые слова: двухэлементный исполнительный орган, общий регулятор напряжения, симметрирующее устройство, трёхфазный источник переменного тока.

Анализ тенденций развития автономных электроэнергетических систем (АвЭС) указывает на непрерывный рост требований к качеству вырабатываемой электроэнергии. Отмеченное обстоятельство выдвигает ряд новых задач, решение которых связано с совершенствованием пуско-регулирующей аппаратуры. Одной из таких задач является повышение качественных показателей симметрирования напряжений трёхфазных источников переменного тока (электромашинных и статических), широко применяемых в АвЭС в качестве вторичных источников питания. Важнейшим элементом симметрирующего устройства (СУ) является исполнительный орган подгрузочного типа, выполняемый на основе реактивных элементов: дросселей и конденсаторов.

Известно чисто индуктивное трёхэлементное симметрирующее устройство [1], разработанное применительно к трёхфазному источнику переменного тока, содержащему общий регулятор напряжения (ОРН). Сигналы о величине выходных напряжений источника поступают на входы измерительных органов (ИО). Выходные сигналы ИО подаются на сравнивающее устройство, которое осуществляет автоматическое подключение ОРН к фазе, имеющей минимальное напряжение. Таким образом, ОРН повышает до заданного уровня напряжение в той фазе, где оно минимально. При этом напряжение в остальных фазах также повышается. Для снижения этих напряжений до заданного уровня служат блоки подгрузки СУ, на вход которых после предварительного усиления подаются сигналы с

измерительных органов.

Недостатками такого устройства являются низкие энергетические показатели, обусловленные применением индуктивных подгрузочных элементов, обеспечивающих симметрирование токов несимметричной трёхфазной нагрузки при общем индуктивном коэффициенте мощности $\cos \varphi = 0,5$ и ограниченные возможности симметрирования.

Более широкими функциональными возможностями обладает симметрирующее устройство на основе трёхэлементного индуктивно-ёмкостного исполнительного органа [2]. В каждой из трёх ветвей такого СУ включены параллельно управляемый дроссель и батарея конденсаторов. Реактивная мощность конденсаторной батареи должна быть рассчитана на самый тяжёлый режим, а реактивная мощность дросселя – на полную компенсацию тока конденсаторной батареи и одновременно на отдачу необходимой реактивной мощности индуктивного характера, если в этой ветви понадобится создать индуктивный реактанс.

Отметим, что рассмотренный вариант симметрирующего устройства ведёт к завышению установленных реактивных мощностей элементов исполнительного органа и к усложнению системы управления.

Представляется заслуживающим внимания вариант построения СУ на основе двухэлементного индуктивно-ёмкостного исполнительного органа [3]. Блок-схема такого устройства приведена на рис. 1. СУ обеспечивает симметрирование напряжений трёхфазного источника переменного тока I с выходными фазами А, В, С, имеющего общий регулятор напряжений (ОРН), подключённый своим входным измерительным органом к линейному напряжению А-В и стабилизирующий линейное напряжение этой фазы с высокой степенью точности на заданном

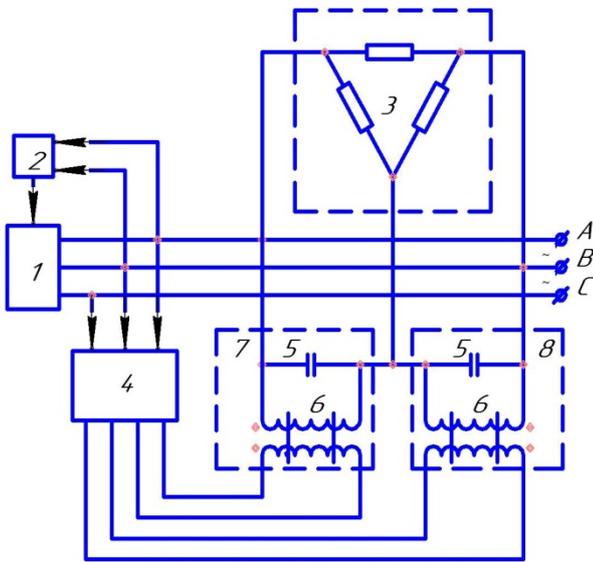


Рис. 1

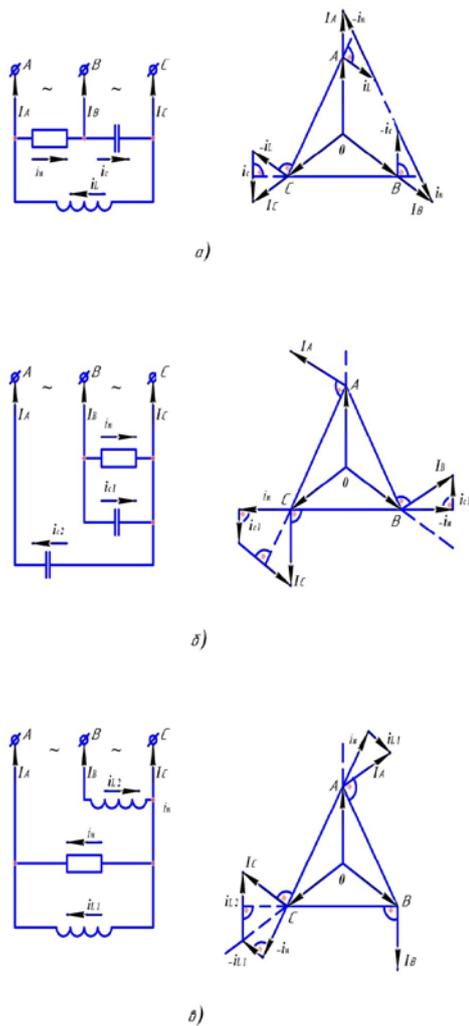


Рис. 2

уровне. Эквивалентная несимметричная трёхфазная нагрузка 3, образованная совокупностью компенсированных однофазных и симметричных трёхфазных нагрузок известного типа, питается трёхфазным напряжением источника 1, причём составляющие её нагрузки сгруппированы так, что наибольшее количество часто включаемых однофазных нагрузок, требующих к тому же высокой точности питающего напряжения, подключено именно к опорной фазе А-В, создавая детерминированную однофазную несимметрию нагрузки 3 в наиболее вероятном и загруженном режиме работы источника питания 1.

Двухканальный регулятор 4 симметрии, связанный своими измерительными входными цепями с линейными напряжениями всех трёх фаз источника 1, изменяет в соответствии с возникающим характером и величиной несимметрии этих напряжений величины токов управления магнитных усилителей дроссельного типа 6, выходные рабочие обмотки которых совместно с параллельно включёнными конденсаторами 5 образуют два симметрирующих погрузочных элемента 7,8, подключённых на линейные напряжения фаз С-А и В-С нестабилизированными ОРН 2.

При отсутствии несимметрии выходных линейных напряжений источника 1 величина токов обмоток управления магнитных усилителей выбирается из условия обеспечения равенства ёмкостного и индуктивного сопротивлений элементов 5–6 с переводом их в исходный режим резонанса токов, при котором эквивалентное сопротивление каждого такого параллельного контура весьма велико и носит активный характер. При появлении же несимметрии напряжений источника 1 соответствующее увеличение (или уменьшение) тока управления приводит к уменьшению (или увеличению) индуктивного сопротивления выходной рабочей обмотки магнитного усилителя и росту индуктивного (или ёмкостного) тока, потребляемого элементом 5 или 6.

Возможные варианты возникновения несимметрии и соответствующие им состояния реактивных элементов 7 и 8 предлагаемого устройства обеспечения симметрии поясняются также упрощёнными схемами замещения и векторными диаграммами токов и линейных напряжений, представленными на рис. 2, где для упрощения показана лишь однофазная часть несимметричной нагрузки 3.

Так, при наиболее вероятном и нагруженном режиме, когда большая часть однофазных нагрузок подключена к опорной фазе А-В, стабилизированной действием общего регулятора 2, регулятор 4 симметрии переводит элемент 7 в индуктивный режим работы, а элемент 8 – в

ёмкостный режим при равных модулях реактивных токов, составляющих $1/3$ от величины тока эквивалентной несимметричной нагрузки (рис. 2, а). Реализуемая в этом случае схема симметрирования соответствует известной схеме Штейнметца и обеспечивает высокое значение коэффициента мощности ($\cos \varphi = 1$).

При возникновении же других (менее вероятных и ненагруженных) режимов работы источника 1, когда однофазная эквивалентная несимметричная нагрузка 3 проявляется по фазе В-С (рис. 2, б) или фазе С-А (рис. 2, в), симметрирующие подгрузочные элементы 5–6 одновременно переводятся регулятором 4 симметрии в одинаковые режимы работы: ёмкостный – для случая, отображённого на рис. 2, б, и индуктивный – для случая на рис. 2, в. Обеспечиваемое в этих случаях симметрирование линейных токов и напряжений трёхфазного источника 1 сопровождается уменьшением коэффициента мощности до 0,5, что соответствует углу сдвига 60° между направлениями векторов линейных токов и фазных напряжений на векторных диаграммах. Ухудшение энергетических показателей предлагаемого устройства в таких менее вероятных режимах работы симметрируемого трёхфазного источника 1 не имеет, однако, существенного значения, так как здесь возникают нагруженные режимы его работы, когда большая часть его однофазных нагрузок, создающих несимметрию и нормально подключаемых к опорной фазе А-В, отключена.

Предлагаемое устройство обеспечения симметрии работоспособно и в случаях проявления двухфазной несимметрии, когда активные составляющие однофазных несимметрирующих нагрузок одновременно появляются на фазах А-В и В-С или фазах В-А и С-А питающего источника. Поскольку эти случаи являются промежуточными по сравнению с граничными случаями проявления однофазной несимметрии, рассмотренными на рис. 2, то необходимые параметры элементов 7 и 8 (автоматически выставяемые в реальной системе регулятором симметрии 4) могут быть, например, найдены методом суперпозиции (наложения) путём сведения этих случаев

двухфазной несимметрии к двум, одновременно существующим случаям однофазной несимметрии (см. рис. 2, б или 2, в). Лишь в одном случае проявления двухфазной несимметрии (одновременной на фазах В-С и С-А) предлагаемое устройство неработоспособно, однако этот случай практически невозможен при заданном регулятором распределении нагрузок по фазам питающего источника, когда большая часть его наиболее часто включаемых и ответственных однофазных нагрузок подсоединяется к фазе А-В, линейное напряжение которой стабилизируется действием общего регулятора 2.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Проектирование статических преобразователей / П. В. Голубев, В. М. Карпенко, М. Б. Коновалов, А. И. Чернышев, Г. Ф. Андреев, А. М. Семиглазов, О. И. Шустер. – М. : Энергия, 1974. – 408 с.

2. А. с. 964853 СССР, М. Кл. ³ Н 02J 3/26. Устройство для симметрирования несимметричной трёхфазной нагрузки / А. К. Шидловский, В. Г. Кузнецов, Г. А. Москаленко, А. Г. Кармалицкий, А. В. Зоценко, А. С. Григорьев (СССР). – 3276283/24 – 07; заявл. 17.04.1981; опубл. 07.10.1982. – Бюл. №37.

3. А. с. 729749 СССР, М. Кл. ² Н 02J 3/26. Устройство для симметрирования выходного напряжения трёхфазного источника переменного тока / А. П. Инешин (СССР). – 2543469/24 – 07; заявл. 15.11.1977; опубл. 24.04.1980. – Бюл. №15.

•••••

Булатов Ренат Фаридович, аспирант кафедры «Электропривод и АПУ» УлГТУ.

Быстрицкий Владимир Евгеньевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Электропривод и АПУ» УлГТУ.

Инешин Аркадий Павлович, старший научный сотрудник ОАО «Электропром».

СИМВОЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ ПО ЧАСТЯМ МЕТОДОМ НЕЗАВИСИМЫХ СХЕМНЫХ МИНОРОВ

Метод независимых схемных миноров обобщён на неравновесные подсхемы, что позволяет применить его для формирования как знаменателя, так и числителя передаточной функции. Это многократно уменьшает число раскрываемых схемных миноров и снижает время анализа.

Ключевые слова: неравновесные подсхемы, нуллятор, схемный минор, тождества Якоби.

Метод схемных миноров (СМ) позволяет формировать символьные передаточные функции и выражения токов и напряжений для сложных электрических цепей по частям [1]. При этом искомые функции формируются в дробно-рациональном виде, удобном для аналитического исследования. Недостатком метода является многократный рост числа СМ, необходимых для получения результата, при увеличении числа полюсов подсхемы. Так, подсхема с тремя полюсами имеет 6, а подсхема с восемью полюсами – уже 3432 схемных минора [1].

В работе [2] предложено раскрывать часть СМ, которые названы независимыми СМ, а остальные получать с помощью тождеств Якоби. Так, для подсхемы с восемью полюсами достаточно раскрыть 51 независимый СМ, а остальные 3381 СМ можно получить с помощью тождеств. Однако такие СМ формируются только для равновесных подсхем, содержащих одинаковое число нораторов и нуллаторов, которые характерны для знаменателей искомых откликов.

В то же время при нахождении числителей откликов чаще используются неравновесные подсхемы, в которых число нораторов (нуллаторов) на единицу меньше, чем нуллаторов (нораторов) [3]. Это связано с тем, что независимый источник воздействия и нагрузка, которые в методе СМ заменяются норатором и нуллатором соответственно, находятся в разных частях схемы, и, следовательно, в разных подсхемах.

Схемно-минорные тождества по теореме Якоби для неравновесных подсхем

По теореме Якоби «минор s -го порядка присоединённой матрицы \tilde{A} равен произведению $(s-1)$ -й степени определителя Δ на s -кратное алгебраическое дополнение $\Delta_{i_1 j_1, \dots, i_s j_s}$ данной матрицы A » [4, с. 170]. Порядок матрицы

равен n . Индексы i_1, \dots, i_s и j_1, \dots, j_s – любые перестановки из различных целых чисел $1 \dots n$. Присоединённая матрица получается из исходной матрицы заменой элементов a_{ij} алгебраическими дополнениями элементов a_{ji} .

Формирование схемно-минорных тождеств по теореме Якоби для равновесных подсхем изложено в работе [2]. При этом независимыми СМ являются миноры 0-го и 1-го порядков. Остальные СМ – зависимые и определяются через независимые СМ с помощью указанных тождеств.

Основные правила формирования тождеств сохраняются и для неравновесных подсхем. Особенности построения тождеств для неравновесных СМ по сравнению с равновесными СМ заключаются в следующем. Во-первых, для этого нужен неполный комплект независимых СМ, так как к собственному полюсу подсхемы всегда должен быть подключён норатор или нуллятор. Во-вторых, отпадает необходимость нахождения СМ при всех замкнутых полюсах, так как данный СМ не используется ни в формуле бисекции для неравновесных подсхем [3], ни в формулах по теореме Якоби [2].

Например, для одного из миноров второго порядка четырёхполюсной подсхемы (рис.1, а) уравнение по тождеству Якоби имеет вид

$$\Delta_{1234}(00110110) = \frac{\Delta(00100010)\Delta(00010100) - \Delta(00100100)\Delta(00010010)}{\Delta(00000000)}, \quad (1)$$

где цифрами 1, 2 и 3 обозначаются общие полюса подсхемы на рис. 1, а, цифрой 4 узел, соответствующий подключению в подсхеме независимого источника воздействия E ; Δ – схемный определитель, при этом позициям нулей и единиц в двоичном векторе схемного определителя соответствуют узлы подключения 1-4.

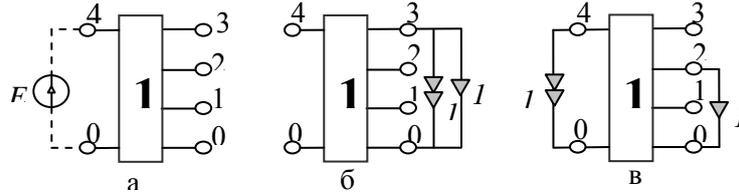


Рис.1. Четырёхполюсная подсхема (а) и её СМ: $\Delta(00100010)$ (б) и СМ $\Delta(00010100)$ (в)

Окончательная схемно-минорная формула, соответствующая (1), имеет вид:

$$\left| \begin{array}{c} \text{---} \\ \text{---} \end{array} \right| \left| \begin{array}{c} \text{---} \\ \text{---} \end{array} \right| - \left| \begin{array}{c} \text{---} \\ \text{---} \end{array} \right| \left| \begin{array}{c} \text{---} \\ \text{---} \end{array} \right| = \left| \begin{array}{c} \text{---} \\ \text{---} \end{array} \right| \left| \begin{array}{c} \text{---} \\ \text{---} \end{array} \right| \quad (2)$$

Схемный минор, соответствующий определителю $\Delta(00100010)$ в формуле (1), изображён на рис.1,б, он получается из исходной подсхемы (рис.1, а) подключением к третьему узлу нора-тора и нуллатора относительно базисного узла, что соответствует позициям нулей и единиц в обеих половинах двоичного векора определителя. Остальные СМ, приведённые в выражении (1), получаются аналогично (на рис.1, в приведён также СМ $\Delta(00010100)$).

Число схемно-минорных тождеств определяется числом различных схемных миноров порядка от 2 до n (n – число полюсов подсхемы, не считая базисного узла) и определяется по формуле [3]:

$$\psi_{n+1} = \sum_{i=2}^n C_n^{i-1} C_n^i, \quad (3)$$

где i – индекс суммирования – порядок схемного минора; C_n^i, C_n^{i-1} – число сочетаний из n элементов по i и $(i-1)$ соответственно. Формула (3) получена из формулы для общего числа схемных миноров неравновесного $(n+1)$ -полюсника путём выбора схемных миноров 2, 3, ..., n -го порядка [3].

Независимые схемные миноры для неравновесных подсхем

Число независимых схемных миноров определяется числом СМ первого порядка за вычетом из этого числа ряда СМ этого же порядка, в которых положение единиц в первой и второй половине двоичного вектора совпадают, а также числом СМ нулевого порядка.

$$\psi_{n+1}^H = (n+1)^2 + 1 - (n+1) = (n-1)^2 - n. \quad (4)$$

Это число независимых схемных миноров, начиная с числа полюсов $(n+1)=5$, многократно (в десятки и сотни раз) меньше общего числа равновесных схемных миноров (строка 3 из табл. 1). Следовательно, при их использовании затраты на формирование определителя сокращаются многократно.

$$\psi_{n+1}^H = \psi_n^H + 2n. \quad (5)$$

Все вышеприведённые замечания справедливы лишь при подключении генератора ЭДС (тока) и приёмника напряжения (тока) к базисному узлу исследуемой схемы. В общем же случае, когда источник и приёмник подключаются между произвольными узлами, от начальной исследуемой схемы необходимо перейти к эквивалентной: при наличии генератора ЭДС и приёмника напряжения в такой схеме входное и выходное напряжение представляется в виде разности узловых напряжений; если же схема содержит генератор и приёмник тока, то входная воздействующая величина может определяться как разность токов, протекающих между узлами подключения и базисным узлом, или же генератор тока может быть заменён последовательным соединением генератора ЭДС и комплексного сопротивления и находиться по вышеизложенному алгоритму. Выходная величина тока в данном случае находится по закону Ома при известном выходном напряжении.

Число независимых СМ, необходимых для определения откликов в схемах с генератором и приёмником тока (напряжения), подключённым к произвольным полюсам (табл.1, строка 5), в два раза больше независимых СМ, находящихся по формулам (2) и (3), так как определение искомой переменной сопряжено с нахождением разности узловых напряжений или разности токов.

Число независимых схемных миноров (СМ) и число неравновесных СМ (n+1)-полосника

Число полюсов n+1	3	4	5	6	7	8	9	10
Число независимых СМ для равновесных схем ψ_{n+1}^H	5	11	18	27	38	51	66	83
Число равновесных СМ ψ_{n+1}	6	20	70	252	924	3432	12870	48620
Число независимых СМ для неравновесных схем ψ_{n+1}^H	7	13	21	31	43	57	73	91
Число независимых СМ для неравновесных схем ψ_{n+1}^H при расположении источника и приёмника не относительно базисного полюса	14	26	42	62	86	114	146	182
Число неравновесных СМ ψ_{n+1}	4	15	56	210	792	3003	11440	43758

При использовании независимых СМ для формирования символьных схемных функций (ССФ) путём бисекции с использованием неравновесных СМ, как и для метода двоичных векторов [1], изменяется только алгоритм нахождения символьных выражений СМ. Независимые СМ раскрываются как обычно методом схемных определителей [1], а для остальных требуемых СМ записываются схемно-алгебраические тождества. Их раскрывать не нужно, и в этом состоит экономия вычислительных затрат.

Для примера рассмотрена контурная сеть, которая состоит из шестнадцати контуров с четырьмя узлами каждый и имеет подключённые к базисному узлу источник ЭДС и приёмник тока. Для нахождения числителя (знаменателя) искомого тока применяется формула пятиузловой бисекции [3]. При использовании метода независимых СМ из 56-ти схемных миноров для каждой подсхемы, используемых в бисекционной формуле, достаточно найти только 21 независимый минор: определитель схемы (при разомкнутых полюсах) и 20 миноров первого порядка.

Двадцать четыре зависимых минора второго порядка первой (второй) подсхемы находятся через независимые схемные миноры с помощью схемно-минорных тождеств. Аналогично находятся СМ последующих порядков: 24 СМ третьего порядка и 4 СМ четвёртого порядка для первой (второй) подсхемы через найденные по формулам Якоби СМ более низкого порядка.

Обе последовательные формулы – на основе независимых СМ и полного набора СМ – тождественны. Однако число мультипликативных и аддитивных операций в формуле на основе независимых СМ в 3 и 2,6 раз соответственно меньше, чем в формуле, полученной путём раскрытия всех неравновесных схемных миноров. Следует отметить также большую разницу и в числе раскрываемых СМ для сравниваемых методов, так для метода независимых СМ для обеих подсхем необходимо найти 42 СМ, в то время как по методу неравновесных СМ их общее число равно 112, т. е. в 2,7 раз больше.

Вывод

Применение независимых схемных миноров и схемно-алгебраических формул на основе теоремы Якоби позволяет в десятки – сотни раз сократить число раскрываемых схемных миноров и значительно уменьшить вычислительные затраты при анализе электрических цепей по частям.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Филаретов, В. В. Метод двоичных векторов для топологического анализа электронных схем по частям / В. В. Филаретов // *Электричество*. – 2001. – № 8. – С. 33–42.
2. Бодряков, Е. Р. Применение независимых схемных миноров для анализа линейных электрических цепей по частям / Е. Р. Бодряков, С. А. Курганов // *Синтез, анализ и диагностика электронных цепей: Международ. сб. науч. тр.* – Ульяновск : УлГТУ, 2011. – Вып. 9. – С. 108–118.
3. Курганов, С. А. Формирование передаточных функций электронных цепей по частям методом неравновесных двоичных векторов / С. А. Курганов, В. В. Филаретов // *Схемно-алгебраические модели активных электрических цепей: Синтез, анализ, диагностика: Тр. международ. конф. КЛИН–2005*. – Ульяновск : УлГТУ, 2005. – Т. 3. – С. 106–116.
4. Сигорский, В. П. Анализ электронных схем / В. П. Сигорский. – Киев : Гос. изд-во техн. лит. УССР, 1963. – 176 с.

.....

Бодряков Егор Романович, студент 4-курса энергетического факультета Ульяновского государственного технического университета.

Курганов Сергей Александрович, доктор технических наук, профессор кафедры «Электроснабжение» УлГТУ.

СИНТЕЗ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ ЗАЩИТЫ

Рассматриваются существующие схемы защиты электронных устройств от перенапряжения и переплюсовки, анализируются их недостатки и достоинства, на основании выявленных недостатков составлена схема защиты. Исследуется работа усовершенствованной схемы защиты в разных режимах.

Ключевые слова: обратная полярность, повышенное напряжение, перенапряжение, переплюсовка, схема защиты.

В ряде случаев к надёжности работы электронных схем предъявляются высокие требования, поэтому они защищаются, в том числе по цепям питания. Такие задачи возникают и в том случае, если изготавливаются отдельные модули и возникает возможность его неправильного подключения при монтаже. Существуют схемы, которые сохраняют работоспособность при неправильном подключении источника питания ввиду своей схемотехники, но повышенное напряжение опасно для большинства схем.

Известны устройства, предназначенные для снижения помех, например, фильтры нижних частот в цепях питания [1]. В цепях, которые сами создают помехи, применяются нелинейные устройства для снижения генерируемых помех, например диод, подключённый параллельно индуктивности [2]. Эти устройства предельно просты и достаточно эффективно ограничивают помехи. Однако они неприменимы для подавления или ограничения импульсных помех, возникающих в цепях питания коммутационных устройств, когда, например, автоматика отключает перегрузку или (особенно) короткое замыкание в нагрузке. Кроме того, источники перенапряжений в цепях питания РЭА могут находиться и за пределами РЭА. В частности, это могут быть импульсы разряда статического электричества.

Существуют различные пути решения этой задачи, один из них – схема защиты от перенапряжения и неверной полярности, состоящая из предохранителя, диода, шунтирующего питание в случае неверной полярности, тиристора, шунтирующего питание при превышении входного напряжения определённого порога (рис. 1) [3].

Недостатком такой схемы является необходимость замены предохранителя после неверного подключения, кроме того, в большинстве случаев

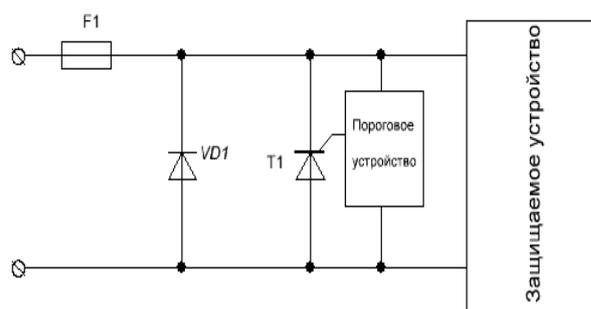


Рис. 1

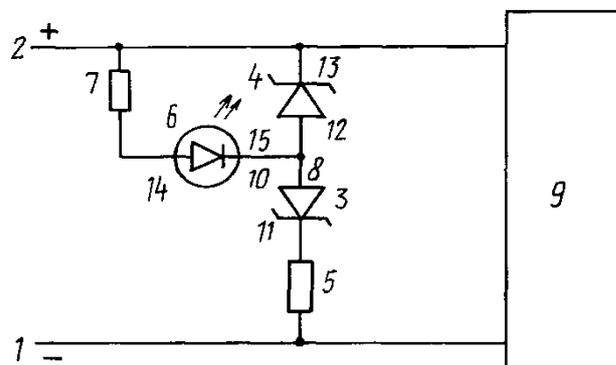


Рис. 2

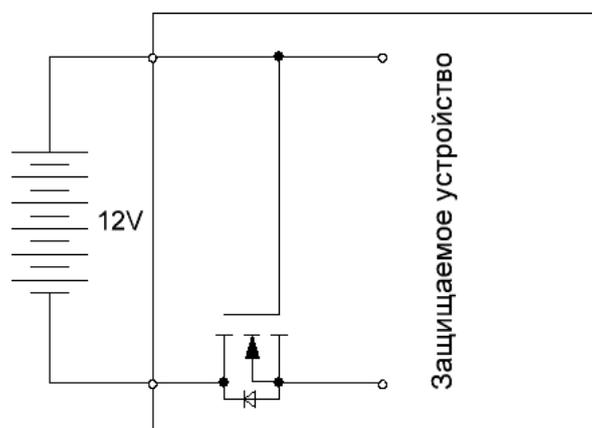


Рис. 3

ток короткого замыкания пробивает тиристор или диод (в зависимости от вида сработавшей защиты) и, несмотря на то, что в целом схема защиты выполнила своё назначение и защитила основное устройство от выхода из строя, само устройство защиты нуждается в ремонте. Помимо того тиристор может открыться от помехи в питании, и даже если помеха имеет малую продолжительность, тиристор не закроется, что приведёт к сгоранию предохранителя и отключению питания с защищаемого устройства, несмотря на то, что к этому моменту напряжение питания вернулось к нормальному состоянию.

Известно устройство защиты от перенапряжений в сети питания с постоянным напряжением [4]. В случае появления в сети питания импульса перенапряжения *положительной полярности* (рис. 2), мощность которого меньше мощности, предельно допустимой для ограничителя 4 и плавкой перемычки 5, а напряжение которого больше напряжения пробоя этого ограничителя, произойдёт его пробой, что обеспечит снижение напряжения помехи до заданного уровня. После прекращения импульса перенапряжения устройство придёт в своё первоначальное состояние, а ограничитель 4 вернётся в непроводящее состояние. Если мощность импульса перенапряжения будет больше мощности, допустимой для плавкой перемычки 5, то она перегорит, и погасание светодиода 6 будет свидетельствовать о неисправности устройства защиты. Если мощность импульса перенапряжения будет больше допустимой мощности для ограничителя напряжения 4, он сгорит, образуя короткое замыкание, светодиод 6 погаснет, что свидетельствует о неисправности устройства защиты.

В случае появления в сети питания импульса перенапряжения *отрицательной полярности* (рис. 2), мощность которого меньше мощности, предельно допустимой для ограничителя 3 и плавкой перемычки 5, а напряжение которого больше напряжения пробоя этого ограничителя, то произойдёт пробой и обеспечит снижение напряжения помехи до заданного уровня. После прекращения импульса перенапряжения устройство придёт в своё первоначальное состояние. Если мощность импульса перенапряжения будет больше мощности, предельно допустимой

для плавкой перемычки, то она перегорит, и светодиод 6 погаснет, что будет свидетельствовать о неисправности устройства защиты. Если мощность импульса перенапряжения будет больше предельно допустимой мощности для ограничителя напряжения 3, то он сгорит, образуя короткое замыкание. При этом должна сгореть и плавкая перемычка 5, так как её предельно допустимая мощность меньше, чем у ограничителя напряжения, либо ограничитель сгорит на обрыв. Светодиод 6 погаснет, так как оборвётся цепь для тока, что свидетельствует о неисправности устройства защиты. Оператор или пользователь должен заменить неисправное устройство защиты.

Недостатком этой схемы является перегорание предохранителя при достаточно мощной помехе, и всё напряжение будет приложено к защищаемому устройству, что может привести к его выходу из строя. В этом случае устройство защиты не выполнит свою функцию. Также к недостаткам такой схемы можно отнести необходимость замены предохранителя.

Для предотвращения этих недостатков предлагается устройство, отключающее нагрузку в случае выхода параметров питающего напряжения за допустимые границы.

Схема предназначена для защиты от повышения напряжения и неправильного монтажа питания. В зависимости от применённых компонентов она может защищать устройство с питанием от 5 до 250 В постоянного тока от неверной полярности питания и повышенного напряжения от 30 до 400 В, включая возможность подключения переменного напряжения частотой 50 Гц.

Устройство защиты состоит из двух частей. Первая выполняет защиту от неправильного подключения питания. За основу взята схема, предложенная фирмой International Rectifier, рис. 3. В случае соблюдения полярности напряжение через обратный диод попадает на исток транзистора, а на его затвор поступает положительное напряжение, открывающее этот транзистор, в случае же неверного подключения источника питания транзистор будет оставаться закрытым, поскольку на затворе оказывается потенциал меньше, чем на истоке. Существует схема защиты, состоящая из диода, включённого последовательно с источником питания.

Схема защиты на основе полевого транзистора более эффективна, поскольку падение напряжения на диоде 0.7 В, а падение напряжения на открытом транзисторе на порядок меньше и составляет примерно 0.02 В. При токах в 4 А мощность, теряемая на диоде, $P = 0.7 \times 4 = 2.8$ Вт.

Помимо проблем, связанных со снижением КПД и необходимости повышения напряжения источника питания, необходимо обеспечивать охлаждение диода. Схема же с полевым транзистором лишена этих недостатков.

Чтобы схема могла работать при более высоких напряжениях (до 250 В), в цепь затвора устанавливается резистор, и между затвором и истоком стабилитрон на 9 В, как показано на рис. 4. При подключении резистор R1 (2 Вт) ограничивает ток через стабилитрон, который не позволяет напряжению питания превысить значение 9 В, и транзистор VT1 открывается. В случае обратной полярности питания стабилитрон будет выполнять роль диода и не позволит разности потенциалов затвора и истока превысить 1 В, резистор R1 также ограничивает ток в этой цепи, а транзистор VT1 останется закрытым.

Для обеспечения защиты от повышенного напряжения используется вторая часть схемы рис. 5, состоящая из стабилитронов VD2-VD3, резисторов R2-R4 транзистора VT2 и микросхемы IC1. Основной схемы защиты от перенапряжения является микросхема tl431. Эта микросхема представляет из себя трёхвыводной программируемый шунтирующий регулятор. Выходное напряжение может быть установлено между 2.5 и 36 В двумя внешними резисторами (на рис. 5 это R3-R4).

Напряжение отключения защищаемого устройства задаётся резистивным делителем R3 R4 и определяется по формуле

$$U_{откл} = \frac{R3 + R4}{R4} \times 2.5$$

Если напряжение находится в пределах, заданных резисторами R3-R4, то транзистор VT2 открыт, в случае превышения на входе микросхемы IC1 больше 2,5 В, транзистор, содержащийся в микросхеме, открывается, и напряжение на затворе VT2 падает до 2 В, и транзистор закрывается. Диод VD2 предназначен для защиты микросхемы IC1 от повышенного напряжения.

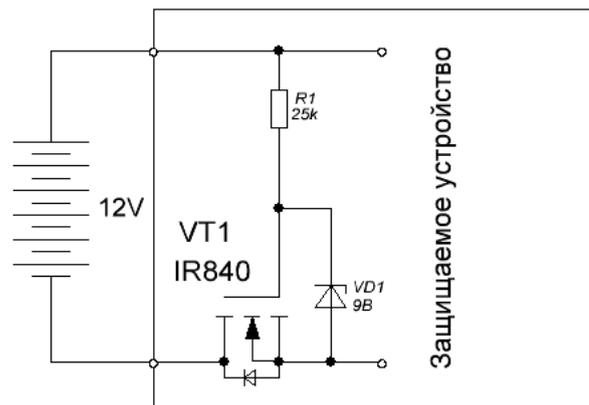


Рис. 4

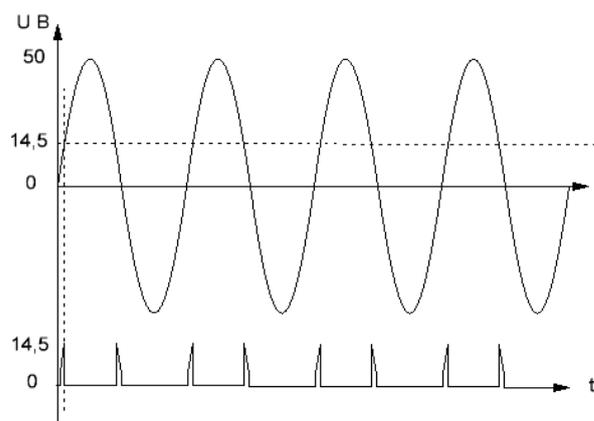


Рис. 5

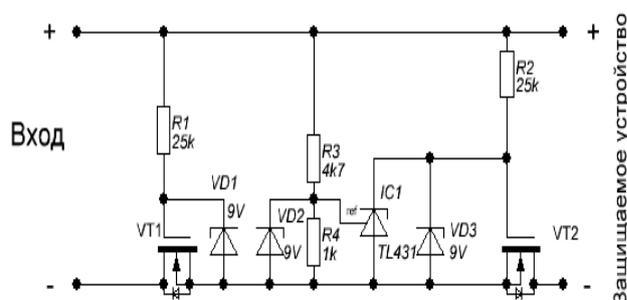


Рис. 6

VD3 защищает транзистор от превышения напряжения на затворе. Для корректной работы устройства необходимо, чтобы полевой транзистор VT2 не был низковольтным, поскольку низковольтные транзисторы начинают открываться напряжением 2–3 В, в результате срабатывание микросхемы IC1 не приводит к полному закрытию транзистора VT2.

Рассмотрим случай подачи на вход устройства переменного напряжения амплитудой 50 В. Поскольку устройство предназначено для защиты и не является преобразователем, то в случае

недопустимых параметров входного напряжения защищаемое устройство будет отключаться. На рис. 6 изображены графики входного переменного напряжения частотой 50 Гц, амплитудой 50 В и выходного напряжения. Когда напряжение достигает 4.5 В, открываются полевые транзисторы VT1-VT2, далее по мере возрастания напряжения на входе также возрастает напряжение на ножке ref микросхемы TL431, полученное с резистивного делителя R3-R4. Когда напряжение на ножке ref превысит значение 2.5 В, встроенный в микросхему транзистор откроется, и напряжение на затворе транзистора VT2 падает до двух вольт, транзистор VT2 закрывается. Когда напряжение на входе вновь опустится до значения, при котором напряжение резистивного делителя R3-R4 опустится ниже 2.5 В, транзистор микросхемы закроется, напряжении на затворе полевого транзистора VT2 поднимется до значения напряжения питания (не выше 12 В вследствие работы стабилитрона), полевой транзистор VT2 откроется. Дальнейшее уменьшение напряжения ниже 4.5 В приведёт к тому, что транзисторы VT1-VT2 закрываются и остаются закрытыми в течение времени отрицательной полуволны. Далее процесс повторяется по циклу.

В результате работы устройства защиты отсекаются отрицательные полуволны и напряжение выше 14,5 В (для данного значения резистивного делителя R3-R4). Таким образом, можно сказать, что устройство защиты успешно выполняет функцию защиты от превышения напряжения питания на входе, а также от подключения к источнику питания с напряжением питания выше предельно допустимого, в том числе выполняет

защиту от подачи переменного напряжения вместо постоянного. После возвращения параметров питающего напряжения к допустимому уровню устройство автоматически подключает защищаемое устройство к источнику питания.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Источники электропитания РЭА. Справочник / под ред. Г. С. Найвельта. – М. : Радио и связь, 1985. – 160 с.
2. Казаков, Л. А. Электромагнитные устройства РЭА. Справочник / Л. А. Казаков. – М. : Радио и связь, 1991.– 305 с.
3. Костюнин, А. В., Каушлы К. М., Беляков В. А., Иванова Л. В. Устройство защиты от перенапряжений. Заявка РФ №93054916, Н 02 Н 9/04.
4. Колосов, В. А. Устройство защиты от перенапряжений в сети питания с постоянным напряжением. Патент РФ 2145759, Н 02 Н 9/04.
5. Колоколов, М. В., Глащенко Г. А. Устройство для защиты от импульсных перенапряжений. Патент РФ №1705947, Н 02 Н 9/04.

•••••

Шириев Анатолий Ринатович, аспирант кафедры «Электропривод и автоматизация промышленных установок» Ульяновского государственного технического университета.

Доманов Виктор Иванович, кандидат технических наук, доцент кафедры «Электропривод и автоматизация промышленных установок» Ульяновского государственного технического университета.

ПРИМЕНЕНИЕ РАДИОПЕРЕДАТЧИКОВ В ДИСТАНЦИОННЫХ СЛЕДЯЩИХ ЭЛЕКТРОПРИВОДАХ

Рассматриваются способы передачи данных посредством радиоканала и обработка их сигнала с помощью бортового микроконтроллера. Описывается принцип работы радиомодуля, его устройство и перспективы его применения в электроприводах и системах автоматизации. Анализируются программы передачи данных.

Ключевые слова: микроконтроллер, обратная связь, радиопередача, уровень напряжения.

При использовании длинных проводных связей на подвижных механизмах (кранах) ухудшается качество передаваемого сигнала, снижается надёжность системы, возникает возможность обрыва проводов – всего этого можно избежать при применении радиомодуля, имеющего на борту микроконтроллер и датчик интересующей нас информации. Применение радиопередатчиков может быть адаптировано для различных приложений и задач. Микроконтроллер, управляющий работой радиомодуля, позволит модифицировать систему управления без механических вмешательств и изменений схемы системы управления только за счёт изменения программы. Длительное время автономной работы радиопередатчиков за счёт сверхнизкого энергопотребления позволит сократить сервисные расходы.

AIR BoosterPack CC110L (рис. 1) – устройство, имеющее на борту радиомодуль LR09A и микроконтроллер MSP430G2553, управляющий работой радиомодуля и обрабатывающий входящие и исходящие сигналы. Оно позволяет добавить в цепь датчик ускорения по трём осям. При изменении показателей датчика микроконтроллер отправляет сигнал на радиомодуль, который отсылает сигнал на аналогичный базовый радиомодуль, микроконтроллер которого фиксирует изменения, проводит над ними математические операции и с помощью бортового ЦАП посылает сигнал на силовой блок системы управления электроприводом.

Этот радиомодуль может быть применён в системах управления электроприводами

грузоподъёмных механизмов, системами автоматизации дома, сбора данных об атмосферных изменениях, коммерческих системах контроля климата, уровня воды в водохранилищах и прочих приложениях.

Принцип работы радиомодуля

AIR BoosterPack – энергосберегающий беспроводной передатчик, предназначенный для использования в паре с платой MSP-EXP430G2 LaunchPad. В основе лежит устройство CC110L с бортовым радиочипом A110LR09A с интегрированной антенной, которая может быть настроена в диапазоне от 868 до 570 МГц для приложений, территориально находящихся в Европе.

Помимо стандартного применения, которое демонстрирует принцип работы радиомодулей и использования платы MSP-EXP430G2 LP, есть возможность создать собственный дизайн имеющейся платы, разместив на ней все необходимые SMD резисторы, конденсаторы, кнопки и светодиоды на так называемой площадке прототипов. Подключив устройство к источнику питания (достаточно использования двух батарей формата AA для долгосрочной работы), можно получить независимый датчик или любое другое приложение.

При использовании заявленного микроконтроллера появится возможность взаимосвязи нескольких датчиков, используя различные типы соединения (точка – точка, точка – мультиточка и т. д.). Каждый из радиомодулей сети будет иметь свой идентификатор, по которому он определяется в радиосети.

Для того чтобы задать радиомодулю инструкцию по его алгоритму работы, необходимо запрограммировать микроконтроллер. Это можно выполнить с помощью написания программы на ассемблере, либо используя программные среды, предоставляемые изготовителем – Code Composer Studio или IAR Embedded Workbench.

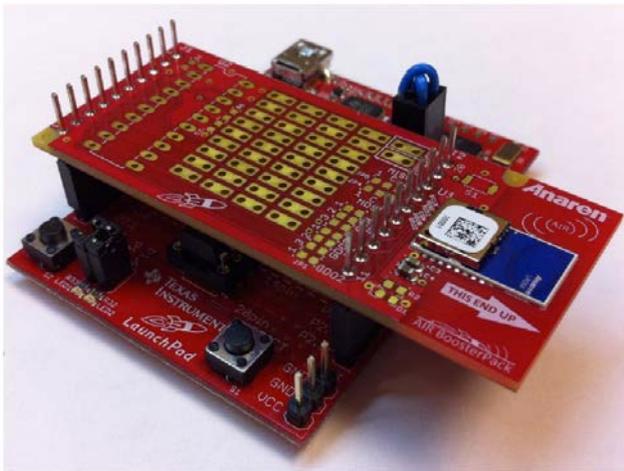


Рис. 1. AIR BoosterPack CC110L в паре с MSP-EXP430G2 LaunchPad

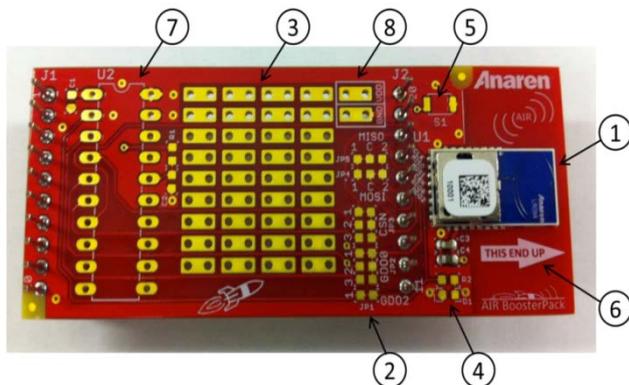


Рис. 2. AIR BoosterPack CC110L. 1 – AIR радиомодуль; 2 – площадка для сигнальных перемычек; 3 – прототипная площадка; 4 – места посадки для светодиодов; 5 – место для кнопки; 6 – указатель местоположения; 7 – площадка для установки микроконтроллера; 8 – контакты для внешнего питания

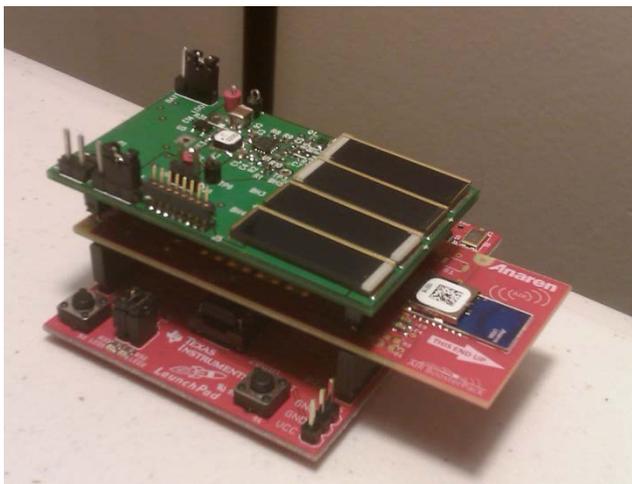


Рис. 3. Устройство беспроводного сенсора и собиратель энергии bq25504

Каждая из них имеет свои особенности, однако многими пользователями в сети отмечено, что использование программной среды от IAR для программирования рассматриваемого модуля более целесообразно.

При рассмотрении различных применений радиомодуля было найдено интересное техническое решение. Автор [3] описал способ сбора информации о напряжении на солнечных панелях посредством трёх плат разработок, трёх радиомодулей, трёх заявленных микроконтроллеров и двух плат с солнечными панелями (рис. 3).

Принцип работы: солнечные батареи вырабатывают ЭДС, значение которой поступает на компьютер, который ведёт учёт изменения напряжения на панелях. Так же в микроконтроллере MSP430 имеется встроенный температурный датчик.

Полученную информацию можно использовать в статистике, в системах контроля освещённости и климатических условий в различных помещениях, а также в метеорологических целях.

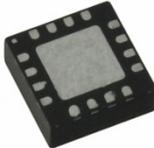
Рассматривая программный код представленного примера и адаптировав его на применение датчиков ускорения, а принимающий радиомодуль на подачу управляющих импульсов на транзистор, можно создать информационную часть системы управления электроприводом (табл. 1).

Выводы

Изучение микроконтроллеров и построенных на их базе плат расширения раскрывает перед инженерами по автоматизации большие возможности по регулированию электроприводов и других систем, где требуется автоматическое управление с передачей данных по радиоканалу.

Большой интерес в настоящее время представляют микроконтроллеры компании Texas Instruments, которые отличаются удобством программирования, широкой базой плат расширения, большого количества технической документации и примеров различных проектов. При программировании микроконтроллеров с кодом, не превышающим размер в 16 КВ в среде Code Composer Studio, не требуется приобретение платной лицензии. Этого объёма более чем достаточно для рассматриваемых приложений.

Основные характеристики устройств

<p>MSP430G2553IN20</p> 	<p>AIR BoosterPack CC110L</p> 	<p>ADXL325BCPZ-RL7</p> 
<ul style="list-style-type: none"> • Вид монтажа: Through Hole; • Встроенный в чип АЦП: да; • Частота: 16 МГц; • Доступные аналоговые/цифровые каналы: 8; • Интерфейс: I2C, IrDA, SPI, UART; • Количество линий ввода/вывода: 16; • Количество таймеров: 2; • Рабочее напряжение питания: 1.8 В ... 3.6 В; • Рабочий диапазон температур: -40°C ... +85°C; • Размер ОЗУ: 512 В; • Размер памяти программ: 16 Кб; • Разрядность АЦП: 10 бит; • Серия процессора: 2 Series; • Тактовая частота максимальная: 16 МГц; • Тип корпуса: PDIP-20; • Таймер: 2 шт. 16-бит • Тип памяти программ: Flash; • Шина данных: 16 бит; • RoHS: да. 	<ul style="list-style-type: none"> • Программируемая выходная мощность: +12 dBm; • Чувствительность приемника: -116 dBm (при 0.6 Кб/с); • Программируемая скорость передачи данных: 0.6 кбит/с ... 600 кбит/с; • Поддерживаемые виды модуляции: 2-FSK, 4-FSK, GFSK и OOK; • Питание 1.8...3.6 В; • Низкое энергопотребление; • SPI интерфейс между RF модулем и MSP430; • Площадка для макетирования; • Посадочные площадки для микроконтроллера, кнопки включения и светодиодов для автономного режима работы; • Соответствие RoHS и REACH; • Соответствие ETSI и FCC/IC сертификат; • Топология сети – звезда 	<ul style="list-style-type: none"> • Максимальное ускорение: ± 5g; • Оси: XYZ; • Нелинейность: 0.2%; • Чувствительность: 174 мВ/g; • Частота среза: 1600 Гц; • Рабочее напряжение питания: 1.8 В ... 3.6 В; • Номинальный ток потребления: 0.35 мА; • Рабочий диапазон температур: -40 ... +85°C; • Корпус: LFCSP-16.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Муллин, И. Ю. Ограничение раскачивания груза крановых электроприводов / И. Ю. Муллин, А. О. Холявко // Вестник УлГТУ. – 2012. – №4. – С. 50.

2. Муллин, И. Ю. Крановый электропривод с вычислением угла раскачивания груза / И. Ю. Муллин, А.О. Холявко // Вестник УлГТУ. – 2013. – №1.

3. Sankman Joey. Wireless Sensor Network + bq25504 Energy Harvesting BoosterPack for LaunchPad. <http://e2e.ti.com/> (дата обращения 03.06.2013).

4. Users Manual CC110L AIR Module BoosterPack. © Anaren, Inc. www.anaren.com

5. Datasheet MSP430G2554. © Texas Instruments, Inc. www.ti.com (дата обращения 03.06.2013).

.....

Муллин Игорь Юрьевич, ассистент кафедры «Электропривод и автоматизация промышленных установок» энергетического факультета УлГТУ. Имеет 32 публикации, автор 5 изобретений.

Холявко Артур Олегович, студент Ульяновского государственного технического университета по специальности «Электропривод и автоматизация промышленных установок и технологических комплексов». Имеет 4 научных публикации.

Р. Ф. БУЛАТОВ, В. Е. БЫСТРИЦКИЙ, А. П. ИНЕШИН

КОРРЕКТОР НАПРЯЖЕНИЯ СИСТЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ВОЗБУЖДЕНИЯ СИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА

Обсуждаются вопросы построения корректоров напряжения систем регулирования возбуждения синхронных генераторов электромашинных преобразовательных агрегатов. Обосновывается целесообразность использования основного и дополнительного корректоров напряжения.

Ключевые слова: корректор напряжения, синхронный генератор, электромашинный преобразовательный агрегат.

Анализ тенденций развития автономных электроэнергетических систем, в которых широко используются электромашинные преобразовательные агрегаты, указывает на непрерывный рост требований к качеству вырабатываемой электроэнергии. Отмеченное обстоятельство выдвигает ряд новых задач, решение которых связано с совершенствованием пускорегулирующей аппаратуры. Одной из таких задач является повышение качественных показателей регулирования напряжения синхронных генераторов (СГ) электромашинных преобразовательных агрегатов.

На рис. 1 приведена блок-схема системы регулирования напряжения СГ. Синхронный генератор 1 электромашинного преобразовательного агрегата приводится во вращение с угловой скоростью ω приводным электродвигателем постоянного или переменного тока (электродвигатель на рис.1 не показан). Выходные клеммы 2–4 СГ связаны кабельной линией электропередачи 5 с клеммами подключения нагрузки 6–8. Обмотка возбуждения (ОВ) синхронного генератора 9 подключена к блоку фазового компаундирования (БФК) 10, выполненного на основе магнитного усилителя мощности 11, питающегося посредством блока компаундирующих трансформаторов 12–14 выходным напряжением СГ. Управление усилителем мощности в зоне номинальной частоты вращения генератора ($\omega = \omega_{\text{ном}}$) осуществляется автоматическим регулятором (корректором напряжения 15), который выполнен в виде вынесенного блока, связанного измерительным

однофазным кабелем 16 с клеммами нагрузки генератора. Корректор напряжения (КН) обеспечивает высокую степень стабилизации выходного напряжения генератора на заданном уровне ($U = U_{\text{ном}}$ при $\omega = \omega_{\text{ном}}$). В состав КН (далее основной корректор напряжения) входят измерительный орган 17, устройство формирования заданного уровня 18, элемент сравнения 19 и промежуточный усилитель 20, выполненный в виде одноканального широтно-импульсного модулятора. Функционирование вышеназванных блоков позволяет также обеспечить необходимое подрегулирование выходного напряжения СГ в обычно задаваемых пределах ($\pm 2\%$ от номинального значения).

Следует отметить, что надёжное самовозбуждение синхронного генератора обеспечивается за счёт использования блока 21, осуществляющего начальную подпитку обмотки возбуждения генератора. Данный блок выполняется на основе малоомощной вентильной цепи, электрически связанной с источником формирования напряжения питания $U_{\text{п}}$ электромашинного преобразовательного агрегата. Данная цепь затем (при выходе агрегата на рабочий режим) автоматически отключается вследствие возрастания выходного напряжения усилителя мощности.

В систему регулирования напряжения синхронного генератора дополнительно введён второй корректор напряжения 22. Дополнительный КН 22 подключён непосредственно к выходным клеммам СГ. В состав данного КН входят измерительный орган с частотнозависимым элементом 23, устройство формирования заданного уровня 24, элемент сравнения 25 и промежуточный усилитель, выполненный на основе широтно-импульсного модулятора 26.

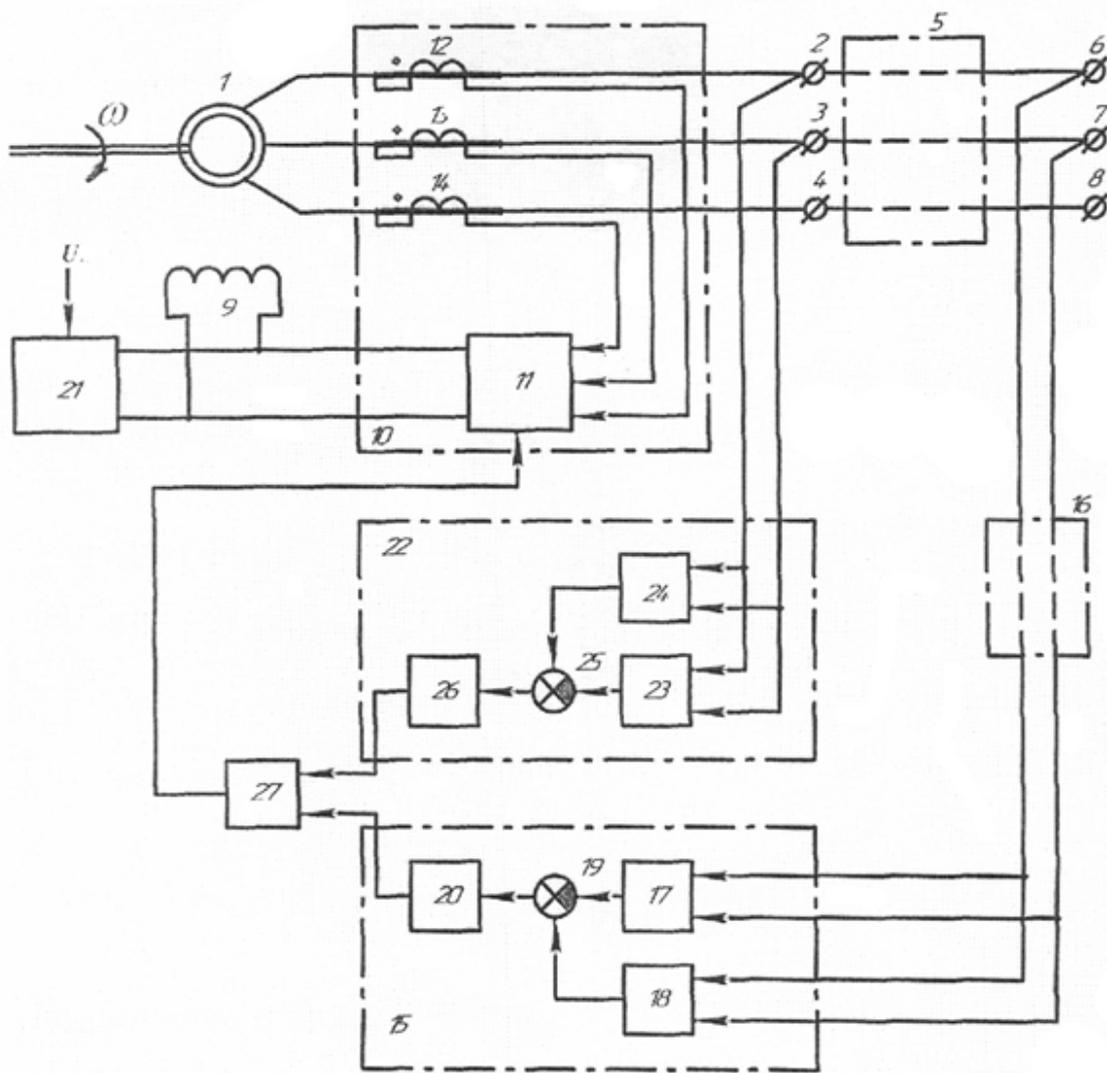


Рис. 1

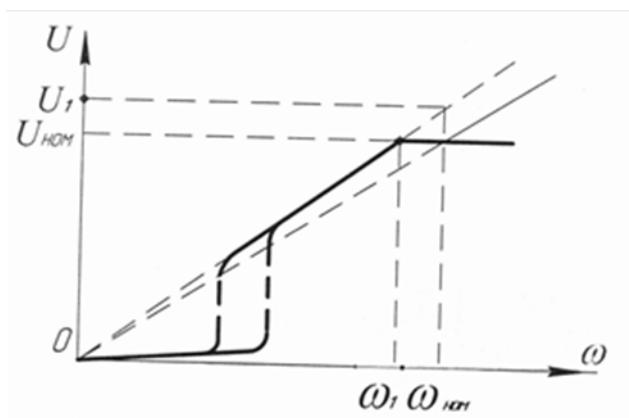


Рис. 2

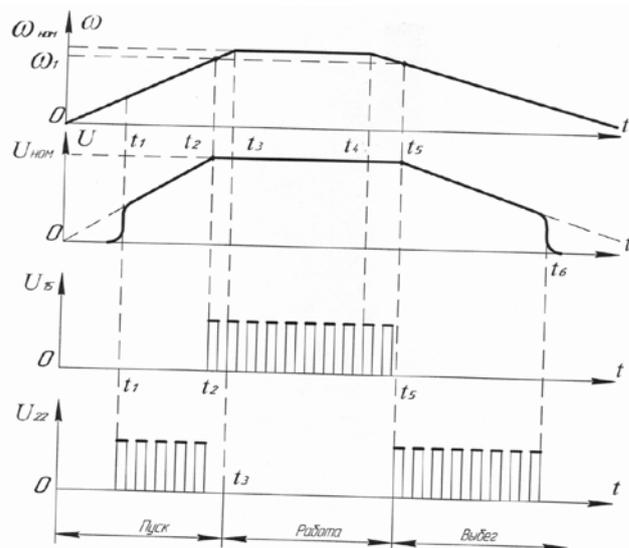


Рис. 3

Основной (15) и дополнительный (22) корректоры напряжения связаны с управляющим входом усилителя мощности 11 с помощью схемы ИЛИ (блок 27). В отличие от выносного основного КН, дополнительный корректор напряжения и схема ИЛИ расположены конструктивно совместно с блоком управляемого усилителя мощности БФК. При этом уставка срабатывания дополнительного КН, соответствующая номинальной частоте синхронного генератора, выбрана большей на 5...10%, чем уставка срабатывания основного корректора напряжения, обеспечивающего стабилизацию номинального выходного напряжения СГ ($U = U_{ном}$ при $\omega = \omega_{ном}$).

Результирующая зависимость выходного напряжения синхронного генератора от частоты вращения $U(\omega)$, определяемая совместным действием основного 15 и дополнительного 22 корректоров напряжения на управляемый усилитель мощности 11, питающий обмотку возбуждения СГ, приведена на рис. 2. По мере роста частоты ω при запуске приводного двигателя электромашинного преобразовательного агрегата и самовозбуждения синхронного генератора, вызванного действием устройства начальной подпитки 21 обмотки возбуждения генератора, дальнейшее нарастание его выходного напряжения происходит по линейному закону частотного регулирования

$$U/\omega = U_1/\omega_{ном} = const,$$

определяемого регулирующим воздействием дополнительного корректора напряжения 22, измерительный орган которого связан с измеряемым выходным напряжением СГ частотно-зависимым фильтром, а уставка срабатывания, соответствующая номинальной частоте $\omega = \omega_{ном}$, выбрана на 5...10% большей уставки основного корректора напряжения 15 (т. е. U_1 при $\omega = \omega_{ном}$ на графике рис. 2 составляет $1,05...1,1U_{ном}$). Поэтому при достижении номинального значения выходного напряжения генератора $U = U_{ном}$ при частоте $\omega < \omega_{ном}$ дальнейшее увеличение частоты до её номинального значения $\omega_{ном}$ приводит к отключению дополнительного корректора напряжения 22 и срабатыванию основного корректора 15, обеспечивающего с высокой точностью стабилизацию выходного напряжения СГ, $U = U_{ном}$ на клеммах его нагрузки. При отказах основного корректора 15, вызванных поврежде-

нием кабельных линий 5,16 или обрывом входной (выходной) цепи корректора и сопровождающихся нулевым уровнем его выходного сигнала, дальнейшее нарастание выходного напряжения синхронного генератора теперь ограничено действием вновь включаемого в работу дополнительного корректора напряжения 22, обеспечивающего безопасный уровень напряжения

$$U_1 = (1,05 \div 1,1)U_{ном}, \text{ при } \omega = \omega_{ном}.$$

Соответственно, при отключении приводного электродвигателя преобразовательного агрегата и переходном процессе выбега агрегата выходное напряжение генератора при достижении частоты ω_1 далее так же будет линейно снижаться, благодаря регулируемому воздействию корректора 22.

Установившийся режим работы, а также переходные процессы пуска и выбега электромашинного преобразовательного агрегата иллюстрируются графическими зависимостями, приведёнными на рис. 3. На рис. 3,а представлен график изменения угловой скорости $\omega(t)$; на рис. 3,б – график изменения выходного напряжения $U(t)$ синхронного агрегата; на рис. 3,в – график изменения выходного напряжения $U_{15}(t)$ основного корректора напряжения 15; на рис. 3,г – график изменения выходного напряжения $U_{22}(t)$ дополнительного корректора напряжения 22.

В момент времени t_1 после начала пуска преобразовательного агрегата и самовозбуждения синхронного генератора, его выходное напряжение ограничивается по величине и далее линейно нарастает благодаря запирающему действию выходного широтно-импульсного сигнала $U_{22}(t)$ дополнительного КН. Выходной сигнал основного корректора напряжения 15 на этом интервале времени ($t_1 - t_2$) равен нулю, т. к. выходное напряжение СГ здесь меньше его номинального значения ($U < U_{ном}$) и недостаточно для срабатывания измерительного органа основного КН. Затем в момент времени t_2 при угловой скорости преобразовательного агрегата ω_1 , близкой к её номинальному значению $\omega_{ном}$, управление процессом регулирования напряжения СГ автоматически передаётся основному КН, т. к. выходное напряжение синхронного генератора достигает номинального значения и появляется широтно-импульсный сигнал $U_{15}(t)$ основного

КН. Выходной сигнал $U_{22}(t)$ снижается при этом до нулевого значения. Поэтому на интервалах времени $t_2 - t_3$, $t_3 - t_4$ и $t_4 - t_5$ (рис. 3) выходное напряжение СГ в его рабочем режиме поддерживается с высокой степенью точности ($\pm 0,5\%$) относительно его номинального значения благодаря регулируемому воздействию основного корректора напряжения. Лишь в случае его неисправности (например, обрыв входной цепи), приводящей к нулевому сигналу $U_{15}(t)=0$, вновь вступает в действие дополнительный КН, ограничивая при $\omega = \omega_{\text{ном}}$ величину выходного напряжения синхронного генератора на безопасном в электрическом отношении уровне

$$U = U_1 = (1,05 \dots 1,1)U_{\text{ном}}$$

По окончании рабочего режима преобразовательного агрегата (отключение его приводного двигателя от первичного источника питания)

начинается переходный процесс выбега, т. е. постепенного снижения частоты вращения преобразовательного агрегата (интервалы $t_4 - t_5$, $t_5 - t_6$ на рис. 3). При этом, начиная с момента времени t_5 , вновь вступает в действие КН 22, обеспечивая линейный закон уменьшения выходного напряжения синхронного генератора ($U/\omega = \text{const}$) вплоть до момента времени t_6 , когда напряжение СГ падает ввиду окончания действия эффекта самовозбуждения генератора.

•••••

Булатов Ренат Фаридович, аспирант кафедры «Электропривод и АПУ» УлГТУ.

Быстрицкий Владимир Евгеньевич, доцент кафедры «Электропривод и АПУ» УлГТУ.

Инешин Аркадий Павлович, старший научный сотрудник ОАО «Электропром», г. Ульяновск.

УДК 624.139

В. С. ИВКИН, П. Ю. ВОЛЫНЩИКОВ

РАЗРАБОТКА МЁРЗЛЫХ ГРУНТОВ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ РАБОТ В СТЕСНЁННЫХ УСЛОВИЯХ СТРОИТЕЛЬСТВА

Специфичность физико-механических свойств мёрзлых грунтов, их высокая прочность, соизмеримая с прочностью рабочих органов землеройных машин, и абразивность затрудняют применение известных технологий и оборудования для выполнения малообъёмных, рассредоточенных зимних земляных работ в стеснённых условиях строительства.

Бульдозерно-рыхлительные машины на базе мощных отечественных гусеничных промышленных тракторов ДЭТ-250, ДЭТ-320, Т-50.01 обеспечивают полное выполнение технологического процесса рыхления и транспортирование мёрзлого грунта на строительных площадках с большим объёмом земляных работ, но из-за больших габаритов и массы, малых транспортных скоростей их невозможно использовать при выполнении работ малых объёмов, рассредоточенных в стеснённых условиях строительства.

Проблема рыхления мёрзлых грунтов усугубляется ещё и тем, что в большинстве районов России грунт промерзает на глубину 0,8–2,5 метра, а зимний период длится 4–7 месяцев.

Механизировать процесс рыхления мёрзлых грунтов малых объёмов, рассредоточенных работ можно за счёт применения газоимпульсных рыхлителей, установленных на малогабаритный землеройных машинах, которые в зимний период простаивают.

Подвод в зону рыхления (при выхлопе из рабочей камеры газоимпульсного рыхлителя) высоких энергий сжатого воздуха (газа) высокого давления позволяет разрушать мёрзлые грунты наименее энергоёмким способом, при доминировании наименее энергоёмких напряжений разрыва.

Ключевые слова: газовый импульс, мёрзлый грунт, прочность, рыхление, уплотняемость.

Рыхлители на гусеничных тракторах мощностью менее 100 кВт не могут рыхлить мёрзлые грунты даже при небольшой глубине промерзания из-за недостаточного тягового усилия базовой машины [1].

Промышленный гусеничный трактор отличается классической компоновкой с передним расположением двигателя и задним размещением кабины, что обеспечивает оператору хорошую видимость бульдозерно-рыхлительного оборудования.

Рыхлительное оборудование состоит из металлической рамы сварной конструкции, рабочего органа, выполненного в виде зуба, состоящего из стойки и литого (съёмного) наконечника. Гидравлическое управление позволяет осуществить принудительное заглубление рабочей части зуба рыхлителя в грунт [2].

Используя многолетний опыт эксплуатации промышленных тракторов ДЭТ-250 в ООО «ЧТЗ-Уралтрак» серийно изготавливается ди-

зель-электрический трактор ДЭТ-320. На тракторе ДЭТ-320 установлен двигатель Ярославского моторного завода ЯМЗ-7512.10.

На Чебоксарском заводе промышленных тракторов изготовлен трактор Т-50.01 с бульдозерно-рыхлительным оборудованием (см. таблицу 1), который прошёл эксплуатационные испытания при разработке многолетнемёрзлых грунтов в зонах промышленного освоения рассыпных месторождений республики Саха-Якутия [3].

На тракторе Т-50.01 установлен V-образный дизель жидкостного охлаждения, обладающий большим запасом крутящего момента и хорошей топливной экономичностью. Система пуска дизеля – электростартерная с подогревом охлаждающей жидкости, масел и аккумуляторов для пуска машины при отрицательных температурах.

Наиболее эффективно рыхлители на базе гусеничных промышленных тракторов работают при температуре мёрзлого грунта не ниже минус 15°С, когда прочность мёрзлого грунта характеризуется 260–320 ударами динамического плотного удара ДОРНИИ [2].

© Ивкин В. С., Волынщиков П. Ю., 2013

Таблица 1

Технические характеристики бульдозерно-рыхлительных агрегатов
на базе мощных гусеничных промышленных тракторов

Марка бульдозерно-рыхлительного агрегата	ДЭТ-250Б1Р1	ДЭТ-320Б1Р1	Т-50.01 БР1
Двигатель	В-31М4	ЯМЗ 7512.10	V-образный дизель жидкостного охлаждения
Эксплуатационная мощность двигателя, кВт	237	243	555
Максимальное заглубление зуба рыхлителя в грунт, мм	1250	1250	1760
Габаритные размеры, мм			
длина	8740	8720	10650
ширина	4250	4250	5500
высота	3600	4030	4550
Масса бульдозера с рыхлителем, кг	41095	44900	89900

Таблица 2

Соотношения сопротивления мёрзлого грунта и льда различным видам деформации [1]

Характер деформации	Разрыв	Сжатие	Сдвиг	Изгиб	Резание	Вдавливание
Среднее значение относительного показателя для мёрзлого грунта	1	3	1,7	2	7	21
Среднее значение относительного показателя для льда	1	2,6	4	1,9	Нет данных	

Более производительно выполняется рыхление в декабре-январе, когда температура грунта в районах с сезонным промерзанием не опускается ниже минус 8–10°С и глубина промерзания не превышает 40–60 см, что позволяет производить однослойное рыхление грунта на всю глубину промерзания [2].

Перед рыхлением мёрзлого грунта необходимо снять снежный покров с разрабатываемого участка, так как при работе по снегу даже толщиной всего несколько сантиметров резко снижается сцепление гусениц промышленного трактора с мёрзлым грунтом.

При рыхлении высокопрочных мёрзлых грунтов эффективен tandemный способ с использованием дополнительного трактора-толкача. Рыхление с толкачом увеличивает машинное время и общие затраты в 2 раза, однако при этом в 3–4 раза возрастает производительность рыхления и снижается износ рыхлителя и толкача [2].

При разработке прочных скальных грунтов режущая кромка наконечника нагревается до температуры 600–650°С [4]. Поэтому долговечность наконечников при работе на вечномёрзлых

грунтах составила 40–70 часов, а на прочных скальных грунтах значительно ниже – только 2 или 10 часов.

Теплофизические процессы в мёрзлом грунте, трансформация мёрзлого грунта в пластичное состояние были также установлены Беловым П. А. при изучении работы ударника ДОРНИИ для определения прочности мёрзлого грунта [5] и Мартюченко И. Г. [6].

Под действием внешнего давления происходит структурная перестройка в контактном слое мёрзлого грунта, приводящая к плавлению льда. Переход льда в воду в контактном слое снижает коэффициент трения на глинистых и суглинистых грунтах, но повышает его значение на песчаных грунтах [6]. Причина заключается в том, что при частичном плавлении льда мелкодисперсные частицы глинистого грунта теряют своё связанное состояние и вместе с водой образуют смазывающий слой суспензии.

В крупнозернистых грунтах (песчаных) частичное плавление льда не является достаточным для расцементирования крупных частиц, так как толщина оттаянного слоя значительно меньше

кристаллов кварца – основы песчаных грунтов [6].

Рыхлители на базе мощных промышленных тракторов обеспечивают полное выполнение технологического процесса рыхления и транспортирование мёрзлого грунта только на строительных площадках с большим объёмом земляных работ.

Основными недостатками этих рыхлителей являются:

1) быстрый износ режущих наконечников рабочего органа – зуба;

2) невозможность применения при выполнении работ малых объёмов, рассредоточенных работ в стеснённых условиях строительства, так как габариты и масса бульдозерно-рыхлительных агрегатов (см. таблицу 1) очень большие.

Граница между работами малых и больших объёмов является условной.

Однако известно [7], что при уменьшении объёмов и увеличении рассредоточенности работ происходит ухудшение основных показателей механизированного процесса:

1) снижается эксплуатационная производительность рыхлителя;

2) повышается себестоимость и трудоёмкость рыхления мёрзлого грунта.

Ухудшение основных показателей при выполнении работ малых объёмов происходит вследствие дополнительных затрат на переезды между объектами. Это зависит от мобильности и транспортабельности рыхлителей. Сосредоточенность объёмов земляных работ Cv_L характеризуется количеством продукции, которое приходится на 1 километр транспортного перемещения рыхлителя:

$$Cv_L = \frac{V}{L}, \quad \text{м}^2/\text{км}, \quad (1)$$

где V – объём рыхления мёрзлого грунта;

L – межобъектное транспортное перемещение рыхлителя для выполнения этого объёма работ

Переезды рыхлителя по территории строительной площадки здесь не учитываются, так как они связаны с технологическим процессом по рыхлению мёрзлого грунта.

Совмещённость объёмов работ Cv_n характеризуется количеством суммарных объёмов работ, подлежащих выполнению на одном объекте:

$$Cv_n = \frac{V_\Sigma}{n}, \quad (2)$$

где n – число мест, на которых работал рыхлитель при выполнении работ на одном объекте.

По данным Донского В. М. [7] к работам малых объёмов могут быть отнесены такие, у кото-

рых совмещённость объёмов работ $Cv_L < 200 \text{ м}^3$ или сосредоточенность объёмов работ $Cv_n < 100 \text{ м}^3/\text{км}$.

Граница между работами больших и малых объёмов существенно зависит от мобильности и транспортабельности рыхлителей. Донской В. М. предлагает [7] мобильность рыхлителя оценивать отношением скорости движения рыхлителя к эксплуатационной производительности:

$$M = V_T / Пэ. \quad (3)$$

Транспортабельность машины характеризуется затратами времени на демонтаж, монтаж и подготовку её к работе на новом месте и определяется по формуле

$$T = 1 / t_{п.з.} \cdot Пэ, \quad (4)$$

где $t_{п.з.}$ – время, необходимое для демонтажа, монтажа и подготовку рыхлителя к работе;

$Пэ$ – эксплуатационная производительность рыхлителя.

Мобильные и транспортабельные рыхлители должны иметь большие скорости передвижения своим ходом, незначительные затраты времени на монтаж, демонтаж и подготовку к работе и обладать небольшой массой и габаритами.

Использование рыхлителя в стеснённых условиях строительства считается возможным, если его габаритные размеры меньше по условиям производства работ, а маневренность характеризуется вписываемостью в угловые проезды и шириной площадки, необходимой для обратного разворота [7].

Перспективным направлением повышения эффективности работы рыхлителей является интенсификация их рабочих процессов, то есть использование для рыхления мёрзлого грунта дополнительной энергии. Подача сжатого воздуха высокого давления в зону рыхления является одним из перспективных направлений совершенствования рабочего оборудования рыхлителя [8, 9, 10, 11, 12, 13, 14]. Землеройные машины малой и средней мощности простаивают в холодное время года, использование их с эффективным газоимпульсным оборудованием повысит коэффициент использования и годовую производительность машин.

Однократное приложение разрушающей нагрузки при выхлопе из рабочей камеры, при подводе в зону рыхления довольно высоких энергий сжатого газа (воздуха) высокого давления позволяет разрушать мёрзлый грунт наименее энергоёмким способом при доминировании наименее энергоёмких напряжений разрыва, так как сопротивление мёрзлого грунта резанию в

7 раз выше, чем сопротивление разрыву (см. таблицу 2).

При рыхлении мёрзлого грунта газодинамическим рыхлителем можно выделить:

а) фазу завинчивания рабочего органа в мёрзлый грунт. Процесс завинчивания сопровождается значительным ростом контактных напряжений между минеральными частицами, подплавлением льда в слое мёрзлого грунта, соприкасающегося с рабочими поверхностями рыхлителя, и снижением сил трения. Эти явления снижают износ рабочего органа. При завинчивании рабочего органа появляются микротрещины в грунте, ослабляющие монолит, происходит подготовка ко второй фазе;

б) фазу отрыва мёрзлого грунта от массива за счёт выхлопа из рабочей камеры (подвода) в зону рыхления мёрзлого грунта довольно высоких энергий газа высокого давления. Энергия сжатого воздуха передаётся непосредственно разрыхляемому грунту. Расширяющийся воздух, внедряясь в трещины (имеющиеся в силу неоднородности его структуры, полученные в результате завинчивания рыхлителя) и действуя как клин, усиливает процесс рыхления.

Однократное приложение разрушающей нагрузки сжатого газа (воздуха) высокого давления способствует интенсивному процессу трещинообразования, отрыву мёрзлого грунта от массива.

Новая землеройная техника [8, 9, 10, 11, 12, 13, 14] на принципах газоимпульсного рыхления мёрзлых грунтов – это малогабаритные, маневренные и лёгкие машины с высокой производительностью, так как определяющим параметром является не тяговое усилие гусеничного промышленного трактора, а мощность газового импульса.

Машины с рабочими органами газоимпульсного действия [8, 9, 10, 11, 12, 13, 14] имеют и более удачную силовую схему взаимодействия с мёрзлым грунтом, так как газовый импульс совершает основное разрушение – рыхление мёрзлого грунта при доминировании наименее энергоемких напряжений разрыва (см. табл. 2). В процессе рыхления грунта рыхлителями на базе мощных гусеничных промышленных тракторов нагрузка воспринимается конструкцией зуба рыхлителя и базовой машиной, что приводит к увеличению массы и габаритов (см. табл. 1).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Машины для разработки мёрзлых грунтов / Ю. Н. Берновский, Б. З. Захарчук, М. И. Ровин-

ский, В. Д. Тёлушкин, И. З. Фиглин, Г. А. Шлойдо. – М. : Машиностроение, 1973. – 272 с.

2. Навесное тракторное оборудование для разработки высокопрочных грунтов / Б. З. Захарчук, Г. А. Шлойдо, А. А. Яркин, В. Д. Тёлушкин. – М. : Машиностроение, 1979. – 189 с.

3. Карлов, А. Г. Эксплуатационные показатели трактора Т-50.01 с бульдозерно-рыхлительным оборудованием / А. Г. Карлов, С. А. Анучин // Строительные и дорожные машины. – 1996. – №11. – С. 12–18.

4. Волобуев, А. И. О теплостойкости материала для наконечников рыхлителей / А. И. Волобуев, А. Л. Веретеник, Г. Н. Сахаров // Строительные и дорожные машины. – 1987. – №2. – С. 10–11.

5. Белов, П. А. О физическом смысле числа с ударника ДорНИИ / П. А. Белов // Строительные и дорожные машины. – 2012. – №10. – С.45–47.

6. Мартюченко, И. Г. Методы снижения энергозатрат при разработке мёрзлых и прочных грунтов / И. Г. Мартюченко. – Саратов : Саратов. гос. техн. ун-т, 2004. – 150 с.

7. Донской, В. М. Механизация земляных работ малых объёмов / В. М. Донской – Л. : Стройиздат, Ленинградское отделение, 1976. – 160 с.

8. Пат. №2209891 С1 Российская Федерация, МПК 7Е 02 F5/32. Газодинамический рыхлитель / Ивкин В. С. ; заявитель и патентообладатель Ульянов. гос. техн. ун-т. – №2002110492/03; заявл. 19.04.2002; опубл. 10.08.2003, Бюл. №22. – 12 с.

9. Пат. №2231601 Российская Федерация, МПК 7Е 02 F5/32. Газодинамический рыхлитель / Ивкин В. С. ; заявитель и патентообладатель Ульянов. гос. техн. ун-т. – №2003108241/03; заявл. 25.03.2003; опубл. 27.06.2004, Бюл. №18. – 16 с.

10. Пат. №2236514 Российская Федерация, МПК 7Е 02 F5/32. Газодинамический рыхлитель / Ивкин В. С., Кузьмин Е. К. ; заявитель и патентообладатель Ульянов. гос. техн. ун-т. – №2003116529/03; заявл. 03.06.2003; опубл. 20.09.2004, Бюл. №26. – 15 с.

11. Пат. №2244784 Российская Федерация, МПК 7Е 02 F5/32. Газодинамический рыхлитель / Ивкин В. С., Кузьмин Е. К. ; заявитель и патентообладатель Ульянов. гос. техн. ун-т. – №2003130251/03; заявл. 10.10.2003; опубл. 20.01.2005, Бюл. №2. – 11 с.

12. Пат. №2252989 Российская Федерация, МПК Е 02 F5/32. Устройство для разрушения мёрзлых и прочных грунтов / Ивкин В. С., Морозов В. В. ; заявитель и патентообладатель Улья-

УДК 338.45:69

С. Б. ПОЗМОГОВА

КЛАСТЕР – ИНСТРУМЕНТ ЭФФЕКТИВНОЙ РЕГИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ

Рассмотрены вопросы формирования и развития интегрированных корпоративных структур в региональном производственно-строительном комплексе, структурированы предпосылки формирования кластера, предложен алгоритм формирования регионального строительного кластера.

Ключевые слова: интегрированные корпоративные структуры, кластерная политика, природно-ресурсный потенциал, региональная экономика.

Наиболее эффективным инструментом региональной экономической политики во всём мире признаётся кластерный подход. Деятельность по реализации кластерного подхода может быть обозначена как кластеризация и представляет собой комплекс организационно-экономических мероприятий, проводимых государственными и общественными институтами с целью ассоциации предприятий в кластеры и установления между ними неформальных взаимоотношений и сетевого сотрудничества.

Для исследования сущности кластерной политики следует рассмотреть различные её типологии. М. Энрайт предложил рассматривать четыре типа кластерной политики, представленные в таблице 1, отличающиеся механизмами её проведения [1].

На рис. 1 схематично представлены предпосылки формирования регионального строительного кластера.

Формирование и развитие интегрированных корпоративных структур в региональном производственно-строительном комплексе рассматривается автором как один из этапов непрерывного процесса стратегического управления. Разработка кластерного проекта включает в себя три стадии: подготовительную, основную и завершающую. Алгоритм формирования регионального строительного кластера представлен схематично на рис. 2.

Конкурентные преимущества региональной экономики и предприятий, осуществляющих деятельность в рамках регионального территориального пространства, во многом зависят от ряда специфических факторов, присущих тому или иному региону.

К таким специфическим факторам относятся:

1. *Географическое положение региона, его природно-ресурсный потенциал.* Природно-ресурсный потенциал, характеризующий основные направления развития региона, его специализацию. Географическое положение региона влияет на формирование определённых межрегиональных связей. Чем ближе регион расположен к центру, тем больше вероятность наличия в нём благоприятного инвестиционного климата. Если регион по географическому положению является периферийным, тем больше вероятность менее благоприятного уровня инвестиционного климата и высоких инвестиционных рисков. В этом проявляется действие так называемого «волнового эффекта».

2. *Экономические особенности развития региона.* Все регионы различаются по степени износа основных фондов, по уровню развития технологий, по уровню доходов населения. При этом половина регионов характеризуется дефицитом бюджета. Это приводит к тому, что регионам требуется помощь из федерального бюджета. Данный факт оказывает негативное влияние на уровень экономического и финансового рисков. В итоге происходит ухудшение инвестиционного климата, а соответственно, и рост регионального инвестиционного риска.

Типы кластерной политики

Тип кластерной политики	Описание
Каталитическая кластерная политика	Правительство сводит заинтересованные стороны (например, частные компании и исследовательские фирмы) и оказывает им небольшую финансовую поддержку
Поддерживающая кластерная политика	Каталитическая политика государства дополняется значительными инвестициями в инфраструктуру регионов (в образование, профессиональное обучение, маркетинг и др.), создающую благоприятную среду для развития кластеров
Директивная кластерная политика	Поддерживающая функция государства осуществляется в рамках программ трансформации специализации регионов посредством развития кластеров
Интервенционистская кластерная политика	Правительство активно формирует специализацию кластеров и посредством трансфертов, субсидий, административных ограничений или стимулов контролирует деятельность фирм в кластерах.



Рис. 1. Предпосылки формирования регионального строительного кластера

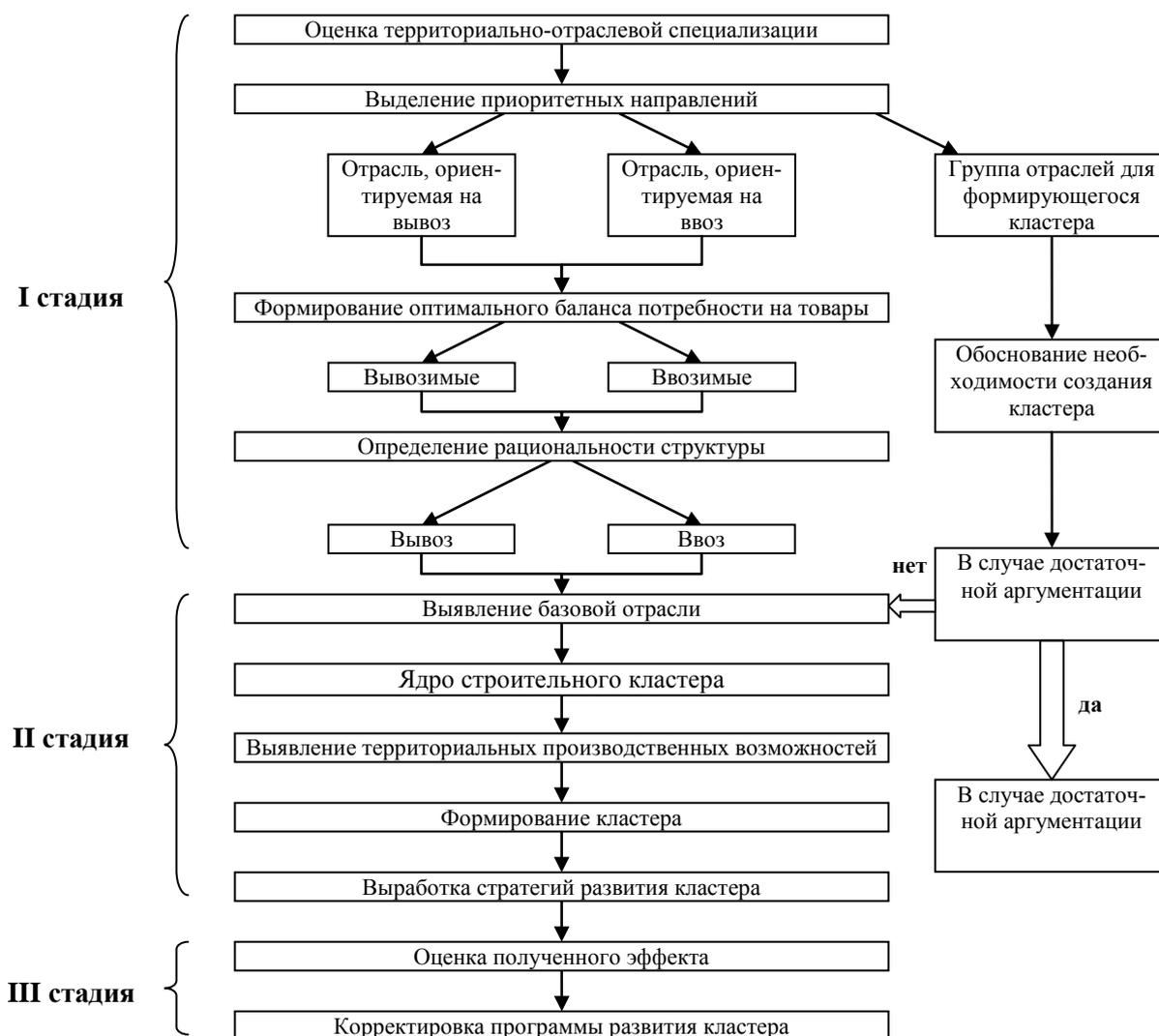


Рис. 2. Алгоритм формирования региональных кластеров

3. *Законодательные особенности.* Все регионы различаются по уровню развития инвестиционно-регионального законодательства. Законодательные условия инвестирования регулируют возможности вложения капитала в те или иные сферы или отрасли. Большинство инвесторов (особенно иностранные инвесторы) в значительной степени реагирует на наличие соответствующих законодательных актов, касающихся инвестиций. Чем больше условий для инвестиционной деятельности в регионе с точки зрения законодательства, тем ниже уровень законодательного риска, а соответственно, и регионального инвестиционного риска.

4. *Политические факторы.* Регионы различаются по уровню политической стабильности.

Изменение системы выборов в местные органы власти, назначение новых глав регионов напрямую влияет на уровень политического риска. Политические процессы и реакция на них различаются на федеральном и региональном уровнях. В регионах политические риски могут быть выше, чем в общем по России. Соответственно инвестиционный риск на уровне региона также может быть более высоким.

5. *Факторы, связанные с темпами проводимых реформ.* Регионы зачастую характеризуются не только разными темпами осуществления реформ, но и разной их направленностью. Этот факт усиливает уровень дифференциации между регионами, затрудняет их взаимодействие. В итоге происходит рост инвестиционных рисков.

6. *Факторы инфраструктурного развития района.* Регионы различаются по уровню развития рыночной и производственной инфраструктуры. Отдельно стоит отметить наличие банковских учреждений, как существенной составляющей инфраструктуры, которая играет важную роль в наличии у региона инвестиционной привлекательности. Российская банковская система характеризуется неравномерностью территориального распределения входящих в неё институтов. Экономический рост не создаёт стимулов для привлечения инвестиций в производственную сферу. Наблюдаются высокие инвестиционные риски в капиталоемкие объекты с длительными сроками окупаемости.

Стратегический подход к управлению развитием кластера определяет возможные альтернативы и сценарии развития кластера; условия и способы поведения участников кластера; согла-

сование управленческих решений.

Строительный кластер по своей природе является разновидностью отраслевых кластеров с преобладающими горизонтальными связями между участниками. Координатором развития кластера может стать некоммерческая организация «Региональное объединение строителей».

Модель интегрированной корпоративной структуры в региональном строительном комплексе представлена на рис. 3.

Автор считает, что требование системности кластерной стратегии должно стать основным при разработке стратегий социально-экономического развития на всех уровнях управления. Необходима интеграция систем кластерного стратегического планирования по отдельным кластерам в общенациональную систему индикативного планирования.

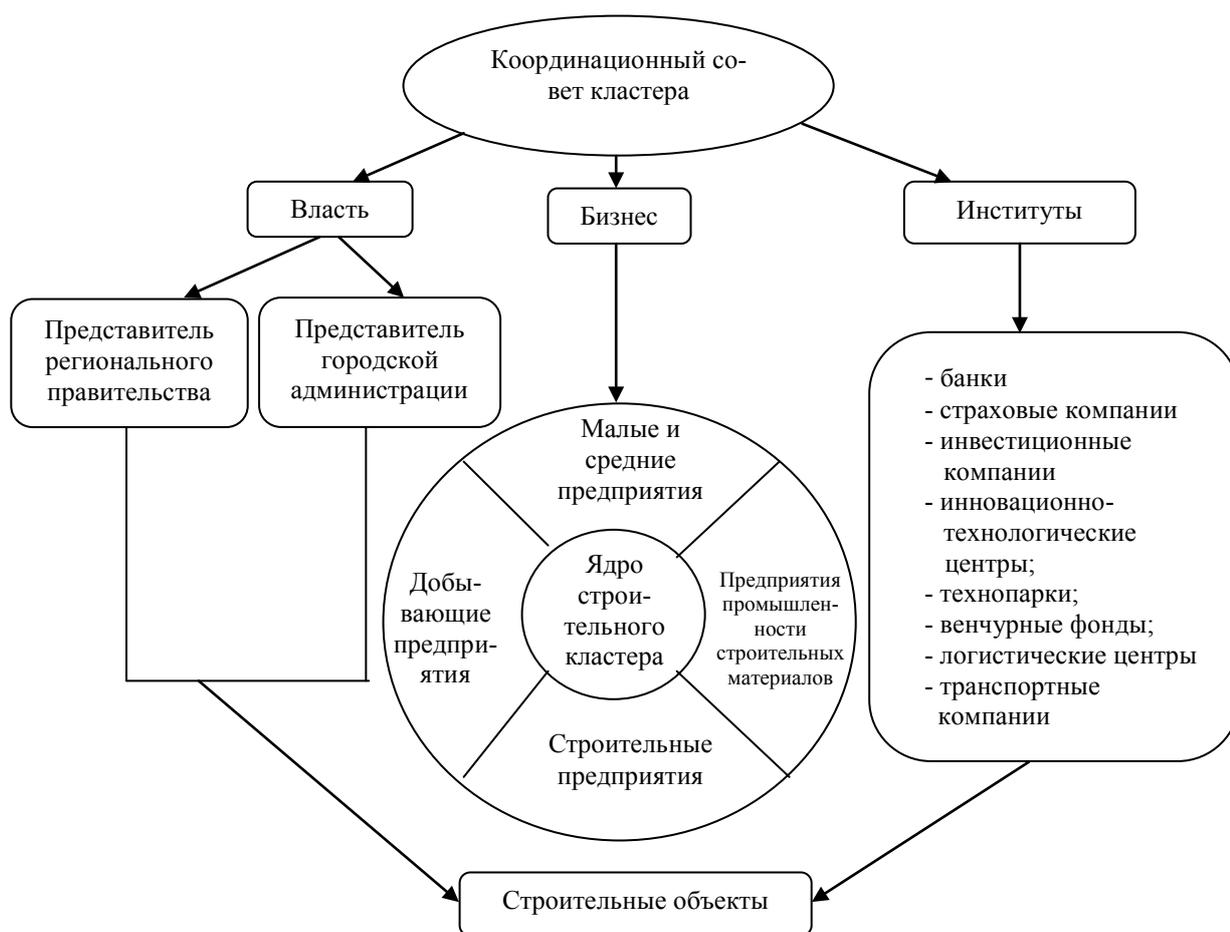


Рис. 3. Модель формирования строительного кластера

Формирование экономического кластера региона должно начинаться с всестороннего анализа социально-экономического развития региона. Отличительной особенностью данного анализа, на наш взгляд, является разделение всех секторов экономики на основные и поддерживающие отрасли. С этой целью был проведён анализ строительной, добывающей и перерабатывающей отраслей.

Анализ генезиса строительного комплекса, его современной структуры особенностей жизненного цикла реализации строительных проектов приводит к выводу о целесообразности создания кластеров в рамках строительного комплекса как прогрессивного и эффективного вида организации структурных взаимоотношений. Это позволит изменить содержание строитель-

ной политики в отдельных субъектах РФ, окажет значительное влияние на рост производительности на предприятиях строительного комплекса и повышение конкурентоспособности продукции.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ларина, Н.И. Кластеризация как путь повышения международной конкурентоспособности страны и регионов / Н. И. Ларина, А. И. Макаева // ЭКО. – 2006. – № 10.

.....

Позмогова Светлана Борисовна, кандидат экономических наук, доцент кафедры «Строительное производство и материалы» УлГТУ.

УДК 332.8

Л. Г. КУЧЕПАТОВА

СУДЬБА АВАРИЙНЫХ ДОМОВ

Рассмотрены основные аспекты оценки недвижимости и расходов на её содержание.

Ключевые слова: капитальный ремонт, недвижимость, реконструкция, содержание.

Для оценщиков представляет особую важность понятие экономической целесообразности, то есть насколько целесообразно реконструировать (модернизировать) физически, морально и функционально устаревшее жильё. Но, к сожалению, до сих пор автор не встречал ни одного вполне квалифицированного обоснования целесообразности использования земельного участка с такими объектами. А если учесть цену поддержания жизнеспособности тонкостенных «хрущёвок», то, на взгляд оценщика, общественной целью должен быть снос всего этого жилья ради застройки современными высотными зданиями.

Однако реально собственниками объектов,

которые не удовлетворяют никаким нормативным показателям, является разрозненная масса лиц с сугубо частными интересами. Но и при согласованности интересов до сих пор не выработана государственная программа расселения этой части жилого фонда. А ведь именно государство, десятилетиями решавшее жилищную проблему населения, было инициатором разработки типовых проектов с использованием временных проектов и экспериментальных материалов (чего стоит качество однослойных панелей, закладных деталей в керамзитобетоне и т. д.). В итоге, при нормативном сроке эксплуатации 100 лет, уже через 30 лет дома начинают разрушаться.

Оценка недвижимости, кроме физического, предполагает расчёт морального и функционального износа. Возьмём хотя бы эти кухоньки площадью 5 кв. метров, такие же прихожие,

© Кучепатова Л. Г., 2013

санузлы и т. д. Они были крохотными, такими и останутся, тут не подступиться с реконструкцией. Морально устаревшее жильё непригодно, кроме прочего, из-за подвальных бойлерных, поскольку страдает первый этаж, даже в отсутствие подтопления технического подполья. Правда, людям свойственно привыкать и, как следствие, переоценивать свои жилищные условия.

И поэтому мы настойчиво ориентируемся на критерии экономической целесообразности. Говоря проще, решение судьбы застройки 50–70-х годов зависит от её рыночной стоимости после реконструкции. То есть если ценность полученной в результате недвижимости окажется выше расходов на реконструкцию, то средства затрачены эффективно. Конкретные проекты по реконструкции учитывают это общее требование, используя, в частности, более или менее дорогие утеплители стен. Известны примеры эффективной реконструкции с надстройкой мансардным этажом пятиэтажных жилых домов из фонда первых массовых серий с перекрытиями и несущими конструкциями из железобетонных панелей. Кроме надстройки одноуровневой мансарды и утепления фасадов, вне жилого дома устраивался тепловой пункт, модернизировались коммуникации, устанавливались оконные и балконные блоки с уплотнителями и т. д.

Но такие примеры единичны, тогда как жильцы не ставят в известность о намерениях осуществлять плановые и капитальные ремонты. А поскольку нет системы контроля обслуживания, то остаётся один аварийный режим. Между тем любая управляющая компания обязана формировать свои расходы так, чтобы финансирование аварийных рисков не исключало финансирования текущего ремонта. Нам остаётся верить в возможность реального надзора за такими расходами, начиная с Федерального фонда реконструкции жилья.

Тем временем большая часть жилого фонда, хотя внешне не рушится, однако темпы разрушения нарастают. Точнее, если две трети жизненного цикла недвижимости идёт плавный из-

нос, то последнюю треть износ нарастает галопирующим темпом. Однако этой закономерностью совсем не оправдываются те мизерные вложения в реконструкцию и капремонт, которые до сих пор имеют место быть.

Вообще говоря, для строителей реконструкция зданий и сооружений ничем не отличается от нового строительства. Другое дело изменение среды обитания, здесь к процессу реконструкции объекта приковано внимание общественности. Количество реконструированных жилых домов на территории города за последние полтора десятилетия, скорее всего, не достигнет и двух десятков.

Такие экспериментальные объекты были практически в каждом районе города, и реконструкция всех жилых домов проводилась после их расселения. В настоящее же время реконструкция многоквартирного жилого дома допускается при наличии согласия всех правообладателей объекта капитального строительства (ст. 51 Градостроительного кодекса РФ; ст. 36 Жилищного кодекса РФ). Споры нет, реконструкция жилого дома всегда несёт людям временные неудобства.

Однако многие жители, в силу нашей ментальности, готовы терпеть вечный капитальный ремонт (или вечное его отсутствие), чем какое-нибудь хоть маломальское строительство рядом с собой, тем более над своей головой. Если согласие всех жителей многоквартирного дома на его реконструкцию получить не удаётся, то невозможно оформить разрешение на строительство и, как следствие, проводить строительномонтажные работы. И тут никакой национальный проект не может стоять над законом.

Пожалуй, проще всего будет реконструировать здания общежитий, но и в этом случае придётся решать задачу расселения жителей. А так ли уж необходима для нашего города реконструкция домов первых массовых серий? Крупноблочные дома (т. е. «блок» – это комната) у нас не возводились, а они-то в первую очередь не выдержали бы испытания долговременной нагрузкой. Да и дома первых массовых серий в целом находятся далеко не в аварийном состоя-

нии, предполагая, что в эксплуатационный период обошлось без грубых нарушений норм, приведших к критическим дефектам. Во всяком случае, несмотря на возрастающий процент аварийного жилья, «массовая» реконструкция основной части жилого фонда в ближайшее время едва ли возможна.

Тема реконструкции жилого фонда всё чаще сводится к следующей задаче: массовому вводу социального жилья в завершающие десятилетия советского периода сегодня должны соответствовать такие же темпы капитального ремонта. Между прочим, это почти дословно выражает программную задачу начала перестройки 80-х годов – либо за 20 лет новые индустриальные мощности превзойдут всё созданное до сих пор, либо экономический кризис разовьётся в системный коллапс.

Так или иначе, в противном случае из эксплуатации придётся выводить неремонтопригодные здания, в том числе все панельные 1-го периода застройки (1950–1960 гг.) с исчерпанным ресурсом, большинство домов из 2-го периода застройки (1960–1970 гг.) с износом около 60%, а также многие конструктивные элементы жилых застроек после 1970 г. (здесь в широких масштабах нарушались сроки проведения текущих и капитальных ремонтов, применялись строительные материалы, не отвечающие требованиям СНиПов по многим техническим, эстетическим, санитарно-гигиеническим и экологическим показателям).

Если весь зарегистрированный жилой фонд России приближается к 3 млрд кв. метров, то даже без учёта панельных домов (более половины этого фонда) имеется 90 млн кв. метров ветхого и аварийного жилья. При нормативе 4–5% для планового капитального ремонта реально имеют место 0,3%. Несколько более оптимистичен взгляд на будущее состояние инженерных сетей, поскольку в муниципальных программах реконструкции жилья они фигурируют как таковые, а жилые дома представлены только аварийными крышами. Тем не менее речь идёт о час-

тичном (если не минимальном) продлении жизненного цикла строительных конструкций.

Начальное представление здесь даёт перечисление работ, содействующих изменению технико-экономических показателей объектов в сторону их повышения: изменение первоначального функционального назначения; изменение габаритов и технических показателей; строительство пристройки, надстройки; разборка и усиление несущих конструкций; переоборудование чердачного помещения под мансарду; строительство и реконструкция инженерных систем и коммуникаций здания.

Более обстоятельно перспективность вышеуказанных мероприятий оценивается по мере обследования конструктивных элементов, составления проектной документации и результатов осуществления реконструкции.

На практике обследование конструкций (фундаментов, колонн, плит перекрытий, ригелей) обычно служит выяснению их несущей способности путём идентификации и поверочных расчётов.

Обследование более всего оправдано следующими обстоятельствами:

- очевидна потребность в замене конструкций (особенно деревянных конструкций перекрытий);
- здание повреждено в силу чрезмерного воздействия (например, от пожара, вследствие удара падающим башенным краном);
- планируется увеличение нагрузки на перекрытие при изменении функционального назначения помещения;
- предполагается перенос перегородок (перепланировка помещения);
- обнаружено возрастание деформаций (увеличение прогиба плит перекрытий, трещин в стеновых панелях и т. п.), замечено нарастание деформаций (например, раскрытие трещин в стенах);
- исчерпан срок службы фундамента здания либо стронуты бутовые фундаменты (при работах в подполье или подвале);
- здание страдает от протечек кровли, разгерметизации (промокание, промораживание);

- требуется обследование инженерных сетей здания в связи с их неудовлетворительным функционированием.

Существующие методы контроля строительных конструкций достаточно эффективны, когда ими пользуются зарекомендовавшие себя специализированные организации. Основанием для экспертных заключений служат строительные нормы, главным образом оговоренные СНиП 3.03.01-87 «Несущие и ограждающие конструкции», распространяющиеся на производство и приёмку работ, выполняемых при строительстве и реконструкции зданий и сооружений.

Результаты обследования выявляют состояние несущих конструкций и возможность дальнейшей эксплуатации здания, техническое состояние других конструктивных элементов сооружения, а также определяют возможность их дальнейшей эксплуатации. Экспертами также разрабатываются рекомендации по устранению обнаруженных дефектов с целью восстановления и повышения эксплуатационных свойств зданий.

Что касается необходимости сноса, к этому крайнему выводу эксперты склоняются чаще всего вследствие не критического состояния несущих конструкций, а ввиду чрезмерной стоимости обеспечения достаточного запаса прочности всего здания. Например, сносу подлежит аварийная «пятиэтажка», где обрушились четыре наружных элемента панелей торцевой стены, в то время как множество объектов более чем 100-летнего возраста решено сохранить. В этой связи не покажется чрезмерным требование реконструкции в полном масштабе централизованных инженерных систем городского ЖКХ, а также капитального ремонта панельного фонда первых поколений. Ведь если можно как-нибудь перенести угрозу в лице отдельного аварийного дома, то в 70-процентном износе основных фондов ЖКХ (в отдельных городах и поселках до 90%) отражается ни с чем не сравнимая катастрофа на фоне изобилия сантехники превосходного качества.

С другой стороны, хотя внимание экспертов сосредоточено на региональном уровне и учреждается федеральный Фонд содействия реформированию жилищно-коммунального хозяйства, наиболее выразителен местный характер развития общего кризиса. К примеру, судя по отчёту Федерального агентства по строительству и ЖКХ: «Мониторинг строительной отрасли» за июль 2012 г., частота аварий в последний осенне-зимний период возросла только в двух из семи федеральных округов (Центральном и Уральском), где прорывам магистральных водоводов предшествовали резкие похолодания. Причём ликвидация чрезвычайных ситуаций, как правило, расстраивает планы модернизации, цена выполнения которых выше аварийных расходов в 20–30 раз (имеется в виду строительство местных котельных, позволяющих снизить давление в центральных трубопроводах).

Модернизация явно противоречит намерениям многих управляющих компаний ограничивать свои обязательства перед собственниками жилья устранением аварий, усиливая тем самым аварийность до общественно нетерпимого уровня.

Словно по ту сторону вышеуказанной реальности действуют строгие нормы обращения со всеми элементами градостроительного комплекса. Согласно Федеральному закону «Об архитектурной деятельности в Российской Федерации», застройщик строит или реконструирует на основе архитектурного проекта, выполненного в соответствии с архитектурно-планировочным заданием.

Без разрешения осуществляются только работы, которые не влекут за собой изменений внешнего архитектурного облика сложившейся застройки города или иного поселения и их отдельных объектов и не уменьшают надёжности и безопасности зданий, сооружений и инженерных коммуникаций. (В свете этого требования недопустимо заменять планомерную деятельность готовностью ликвидировать аварии). Как следствие, чем больше реконструируемый объект взаимодействует со своим градостроительным

окружением, тем более трудоёмки операции по согласованию намерений застройщиков.

Отсюда следует естественное влечение последних к местам престижным и одновременно обременённым ветхо-аварийными строениями. Таким образом, указанная трудоёмкость чаще всего даёт о себе знать при перепланировке помещений, когда подавляющая часть элементов здания остаётся без изменений. Прежде чем приступают к работам, подразумевающим тот или иной вид перепланировки помещения, необходимо пройти длительный путь подготовки и согласования проектно-технической документации и получить необходимые разрешения.

В состав проектной документации входят Техническое заключение о состоянии несущих конструкций здания и Проект перепланировки. Техническое заключение подтверждает, что перепланировка не влияет на условия проживания жильцов соседних квартир, осуществляется с учётом норм пожарной безопасности, а степень износа здания позволяет её осуществление без угрозы причинения непоправимого ущерба. Проекты перепланировки необходимо согласовывать с Пожнадзором, СЭС, балансодержателем (ТСЖ, Управляющая компания и пр.), жилищной инспекцией, газовой инспекцией, государственной экспертной организацией с правом давать экспертное заключение.

В случае, если объект относится к памятникам истории и культуры, требуется справка об этой принадлежности и решение органов по охране и использованию памятников истории и культуры на проведение реконструкции.

При обнаружении существенных нарушений строительных норм и правил, ведущих к снижению прочности и эксплуатационной надёжности сооружения, необходимостью становятся работы по усилению несущих и иных конструкций.

Наиболее выразительно эта задача обнаруживается, когда реконструируются большие промышленные объекты. В этом случае преобладающим видом работ является демонтаж железобетонных конструкций (колонн, балок, пере-

крытий и фундаментов) и их усиление, в то время как остальные элементы относительно мало заметны. При реконструкции жилых строений застройщики должны осуществлять более широкий спектр работ.

Как правило, при реконструкции отдельных помещений и зданий в целях обеспечения коммерческого бизнеса наибольшая часть работ относится к разряду общестроительных и ремонтных. В этом случае задача усиления несущих конструкций чаще всего ограничивается восстановлением первоначальных характеристик элементов.

Что касается усовершенствования жилой застройки прошлых десятилетий, до сих пор здесь преобладает мнение, что стоимость реконструкции панельных домов первых массовых серий выше стоимости нового строительства. И это несмотря на прохождение ещё в 1995 г. пика эффективности восстановительного ремонта пятиэтажных панельных зданий (т. е. насколько с каждым годом стоимость реконструкции будет возрастать, настолько жизненный цикл зданий будет укорачиваться). Не говоря о потерях тепла (в 2,5–3,5 раза выше нормативных) через ограждающие стеновые конструкции с физическим износом более 60%, а также увеличении вероятности аварийного обрушения зданий, утративших пространственную прочность целиком или в отдельных наиболее важных несущих конструкциях (что ускоряется соразмерно влажности в подвалах с хронически текущими трубами).

Между тем выполнение каждым регионом и областью целевой программы «Жилище» подразумевает и выполнение подпрограммы «Реконструкция жилых домов первых массовых серий», объектами которой являются 25–30% жилого фонда российских городов. Судя по многочисленным уже опытам успешной реконструкции, её целесообразно проводить в районах с ограниченными возможностями для нового строительства.

С финансовой точки зрения реконструкция оказывается в два раза выгоднее сноса и строительства на пустом месте нового жилого дома,

утепление и отделка фасадов, замена кровли и окон позволяют снизить на треть расход тепловой энергии. Полностью санированные дома удовлетворяют основным техническим нормам, предъявляемым к новостройкам, включая требование к ресурсу эксплуатации. Здесь же утверждается опыт производства работ не в разрушительном «аварийном порядке», а обеспечивая порядочное восстановление жизнеспособности жилищного фонда.

•••••

Кучепатова Лариса Геннадьевна, старший преподаватель кафедры «Бухгалтерский учёт, анализ и аудит» Ульяновского государственного технического университета.

УДК 347.1

Д. Г. АЙНУЛЛОВА

ПРАВИЛА ЗАКЛЮЧЕНИЯ ДОГОВОРОВ АРЕНДЫ С ХОЗЯЙСТВЕННЫМИ ОБЩЕСТВАМИ (МИП)

Рассматриваются порядок и условия заключения договоров аренды с хозяйственными обществами на примере малого инновационного предприятия (МИП).

Ключевые слова: арендная плата, договор аренды, порядок и условия заключения договоров.

На основании Постановления Правительства РФ №677 от 12.08.2011г. «Об утверждении правил заключения договоров аренды в отношении государственного или муниципального имущества государственных образовательных учреждений» определены следующий порядок и условия заключения без проведения конкурсов и аукционов договоров аренды с хозяйственными обществами.

Хозяйственное общество направляет в учреждение заявку о необходимости заключения договора, содержащую следующие сведения:

- а) потребность хозяйственного общества в имуществе;
- б) количество новых технологий, планируемых к получению при применении (внедрении) хозяйственным обществом результатов интеллектуальной деятельности за 5 лет;

в) объём научно-технической продукции и количество новых (инновационных) продуктов и высокотехнологичных услуг, которые планируется произвести (оказать) хозяйственным обществом за 5 лет (в стоимостных показателях и единицах соответственно).

К заявке прилагаются следующие документы:

- а) заверенные в установленном порядке копии учредительных документов хозяйственного общества;
- б) копия выписки из Единого государственного реестра юридических лиц о государственной регистрации хозяйственного общества;
- в) сведения, подтверждающие, что деятельность хозяйственного общества заключается в практическом применении (внедрении) результатов интеллектуальной деятельности.

Если учредителем по результатам рассмотрения обращения и документов принято решение о возможности передачи имущества в аренду хозяйственному обществу, учредитель в письменной форме уведомляет учреждение о направлении его обращения на согласование в органы по управлению имуществом.

© Айнуллова Д. Г., 2013

В случае непоступления от органа по управлению имуществом ответа на письмо в течение 30 дней со дня его направления письмо считается согласованным.

Учредитель после получения ответа от органа по управлению имуществом информирует учреждение о результатах рассмотрения органом по управлению имуществом письма путём направления учреждению решения о согласовании обращения или об отказе в согласовании.

После получения решения учреждение имеет право заключить с хозяйственным обществом договор.

Учреждение заключает с хозяйственным обществом договор, в соответствии с которым хозяйственному обществу в аренду без права выкупа передаётся имущество. При этом существенным условием договора является запрет на передачу в субаренду имущества, передачу хозяйственным обществом своих прав и обязанностей, предусмотренных договором, другим лицам, предоставление имущества в безвозмездное пользование, залог таких арендных прав, а также на использование имущества в целях, не связанных с практическим применением (внедрением) результатов интеллектуальной деятельности.

Договором предусматривается обязанность хозяйственного общества предоставлять учреждению ежегодно, не позднее 15 дней со дня окончания годового периода, исчисляемого со дня заключения договора:

а) информацию о практическом применении (внедрении) результатов интеллектуальной деятельности, исключительные права на которые принадлежат учреждению и права использования которых внесены учреждением в качестве вклада в уставный капитал арендатора, а также о практическом использовании переданного в аренду имущества;

б) информацию о количестве новых технологий, полученных при применении (внедрении) арендатором результатов интеллектуальной деятельности за отчётный период;

в) информацию о произведённом объёме научно-технической продукции и количестве но-

вых (инновационных) продуктов и оказанных высокотехнологичных услугах за отчётный период (в стоимостных показателях и единицах соответственно);

г) копию бухгалтерского отчёта о финансовой деятельности за предыдущий год.

Договором предусматривается ответственность хозяйственного общества за предоставление учреждению неполных и (или) недостоверных сведений.

Размер и порядок внесения арендной платы устанавливаются с соблюдением следующих условий:

а) в первый год аренды – 40 процентов размера арендной платы;

б) во второй год аренды – 60 процентов размера арендной платы;

в) в третий год аренды – 80 процентов размера арендной платы;

г) в четвёртый год аренды и далее – 100 процентов размера арендной платы.

Размер арендной платы устанавливается в процентном отношении на основании отчёта об оценке рыночной арендной платы, подготовленного в соответствии с законодательством РФ об оценочной деятельности.

Имущество, переданное в соответствии с договором и на условиях арендной платы, предоставляется хозяйственному обществу однократно.

Учреждение после заключения договора уведомляет в письменной форме учредителя и орган по управлению имуществом о заключении договора (с приложением перечня переданного в аренду имущества и указанием срока его передачи в аренду).

Контроль за целевым использованием переданного хозяйственному обществу в аренду имущества осуществляется учреждением.

В случае нарушения хозяйственным обществом условий договора учреждение обязано принять меры, направленные на устранение такого нарушения или расторжение договора в соответствии с законодательством Российской Федерации.

Учреждение в течение 10 дней с дня расторжения договора уведомляет учредителя и орган по управлению имуществом о расторжении договора с указанием причин его расторжения.

ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

1. www.sovbun.ru (дата обращения: 23.04.2013).
2. www.aback.ru (дата обращения: 23.04.2013).

•••••

Айнуллова Дания Габдулхаметовна, кандидат экономических наук, доцент кафедры «Бухгалтерский учёт, анализ и аудит» УлГТУ.

ХРОНИКА УНИВЕРСИТЕТА. КОНФЕРЕНЦИИ.

21–22 марта прошла Всероссийская научно-техническая конференция «Авиационные приборы и измерительно-вычислительные комплексы» (ИВК-2013).

В конференции приняли участие учёные и аспиранты Ульяновского государственного технического университета, ОАО «Ульяновское конструкторское бюро приборостроения», Казанского национального исследовательского университета им. А. Н. Туполева, Пензенского государственного университета и др. Тематика докладов охватывала актуальные вопросы авиационного приборостроения, перспективные направления и средства разработки авионики и бортовых измерительно-вычислительных комплексов, а также применение современных компьютерных технологий в приборостроении и при разработке информационных сетей.

* * *

20–21 апреля на базе кафедры «Теплоснабжение, гидравлика, водоснабжение» проведена Шестая Международная научно-техническая конференция «Энергоснабжение в городском хозяйстве, энергетике, промышленности». На конференции традиционно представлены ведущие

научные школы в области энергетики и энергосбережения, сформировавшиеся в Московском энергетическом институте, Ивановском и Казанском государственных энергетических университетах, Саратовском, Новосибирском, Самарском университетах. Традиционно в конференции участвуют специалисты-практики ульяновских предприятий.

* * *

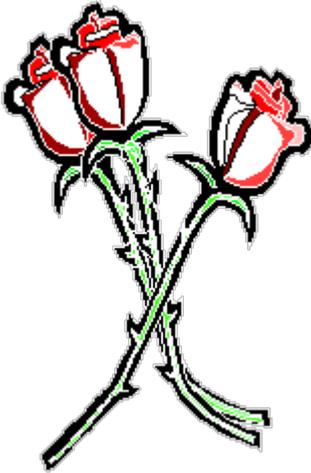
21–23 мая прошла 5-я Всероссийская научно-техническая конференция аспирантов, студентов и молодых учёных (ИВТ-2013). Конференция вызвала активную заинтересованность в научной среде.

Были представлены работы, имеющие теоретическое и практическое значение в актуальных областях проектирования информационных систем, сложных изделий, анализа данных, моделирования динамических процессов, программных и аппаратных средств, искусственного интеллекта, компьютерных обучающих систем и др.

Ульяновский государственный технический университет в 2010 г. выступил соучредителем журнала «Симбирский научный вестник» совместно с УлГУ, УлГПУ и Ульяновской государственной сельскохозяйственной академией. Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (регистрационное свидетельство ПИ № ТУ 73-00161). Выходит 4 раза в год. Основные рубрики: экономика, юриспруденция, психология, педагогика, философия, история, политология, филология, естественные науки.

Правила представления и оформления рукописей статей даны в конце журнала.

ЮБИЛЕИ



19 июня исполнилось **70 лет** доктору технических наук, профессору, заведующему кафедрой «Теоретическая и прикладная механика» **Манжосову Владимиру Кузьмичу**.

На протяжении многих лет Владимир Кузьмич входит в состав редакционной коллегии «Вестника УлГТУ», возглавляет рубрику «Естественные науки», делает журнал интересным и содержательным.

Коллектив университета и редакционная коллегия журнала от всей души поздравляют Владимира Кузьмича с юбилеем!