



КАЧЕСТВО и ЖИЗНЬ

Именно труд, который доставляет человеку наслаждение, является фундаментом качества жизни.

М. Горький

ТЕМА НОМЕРА:

В.В. Бойцову
посвящается



Зал заседания МГУ
им. М.В. Ломоносова.
Ассамблея ИСО.
1967 г.



Генеральная ассамблея ИСО.
Кремлевский дворец съездов, 1967 г.





110 лет: 1908 – 1997

БОЙЦОВ

Василий Васильевич

отечественный мыслитель, внесший огромный вклад в теорию и практику проблем качества как в России, так и за рубежом. Им были сформулированы теоретические и методологические основы управления качеством всех элементов жизненного цикла технических объектов.

Именно он стоял у истоков создания современной отечественной государственной системы стандартизации, эталонной базы страны, занимающих важнейшее место в решении вопросов организации производства и улучшения качества продукции.

Учредители:
Министерство образования
и науки Российской Федерации,
Межрегиональная общественная организация
«Академия проблем качества»

КАЧЕСТВО И ЖИЗНЬ

Научно-производственный
культурно-образовательный журнал

2017 № 4(16)

Свидетельство о регистрации в Роскомнадзор
ПИ № 77-16571 от 13.10.2003
ISSN 2312-5209
Подписной индекс Пресса России – 43453

Редакционный совет:

Г.И. Элькин (*председатель*), д.э.н.; А.В. Абрамов;
Ю.П. Адлер, к.т.н., проф.; В.Н. Азаров, д.т.н., проф.;
В.Н. Бас, д.э.н.; Ф.В. Безъязычный, д.т.н., проф.;
В.Я. Белобрагин, д.э.н., проф.; Б.В. Бойцов, д.т.н.,
проф.; И.Н. Бокарев, д.мед.н., проф.;
В.А. Васильев, д.т.н., проф.; С.А. Васин, д.т.н.,
проф.; В.Г. Версан, д.э.н., проф.; Г.П. Воронин,
д.э.н., проф.; О.А. Горленко, д.т.н., проф.; Ю.А. Гуса-
ков, д.э.н., проф.; С.Г. Емельянов, д.т.н., проф.;
Л.К. Исаев, д.т.н., проф.; Ю.С. Карабасов, д.т.н.,
проф.; И.А. Коровкин, к.э.н.;
Ю.В. Крынев, д.филос.н., проф.;
В.И. Кулайкин, к.п.н.; В.П. Марин, д.т.н., проф.;
А.М. Муратшин, д.т.н.; В.В. Окрепилов, д.э.н.,
проф., акад. РАН; Г.В. Панкина, д.т.н., проф.;
М.А. Погосян, д.т.н., доцент; М.Л. Рахманов, д.т.н.,
проф.; А.А. Рыжкин, д. т.н., проф.;
А.К. Скворчевский, д.т.н., проф.;
П.Б. Шелищ, к.филос.н.; Б.А. Якимович, д.т.н., проф.

Редакционная коллегия:

Б.В. Бойцов (главный редактор), д.т.н., проф.,
засл. деятель науки РФ; Н.С. Круглов (первый
заместитель главного редактора);
К.В. Леонидов; Дэвид Кемпбелл, доктор;
М.Ю. Куприков, д.т.н., проф.; О.А. Горленко, д.т.н.,
проф., засл. деятель науки РФ; Г.Н. Иванова, к.э.н.,
доцент; И.А. Сосунова, д.социол.н., проф.;
В.П. Марин, д.т.н., проф., засл. деятель науки РФ;
Ю.И. Денискин, д.т.н., проф.;
В.Я. Кершенбаум, д.т.н., проф., засл. деятель
науки РФ; Е.В. Дубинская (отв. секретарь), к.т.н.

Издатель – Межрегиональная общественная
организация «Академия проблем качества»
Ленинский просп., д. 9, Москва, 119049
Тел./факс: (495) 330-7166, e-mail: arq_p@mail.ru
www.academquality.ru
www.академия-качества.рф

Ответственный за выпуск: Е.В. Дубинская

Редактор и корректор: И.К. Лапина

Перевод: Е.Н. Комкова

Дизайн и компьютерная верстка: Г.И. Сурикова

Работа с авторами и подписчиками:

Л.А. Смирнова, Н.С. Боцманова
Тел./факс: (499) 236-5540, e-mail: ql-mail@mail.ru

Подписано в печать 10.12.2017
Бумага мелованная. Заказ № 221063
Формат 60×90/8
Гарнитура PragmaticaC, Minion Pro
Печать офсетная

Тираж 900 экз.
Отпечатано в типографии
ООО «Вива-Стар», г. Москва

Иллюстративный материал для первой, второй и
третьей обложек предоставлен Московским авиаци-
онным институтом (НИИУ)

Мнение авторов статей может не совпадать с мнени-
ем редакции. Перепечатка материалов, а также
полное или частичное воспроизведение их в элек-
тронном виде возможны только с письменного раз-
решения издателя. Ссылка на журнал обязательна

СОДЕРЖАНИЕ

Бойцов Б.В.

Обращение главного редактора журнала «Качество и жизнь»3

В.В. БОЙЦОВУ ПОСВЯЩАЕТСЯ

Абрамов А.В.

110 лет. Память о человеке,
сформировавшем уважение к стандарту4

Бас В.Н.

БОЙЦОВ. К 110-летию Василия Васильевича Бойцова,
Председателя Госстандарта СССР в период с 1963 по 1985 год6

Окрепилов В.В.

Мы люди одной общей идеи8

КАЧЕСТВО ЖИЗНИ

Рахманов М.Л.

Повышение качества жизни населения выведет Россию
в мировые лидеры10

Rakhmanov M.L.

Improving the Quality of Life of the People will Bring Russia in World Leaders

УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ

Артамонов И.М., Денискин Ю.И., Денискина А.Р.

Обеспечение единства и согласованности информации
как инструмент управления качеством13

Artamonov I.M., Deniskin Yu.I., Deniskina A.R.

Ensuring Unity and Coherence of Information as Instrument
of Quality Management

Мирошникова В.В., Борбац Н.М., Ефимова Г.В.

Организация менеджмента знаний на предприятии18

Miroshnikov V.V., Borbat N.M., Efimova G.V.

The Organization of Knowledge Management at the Enterprise

ТРАНСПОРТ. ПРОИЗВОДСТВО, УПРАВЛЕНИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ

Постников С.Е., Трофимов А.А.

Перспективные направления развития системы
управления самолетом23

Postnikov S.E., Trofimov A.A.

Perspective Direction of Development of a Control System of Plane

Волков А.А., Мищенко В.Ю., Ионов В.А.

Влияние уровня давления нагнетания на тепловые потери
в гидросистеме летательных аппаратов26

Volkov A.A., Mischenko V.Yu., Ionov V.A.

Influence of Level of Forcing Pressure on Thermal Losses
in Aircraft Hydraulic System

Приходько С.Ю.

Идентификация силы тяги при изменении режима работы
двигателей в летных испытаниях32

Prikhodko S.Yu.

Identification of Thrust Force when Changing
an Operating Mode of Engines in Flight Tests

Оголев Ю.А., Чурочкина Е.В.

Особенности качественного проектирования горизонтального
оперения с учетом работающих высокорасположенных
турбореактивных двигателей37

Ogolev Yu. A., Churochkina E.V.

Identification of Thrust Force when Changing an Operating Mode of Engines
in Flight Tests

Коровкин И.А., Серёженкин А.М.

Об актуализации профессиональных стандартов в автомобилестроении 41

Korovkin I.A., Serezhenkin A.M.

About Updating of Professional Standards in Automotive Industry

ЭКОЛОГИЯ

Егорова Л.В.

Экологическая политика в условиях глобализации 43

Egorova L.V.

Environmental Policy in the Conditions of Globalization

Афанасьева Н.А., Дудник В.В.

Исследование аэродинамического шума производимого малой ветроэнергетической установкой в условиях рысканья 50

Afanasieva N.A., Dudnik V.V.

Research of Aerodynamic Noise of the Roving Made by Small Wind Power Installation in Yaw Conditions

Цыплухина Ю.В., Бельских Н.В., Скрыпникова Е.А.

Экологообусловленные заболевания и возможные пути их преодоления 58

Tsiplukhina Yu.V., Belskikh N.V., Skripnikova E.A.

Ecologically Caused Diseases and Possible Ways of Their Overcoming

Дорохина Е.Ю., Харченко С.Г.

О влиянии антропогенного метаболизма на окружающую среду 62

Dorokhina E.Yu., Kharchenko S.G.

About Influence of Anthropogenic Metabolism on the Environment

Киреева В.В., Рассказова Т.Г.

Изучение качественных характеристик почв и разработка способа повышения их плодородия 67

Kireeva V.V., Rasskazova T.G.

Studying of Qualitative Characteristics of Soils and Development of a Way to Increase their Fertility

Мелконян Р.Г.

Мусорный кризис москвы и московской области 71

Melkonyan R.G.

Garbage Crisis of Moscow and the Moscow Region

МЕДИЦИНА

Кравчук Д.А.

Система проточной лазерной диагностики жидкостей при генерации оптоакустического сигнала на рассеивателях сферической формы 78

Kravchuk D.A.

The System of Flowing Laser Diagnostics of Liquids at Generation of an Optoacoustic Signal on Lenses of Spherical Shape

Кравчук Д.А.

О методе моделирования оптоакустических сигналов от источников сферической формы на примере эритроцитов 82

Kravchuk D.A.

About the Method of Modelling of Optoacoustic Signals From Sources of Spherical Shape on the Example of Erythrocytes

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Доронина Ю.В.

Вопросы реализации глобальных тенденций в информационных технологиях как фактора качества жизни 85

Doronina Yu.V.

Questions of Realization of Global Tendencies in Information Technologies as Factor of Quality of Life

Катерный И.В.

Каузальные объяснения эффекта «зловещей долины» в робототехнике: теории и исследовательские данные 88

Katernyi I.V.

Causal Explanations of the Uncanny Valley Effect in Robotics: Theories and Applied Research

Обращение главного редактора журнала «Качество и жизнь»



Уважаемые коллеги!

В преддверии Нового 2018 года хотел бы через журнал выразить искреннюю признательность всем членам Академии проблем качества, ее партнерам, авторам и пользователям издания за высокую творческую инициативу и результаты труда во имя решения ключевых идей повышения качества жизни нашего общества.

Опубликованные в уходящем году на страницах журнала материалы свидетельствуют о неуклонном развитии науки о качестве, стремлении ускорить решение стоящих задач перехода на инновационный путь развития, путь ускорения научно-технического, образовательного и социального прогресса.

Отдельно хотел бы выразить признательность и благодарность организаторам и участникам реализации программы «100 лучших товаров России», действию которой в уходящем году исполнилось двадцать лет. Программа и проводимый в ее рамках ежегодный Всероссийский конкурс лучших товаров в истекшем периоде стали существенным инструментом, способствующим продвижению вперед в деле повышения конкурентоспособности реального сектора экономики страны, импортозамещения, качества выпускаемой продукции и оказываемых услуг.

Новый 2018 год будет отмечен 25-летием деятельности Академии. Уверен, что идя навстречу этому юбилею, журнал приложит еще больше усилий в повышении консолидирующей роли ученых и специалистов на решение научно-технических задач и распространение передового опыта в области качества.

С наступающим Новым годом, дорогие коллеги!

Желаю Вам доброго здоровья, семейного счастья и благополучия, новых успехов в благородном деле достижения высоких рубежей качества жизни.

*Борис Васильевич Бойцов
Первый вице-президент
МОО «Академия проблем качества»
Главный редактор
журнала «Качество и жизнь»
Заслуженный деятель науки РФ,
доктор технических наук, профессор*



110 лет. Память о человеке, сформировавшем уважение к стандарту

*Руководитель
Федерального агентства
по техническому регулированию
и метрологии (Росстандарт)*
Алексей Абрамов

В январе 2018 года исполняется 110 лет со дня рождения Василия Васильевича Бойцова. Речь идет не просто о дате, связанной с легендарной личностью в отечественной стандартизации. Это память о человеке, сумевшем переломить ход истории, сформировать в обществе принципиальное новое отношение к стандарту.

«Вы не должны быть великим в начале. Вы должны начать, чтобы стать великим». На мой взгляд, фраза гуру мирового маркетинга Зига Зиглара перекликается с главным посылом в деятельности советского стандартизатора, который задал, как сейчас принято говорить, тренд современной системы ориентиров в мире качества.

Под руководством В.В. Бойцова была реформирована система стандартизации и метрологии в стране. Разработан и внедрен в действие комплекс государственных стандартов «Государственная система стандартизации» (ГОСТ 1.0-68 – 1.5-68).

Создана современная модель инфраструктуры в системе Росстандарта, включающая в себя научно-исследовательские институты, центры стандартизации и метрологии, проектные организации и предприятия.

Внедрен принципиально новый подход – программно-целевой метод комплексной стандартизации. Созданы общетехнические системы стандартов, такие как: ЕСКД, ЕСТД, ЕСТПП и другие.

Введена аттестация продукции по категориям качества, получала активное распространение практика прогрессивных стандартов.

Бойцов также стоял у истоков создания всем известной системы стандартов ИСО серии 9000, которая сегодня используется мировым сообществом для совершенствования деятельности предприятий.

Можно и дальше перечислять заслуги человека, который является основоположником теории и практики управления качеством, но, на мой взгляд, деятельность Василия Васильевича Бойцова правильнее воспринимать не только с точки зрения широты охваченных направлений, масштабности решений и системности работы. Суть деятельности настоящего реформатора всегда заключается в принципиально новом, революционном взгляде на суть вещей.

Сегодня качество – неотъемлемая часть и основная движущая сила общественного развития, главный фактор конкурентной борьбы на мировых рынках. Для каждого из нас это вопрос права на достойный уровень жизни. На мой взгляд, на это и работает выстраиваемая сегодня в России национальная инфраструктура качества. Напомню, что для Росстандарта участие в ее формировании – одна из важнейших задач. Ключевые элементы инфраструктуры качества – стандартизация, аккредитация, оценка соответствия и метрология. По сути, это готовый механизм поэтапного обеспечения, проверки и подтверждения качества.

Сегодня в нашем обществе формируется культура отношения к качеству как мерилу уровня сознательности и развития общества. И здесь очень важно понимание каждым из нас своих



функций, своего личного вклада в создание и обращение качественного продукта на рынке.

Насколько работа Росстандарта отвечает текущим тенденциям, говорят факты. Значительно возрастает роль стандартов в промышленности и непромышленной сфере. В первую очередь, речь идет о потребности в новых технологиях и решениях, оптимизирующих нашу деятельность. Конечно – об «умных» стандартах, делающих нашу жизнь проще, качественнее, удобнее и безопаснее. Обеспечение взаимного признания процедур оценки соответствия становится важнейшим фактором поддержки экспорта продук-

ции. И, безусловно, решение задач по наращиванию инновационного и экспортного потенциала России невозможно без обеспечения единства измерений.

Легендарный советский стандартизатор считал ГОСТ эталоном, «к которому должны стремиться все предприятия». В XXI веке государственный стандарт превратился в национальный, но его суть как эталона, гаранта качества и безопасности остается прежней. Это по-прежнему ориентир для российского общества. Крайне важно доверие к стандарту сохранить и преумножить, и мы обязательно продолжим эту работу.



БОЙЦОВ

к 110-летию

Василия Васильевича Бойцова,
Председателя Госстандарта СССР
в период с 1963 по 1985 год

*д.э.н., Генеральный директор
ФБУ «Ростест-Москва»,
президент Московского регионального
отделения «Инновации и качество жизни»
Академии проблем качества
В.Н. Бас*

В каждой профессии есть свои корифеи. В стандартизации такой знаковой фигурой является БОЙЦОВ. При всей распространенности этой фамилии в нашей стране, никто и никогда не уточняет, какой именно БОЙЦОВ имеется в виду. Наверное, потому, что это ясно уже из того, с каким глубочайшим уважением – пиететом! – произносится эта фамилия. Будто она написана заглавными буквами!

Конечно, фамилию Бойцов носит множество людей, в том числе, весьма авторитетных и заслуженных. Не отдохнула природа и на сыне, и внуке БОЙЦОВА.

Борис Васильевич Бойцов – крупный ученый, доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой МАИ. Вице-президент Академии проблем качества.

Василий Борисович Бойцов, внук – ныне Директор Департамента Счетной палаты – также внес свой вклад в становление современной системы технического регулирования, стандартизации и метрологии, возглавляя Департамент государственной политики в области технического регулирования и обеспечения единства измерений Минпромторга России и Департамент технического регулирования и аккредитации Евразийской экономической комиссии.

Тем не менее, БОЙЦОВ – один!

Даже сегодня, когда БОЙЦОВ вот уже более 30 лет как «не у руля», когда в системе стандартизации практически не осталось людей, знавших его по работе, это имя в среде стандартизаторов и метрологов известно каждому. И нагрудный знак

«За заслуги в области стандартизации и качества» имени В.В. Бойцова, учрежденный к его 100-летию, особенно ценится именно потому, что он – имени БОЙЦОВА!

Если мы знаем и долгие годы помним хорошего актера, то это никого не удивляет. Или спортсмена! Или художника! С чиновниками это случается редко. Очень редко! Скорее, наоборот, с уходом с должности его окружение, как будто впервые открыв глаза, вдруг начинает понимать, что король-то был... голый! Совсем, оказывается, не так масштабен, не так глубок, не так значителен, каким казался, сидячи в высоком кресле.

С Бойцовым это не произошло. Даже не смотря на столь «скучную» область деятельности, как стандартизация, на которую он был «брошен» (говоря аппаратным языком того времени) с высот авиации.

В самолетостроении, автостроении, даже станкостроении – результат всегда виден. Овеществлен. Памятниками остаются построенные самолеты, машины, станки... А где зримый результат стандартизации?!

Фокус, однако, в том, что именно во времена БОЙЦОВА стандартизация перестала быть... скучной. И чем-то третьеразрядным, обслуживающим... Именно при БОЙЦОВЕ «скучное» слово ГОСТ наполнилось тем конкретным, качественным содержанием, которое и сегодня заставляет потребителей ностальгировать по тем временам, по «тем» ГОСТам. И нынешняя перезагрузка стандартизации, интерес к формируемой Национальной системе сертификации, в основе которой под-



тверждение соответствия ГОСТам, это по сути реализация в условиях современной экономики тех подходов, которые были обозначены БОЙЦОВЫМ и его командой.

При всем этом, мы, коллектив Ростест-Москва, имеем особые основания помнить БОЙЦОВА и быть ему признательными за ту роль, за то участие, которое он лично принял в создании нашей организации. Это было время, когда раскрывались возможности стандартизации как инструмента управления качеством. И созданный по инициативе БОЙЦОВА ультрасовременный по тем временам Московский центр стандартизации и метрологии (МЦСМ) стал своего рода лабораторией, где отрабатывались, оттачивались механизмы оценки качества продукции и проходили практическую апробацию первые системы качества, во многом

ставшие предвестниками стандартов ИСО серии 9000.

Василий Васильевич посещал Ростест-Москва (в который вырос МЦСМ) и в последние годы жизни, живо интересовался своим детищем. И специалисты новых поколений, которым посчастливилось с ним общаться, никогда его не воспринимали как «бывшего». Его оценки, рекомендации были точны, актуальны, созвучны очень сложным вызовам периода перехода к рыночной экономике.

В 2018 году мы отмечаем 45-летие создания МЦСМ. Экспонат № 1 в юбилейной экспозиции нашего Музея – приказ о создании Московского центра стандартизации и метрологии, подписанный Председателем Госстандарта СССР В.В. Бойцовым 10 сентября 1973 года.



Мы люди одной общей идеи

*академик РАН,
президент Метрологической академии,
президент ООО «Тест-С.-Петербург»,
почетный гражданин Санкт-Петербурга*
В.В. Окрепилов

Чем дальше уходит в прошлое все, что связано с моим знакомством и многолетним общением с Василием Васильевичем Бойцовым, тем больше я благодарен судьбе за то, что мне посчастливилось встретиться и иметь возможность взаимодействовать с этим удивительным человеком. В нем органично соединились конструктивная дотошность инженера, глубокий исследовательский ум ученого и талант блестящего организатора, ставшего руководителем не по должности, а по призванию.

Мы люди разных поколений. Когда я появился на свет, у Василия Васильевича за плечами был уже колоссальный опыт работы в авиационной промышленности – инженером, главным инженером, а затем и директором крупных предприятий. С его активным участием в Комсомольске-на-Амуре шло строительство авиационного завода, продукция которого – дальние бомбардировщики ДБ-3Ф – была так необходима стране для победы в Великой Отечественной войне. В год моего рождения – 1944-й – В.В. Бойцов налаживал на Саратовском авиационном заводе, пострадавшем от жестокой бомбежки, серийное производство истребителей Як-3. Этот самолет, по признанию многих летчиков, стал лучшим истребителем, выпущенным в годы Второй мировой войны.

Война, безусловно, наложила свой отпечаток на характер Василия Васильевича. Ему приходилось в условиях жесточайшей требовательности и цейтнота решать задачи государственной важности, от оперативного выполнения которых в буквальном смысле зависело положение дел на фронте. Время, материальные и людские ресурсы – все это ему, как руководителю большого коллектива, было необходимо соединить в высокопроизводительно и безупречно работающий механизм. Иного подхода тогда руководство страны, да и сама война не прощали.

Может быть, именно в этот период в характере В.В. Бойцова окончательно сформировались черты,

которые так ярко проявились в его многолетней работе на посту председателя Госстандарта СССР: точность и ясность в постановке задач, жесткость в споре за их выполнение, оперативность разработки и принятия всех решений. И одновременно – глубокая продуманность таких решений, их эффективность для дальнейшего развития экономики всей страны.

Василий Васильевич был человеком с сильным и смелым характером. В послевоенный период, находясь на посту заместителя министра авиационной промышленности СССР, он не побоялся выступить против позиции руководителей из ближайшего окружения И.В. Сталина, прежде всего – Л.П. Берия, предлагавших раздробить единую авиационную отрасль на отдельные составляющие. Смелый голос Бойцова был услышан, пагубная для отрасли реформа не состоялась, но сам он поплатился должностью и был отправлен, по сути, в почетную ссылку – сначала советником по оборонной промышленности в Китай, затем – директором НИИ авиационной технологии.

Для большинства руководителей высокого ранга такой поворот в судьбе обычно означает тупиковый вариант карьеры, как должностной, так и профессиональной. Но в случае с Бойцовым все получилось с точностью до наоборот. Он не просиживал штаны в кресле директора НИИ, а со свойственной ему инициативностью и настойчивостью начал организовывать коллектив института на разработку новых прогрессивных подходов к технологии изготовления и конструирования самолетов. Немало предложений было внесено под его руководством и в практику летных испытаний. Его пытливый ум нашел применение не только в авиационной отрасли, по инициативе Бойцова были сконструированы и разработаны типовые формы панельных зданий. Тех самых панелей, массовое производство которых обеспечило колоссальный размах жилищного строительства в 1960-е годы.



Словом, к тому моменту, когда в 55 лет Василию Васильевичу Бойцову предложили возглавить Госстандарт СССР, он был специалистом высочайшего профессионального уровня. И руководителем, испытывавшим и славу, и опалу. Именно поэтому он относился ко всем, с кем сводило дело, и очень требовательно, и очень бережно.

Период в 21 год (1963–1984 гг.), когда В.В. Бойцов был председателем Госстандарта СССР, стал временем последовательного развития отечественной системы стандартизации и метрологии, когда значительно возросла ее роль в экономике страны. Авторитет Бойцова как идеолога и локомотива развития этой системы также креп с каждым годом.

Впервые лично познакомиться с Василием Васильевичем мне довелось во второй половине 1970-х, когда я работал в Ленинградском горкоме КПСС и занимался разработкой территориальной комплексной системы управления качеством продукции. К тому времени авторитет В.В. Бойцова укрепился настолько серьезно не только на отечественном, но и зарубежном уровне, что он был избран президентом Международной организации по стандартизации – ИСО. Идеи комплексного управления качеством были созвучны его собственным разработкам, поэтому он заинтересованно поддерживал наши поиски и опыт других регионов СССР в этом направлении. И не просто поддерживал, а активно способствовал распространению таких системных подходов к решению проблем качества во всех странах мира, объединенных в ИСО. Все зарубежные специалисты по стандартизации признавали тогда целесообразность и важность такого шага, поскольку эти идеи послужили одной из первых ступенек к созданию международных стандартов ИСО, без следования которым трудно представить современную мировую экономику.

Позднее, когда в 1979–1986 гг. я работал главным инженером ВНИИМ имени Д.И. Менделеева, мне не раз приходилось общаться с Василием Васильевичем по вопросам обеспечения единства измерений, создания новой базы ВНИИМ в городе Ломоносове. Я всегда удивлялся, насколько глубоко и предметно он вникал в детали каждого процесса, который мы обсуждали. В этом живо проявлялась его разносторонняя инженерная подготовка, умение говорить с техническими специалистами на одном языке. И за это сотрудники института его очень высоко ценили. Мы все чувствовали, что общаемся с человеком, умеющим и в частности находить общие закономерности, думать и рассуждать широко, по-государственному.

Находясь во главе Росстандарта, В.В. Бойцов неумолимо добивался повышения роли стандартизации и метрологии в отечественной экономике, доказывал, что без этого нельзя решить ни одну из важнейших на

тот период народнохозяйственных проблем, будь то ускорение научно-технического прогресса или обеспечение населения продовольствием.

Особо хочется выделить деятельность В.В. Бойцова по укреплению территориальных органов Госстандарта. Он был достойным продолжателем идей Д.И. Менделеева, предложившего в самом начале XX в. организовать по всей России сеть поверочных палаток, осуществляющих поверку и клеймение торговых мер и весов. С годами их функции постепенно расширялись, но Бойцову удалось провести коренную реорганизацию всей системы. По его инициативе действовавшие во всех регионах страны лаборатории государственного надзора за стандартами и измерительной техникой в 1974 г. были преобразованы в центры стандартизации и метрологии (ЦСМ). В этом статусе они действуют и поныне.

И это была не просто перемена вывесок. Благодаря настойчивости Бойцова и его команды, удалось существенно увеличить финансирование деятельности территориальных органов Госстандарта, которыми являются ЦСМ, значительно расширен штат сотрудников, а главное – создана иная, более современная материальная база.

В 1986 г. мне довелось стать директором Ленинградского центра стандартизации и метрологии (ныне ФБУ «Тест-С.-Петербург») и в течение 31 года руководить этим предприятием. К тому времени Василий Васильевич вышел на пенсию, но не перестал заинтересованно и конкретно вникать в дела своего главного детища – Госстандарта, помогать советом и своим огромным влиянием в выборе верных ориентиров дальнейшего развития всей системы стандартизации и метрологии.

На своем предприятии я чувствовал его внимание и заботу постоянно. Этому способствовали установившиеся между нами искренние дружеские отношения. Многие решения по развитию нашего ЦСМ я выверял по советам Василия Васильевича, своего старшего товарища, до последних дней сохранявшего ясность ума и удивительную конкретность в оценках всех организационных и производственных проблем, с которыми сталкивается руководитель предприятия.

Жизнь развела нас по разным поколениям, но я всегда ощущал, что мы с Василием Васильевичем Бойцовым – люди одной общей идеи. И он, и я главной ценностью своей деятельности всегда считали достижение качественных изменений в той области, которой занимаемся.

Василий Васильевич Бойцов достиг в своей жизни и деятельности очень многого. Он был и остается для меня и для всех, кто его близко знал, примером руководителя и человека, работавшего на пользу дела и общества с максимальной отдачей.

Повышение качества жизни населения выведет Россию в мировые лидеры

М.Л. Рахманов

*д.т.н., профессор кафедры
104 «Технологическое проектирование
и управление качеством»
Московского авиационного института (НИУ),
действ. член Академии проблем качества;
Москва*

e-mail: domrml@yandex.ru

Аннотация. Статья затрагивает вопросы использования тепловых насосных установок (ТНУ) для теплоснабжения населения, особенно в отдаленных районах РФ, что будет способствовать повышению комфортности жилья, улучшения качества жизни и экологической обстановке.

Ключевые слова: Тепловые насосные установки, теплоснабжение, экология, комфорт, качество жизни.

Введение

Ведущие в мировом сообществе государства стали такими благодаря своей конкурентоспособности, основанной не только на процессах, ориентированных на качество товаров и услуг, но и на качестве всех аспектов жизни общества. Для современного человека существенное значение имеет не только достигнутый им определенный уровень жизни в части благосостояния, но и качественное состояние природной среды обитания, состояние здоровья, наличие свободного времени и т.д. В последнее время идет активный поиск наилучших доступных технологий, которые давали бы возможность, с одной стороны, сделать жизнь человека более комфортной, позволяющей тратить гораздо меньше времени на обеспечение приемлемых бытовых условий, с другой стороны – не истощать природные ресурсы, а окружающую среду не превращать в свалку отходов.

Создание современной комфортной среды обитания предусматривает наличие теплоснабжения, которое не всегда удается обеспечить на современном уровне из-за гигантской территории нашей страны, протянувшейся на тысячи километров через несколько климатических зон. Особенно это касается отдаленных регионов, располагающихся в зоне вечной мерзлоты с низкой плотностью населения. А это составляет более двух третей пло-

щади нашей страны. Данные территории называют стратегическим тылом России, ее кладовыми, топливно-энергетической базой. Конечно, самым эффективным способом теплоснабжения является использование природного газа. Однако у нас довольно много труднодоступных районов, куда не рентабельно прокладывать газопроводы из-за малочисленности потребителей, а завоз горючего в бочках или угля обходится не только дорого, но и приводит к большим загрязнениям природы. Поэтому в последнее время активно обсуждается применение технологий теплоснабжения с использованием тепловых насосов (ТН) или тепловых насосных установок (ТНУ).

Популярность во всем мире ТН возникла во многом из-за того, что тепловая энергия вырабатывается на месте установки оборудования. При высокой экологичности (нет шума, вибрации, запахов, огня) тепловые насосы отличаются высокой степенью пожаровзрывобезопасности, так как нет процессов горения топлива и выбросов продуктов сгорания. ТНУ не требуют прокладки топливных (газовых) магистралей и систем дымоудаления, а следовательно, соответствующих затрат. В отличие от централизованных систем теплоснабжения они не требуют протяженных тепловых сетей до потребителя, источники теплоснабжения располагаются непосредственно на месте или в близком расположении от потребителя.

ТН различной мощности от нескольких кВт до сотен МВт работают во многих странах. Так, например, в США более 30% зданий оборудованы ТН.

Принцип действия тепловых насосов довольно простой. Рассмотрим его на примере работы наиболее распространенной парокомпрессорной ТНУ.

Принципиальная схема работы отображена на рис. 1.

1. Во внешнем теплообменнике (испарителе) тепловая энергия из окружающей среды за пределами здания или из другого доступного источника тепла передается рабочему телу ТНУ-хладагенту, циркулирующему по внутреннему контуру.

2. Хладагент нагревается, испаряется и направляется в сторону компрессора. Компрессор сжимает хладагент, при этом температура хладагента возрастает.

3. Далее сжатый хладагент проходит через внутренний теплообменник (конденсатор), где конденсируется и отдает тепло в систему потребителя (прямой нагрев воздуха или теплоносителя систе-

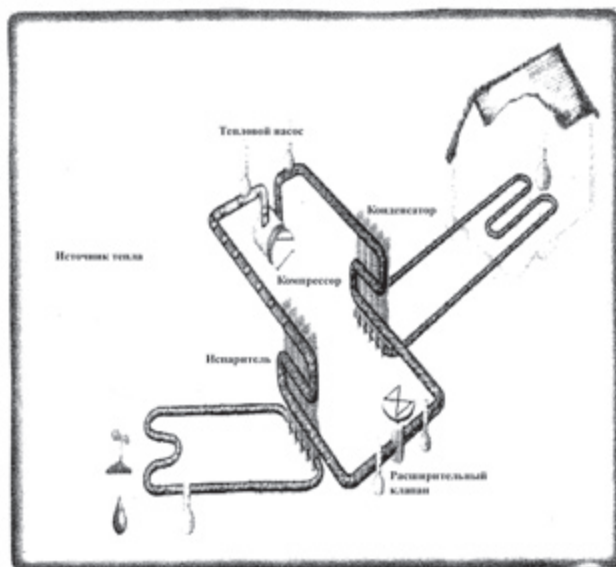


Рис. 1. Принципиальная схема работы парокомпрессорной ТНУ

мы отопления либо технологического объекта или приготовление горячей воды для потребителей).

4. Далее хладагент проходит через дросселирующий клапан, понижающий давление, что сопровождается снижением температуры. Цикл повторяется.

Хладагент под высоким давлением через капиллярные отверстия попадает в испаритель, где за счет резкого падения давления и подвода тепла происходит процесс испарения. При этом хладагент отбирает тепло у внутренних стенок испарителя, а испаритель в свою очередь отнимает тепло у земляного или водяного контура, за счет чего тот постоянно охлаждается. Компрессор вбирает хладагент из испарителя, сжимает его, за счет чего температура хладагента резко повышается, и выталкивает в конденсатор. Кроме этого, в конденсаторе нагретый в результате сжатия хладагент отдает тепло (температура порядка 85...125 °С) отопительному контуру и переходит в жидкое состояние. Процесс повторяется постоянно.

Наиболее характерный температурный уровень для внешнего теплообменника в режиме использования парокомпрессорной ТНУ для теплоснабжения от +5 °С до -15 °С, для внутреннего теплообменника от +35 °С до +60 °С, что позволяет обеспечить работу системы отопления в течение большей части отопительного периода и горячее водоснабжение. При этом, если за 100% взять полученную полезную тепловую мощность, то доля затраченной электроэнергии составит 20...30%. Таким образом, коэффициент энергетической эффективности, равный отношению полученной полезной тепловой мощности к затраченной электроэнергии составляет от 3,3 до 4.

Температурный диапазон и коэффициент энергетической эффективности определяется свойствами хладагента и параметрами цикла (давлением).

Возможно расширение температурного диапазона как в сторону использования более низких температур окружающей среды (до -25 °С и ниже), так и получения более высокопотенциального тепла – свыше 60 °С. Однако для этих параметров требуется более дорогостоящее оборудование, а коэффициент энергетической эффективности получается ниже.

В режиме охлаждения ТНУ работает, передавая тепловую энергию из охлаждаемого помещения (при температурном уровне, требуемом для системы кондиционирования, т.е. +10 °С) в окружающую среду.

В последнее время создано и эксплуатируется в разных странах большое число ТНУ, отличающихся тепловыми схемами, рабочим телом и используемым оборудованием. На практике установки классифицируют по принципу действия ТН (парокомпрессионные или абсорбционные), либо по источнику тепловой энергии. ТНУ могут работать с использованием низкотемпературного источника тепла, забирая его из:

- окружающего воздуха;
- водоемов, озер, рек, и т.д.;
- грунтовых и подземных вод (колодцы, скважины);
- поверхностного и глубинного грунта (грунтовые и геотермальные зонды);
- технологических источников низкотемпературного тепла: выходящий вентиляционный воздух, канализационные и сточные воды, промышленные сбросы, тепловая энергия технологических и бытовых процессов.

И таким же образом эти устройства могут сбрасывать тепловую энергию в воздух, воду.

Недостаточное использование ТНУ в России по сравнению с другими странами связано прежде всего с экономическими и организационными вопросами их применения. Удельные капитальные вложения в ТНУ выше, чем для альтернативных нагревателей. Теплонасосная технология не конкурирует с теплоснабжением на газовом топливе. Однако, если сравнивать ТНУ с электродомом, то оптимизировав схему теплоснабжения с ТНУ, можно добиться значительной экономии электроэнергии по сравнению с котлом. При тенденции постоянного повышения тарифов на электроэнергию и при условии снижения затрат на производство и установку ТНУ они становятся привлекательными по сравнению с использованием для нужд теплоснабжения жидкого и твердого топлива.

Рассматривая экономическую целесообразность использования ТНУ, следует учитывать их экологические преимущества.

Сотни тысяч частных домов могли бы в различных регионах нашей страны получить комфортное теплоснабжение, не используя при этом дрова уголь, жидкое топливо. Государство, оказывая определенную поддержку населению, использующему ТНУ, могло бы тем самым способствовать повышению комфортности жилья и качества жизни. Оно должно быть заинтересованно в продвижении применения ТНУ, будь это объекты, где оно является владельцем или потребителем, или это обычные граждане, не имеющие современного теплоснабжения. В первом случае это будет способствовать улучшению экологической обстановки и станет побудительным мотивом проектных и эксплуатирующих организаций для принятия энергоэффективных решений. Во втором – позволит значительно повысить комфортность и качество жизни миллионов граждан нашей страны.

Производителям необходима помощь государства в создании рынка тепловых насосов за счет модернизации государственных объектов и использовании ТН в новом строительстве, где это возможно. Рядовых потребителей необходимо объективно информировать о возможностях ТНУ в теплоснабжении, предоставить ряд льгот при использовании ими ТНУ.

Нужна разработка правительственной программы с целью широкого использования ТНУ, результатом реализации которой должны стать:

- экономия топливных ресурсов и электроэнергии;
- улучшение экологической обстановки;
- значительное повышение комфортности жилья (качества жизни), особенно в отдаленных уголках нашей страны.

Разработчиками такой программы могли бы выступить министерства: Минпромторг, Минприроды, Минэнерго, Минэкономразвития.

Повышение качества жизни населения должно стать приоритетной задачей государства.

Литература

1. Бойцов Б.В., Крянев Ю.В. Качество жизни. М.: МАИ, 2004. – 267 с.
2. Гашо Е.Г., Козлов С.А., Пузаков В.С., Разоренов Р.Н., Свешников Н.В., Степанова М.В. Тепловые насосы в современной промышленности и коммунальной инфраструктуре. – М.: Перо, 2017. – 203 с.
3. Скобелев Д.О., Гусева Т.В., Бегак М.В., Волосатова А.В. и др. Учебно-методический материал по наилучшим доступным технологиям. – М.: АСТМ, 2017. – 55 с.

Improving the Quality of Life of the People will Bring Russia in World Leaders

M.L. Rakhmanov, doctor of technical sciences, professor of department 104 «Technological design and quality managements» of Moscow aviation institute (NRU), full member of Academy of quality problems; Moscow

e-mail: domrml@yandex.ru

Summary. Article raises the questions of use of the thermal pump installations (TPI) for population heat supply, especially in the remote regions of the Russian Federation that will promote increase in comfort of housing, improvement of quality of life and an ecological situation.

Keywords: thermal pump installations, heat supply, ecology, comfort, quality of life.

References:

1. Boytsov B.V., Kryanev Yu.V. Quality of life. Moscow Aviation Institute (MAI). 2004. Moscow, 267 p.
2. Gasho E.G., Kozlov S.A., Puzakov V.S., Razorenov R.N., Sveshnikov N.V., Stepanova M.V. Thermal pumps in the modern industry and municipal infrastructure. Feather. 2017. Moscow, 203 p.
3. Scobelev D.O., Guseva T.V., Begak M.V., Volosatova A.V. etc. Training and methodological material on best available techniques. ASTM. Moscow. 2017. 55 p.



Обеспечение единства и согласованности информации как инструмент управления качеством



И.М. Артамонов

ассистент кафедры
«Технологическое
проектирование и
управление качеством»
Московского
авиационного
института (НИУ);
Москва

e-mail: art@mai.ru



Ю.И. Денискин

д.т.н., профессор,
кафедра
«Перспективные
материалы и техноло-
гии аэрокосмического
назначения» Москов-
ского авиационного
института (НИУ);
Москва



А.Р. Денискина

к.т.н., доцент,
кафедра
«Технологическое
проектирование
и управление
качеством»
Московского
авиационного
института (НИУ);
Москва

Аннотация. Высокая сложность современных систем менеджмента качества приводит к необходимости использования новых инструментов для их поддержания и непрерывного совершенствования. В статье анализируются такие свойства процессов управления качеством, как единство и сопоставимость их входной и выходной информации. Сделан вывод о возможности их использования для улучшения СМК в рамках нового инструмента управления качеством. Предложены метрики и основные свойства, которым должен отвечать этот инструмент.

Ключевые слова: качество данных, инструменты качества, единство информации, согласованность информации, оценка качества, метрики.

Введение

Высокая эффективность различных инструментов менеджмента качества в контроле и управлении процессами в различных направлениях человеческой деятельности обуславливает необходимость не только адаптации ранее апробированных в других областях, но и разработки абсолютно новых инструментов качества. Так автор наиболее полно на сегодня справочника по инструментам каче-

ства добавил во второе издание 2005 г. (вышедшее через 10 лет после первого) 34 новых инструмента и 18 новых вариантов известных инструментов [1].

В настоящее время распространенной практикой является включение инструментов качества в отраслевые и технологические стандарты. В качестве примеров такого включения можно привести стандарты на разработку и сопровождение автоматизированных систем и сервисов (CMMI, ITIL, COBIT), управления проектами (PMBOK, PRINCE), проведения закупок (CMMI) и др.

Широко распространена и автоматизация процессов систем менеджмента качества (СМК). Характерной особенностью является двусторонняя направленность действий, при которой элементы СМК становятся частью автоматизированных систем (АС), а характерные для АС методы и средства переносятся в СМК. В результате часто возникает ситуация, когда в рамках одного проекта или технологического процесса используется сразу несколько различных средств и методов, изначально разработанных для других областей деятельности. При этом выходы одних процессов становятся входами других без необходимого в таких случаях согласования форматов и смыслов передаваемой информации. Как следствие, возникает хорошо известный разработчикам АС эффект, когда поступившая на вход корректно работающей системы «низкокачественная» информация приводит к получению информации еще более низкого качества, вплоть до полной потери ее ценности. С большой долей уверенности можно утверждать, что процесс будет корректно выполняться (что бы под этим термином ни понималось) только в случае соответствия входных данных определенным, специфическим для данного процесса, требованиям.

Анализ приведенных в работе [1] методов и средств показал, что некоторые из них, особенно связанные с обработкой требований, уже содержат в себе неявно определенные инструменты для проверки корректности. Однако в явном виде необходимость такого подхода не постулируется и не является системной задачей для остальных средств.

Таким образом, применение средств контроля единства и сопоставимости информации ко всем входным и выходным данным процессов СМК – это отдельный инструмент управления качеством. Ценность этого нового инструмента пропорциональна сложности и количеству процессов, качество которых должно обеспечиваться. Кроме этого новый инструмент доступен, хорошо автоматизируется, достаточно прост и понятен для пользователя. То есть в силу своей обеспечивающей роли гармонично вписывается в понятие «управление качеством СМК».

Методика применения инструмента контроля единства и сопоставимости информации

1. Определение необходимых критериев единства и сопоставимости информации с учетом специфики используемых процессов.
2. Определение требований к характеристикам выполнения процессов.
3. Контроль выполнения определенных на втором этапе требований с точки зрения созданной на их основе информации. Контроль осуществляется на протяжении всех процессов.
4. Контроль качества передачи информации между процессами на основе определенных на первом этапе метрик. Коррекция процесса передачи (при необходимости).
5. Проверка корректности всей системы поддержания единства и согласованности информации. Использование средств их моделирования.

Единство и сопоставимость информации

Для обеспечения единства и согласованности информации введем термин «качественная информация», под которой будем понимать информацию, удовлетворяющую некоторому заданному набору объективных и субъективных требований. Анализ различных подходов к обеспечению качества информации позволил выделить и сформировать на их основе некоторый набор средств и методов поддержания единства и согласованности данных не только на входе каждого процесса, но и при его выполнении.

Будем рассматривать характеристики качества информации для СМК не как отдельные свойства, а как метахарактеристики, состоящие из пересекающихся множеств, сформированных из более мелких атомарных свойств. Выделив из них сово-

купность определяющих для каждого конкретного случая свойства «единства» и «согласованности», можно сформировать подход к их достижению. Можно также предположить, что в силу пересечения множеств многие применяемые и разрабатываемые методы приведут к улучшению сразу нескольких свойств информации.

В общем случае попытка определить качество информации приводит к достаточно сложной многомерной модели, содержащей объективные и субъективные метрики [2]. При этом список характеристик в различных областях и системах может варьироваться в зависимости от поставленной задачи и меняться во времени.

Объективные метрики могут быть зависимыми и независимыми от задачи. Независимые метрики отражают состояние данных без знания их контекста приложения и могут быть применены к любому множеству данных независимо от обрабатываемой их задачи. Зависимые от задачи метрики, отражающие бизнес-процессы, ограничения и допущения для конкретной организации, определяются в специфическом для данного приложения контексте.

Субъективные метрики качества отражают требования и ожидания пользователей и владельцев процессов. Для оценки таких метрик широко используются различного вида опросники и интервью.

В табл. 1 приведены определения основных размерностей качества информации.

Для каждого описываемого процесса должно быть выполнено не только детальное определение каждой размерности, но и произведен выбор необходимых для достижения заданного уровня качества. Это представляет собой достаточно сложную и трудоемкую задачу. Поэтому в большинстве случаев практической реализации СМК достаточно стандартизовать некоторый минимальный уровень размерностей для всех ее процессов. Основываясь на работе [3], написанной на основании анализа большого количества источников, к минимальному множеству используемых размерностей будем относить корректность, полноту, целостность и актуальность.

Требования

Ключевым процессом управления качеством является сбор и согласование требований, выдвигаемых различными участниками (*stakeholders*) процесса. В документе ISO/IEC 29148 определяются процессы, подлежащие реализации в ходе инженерии требований для систем на протяжении всего жизненного цикла [4]. В соответствии с этим документом требование – это утверждение, которое идентифицирует эксплуатационные, функциональные параметры, характеристики или ограничения

Таблица 1.

Перечень основных размерностей качества информации

Размерность	Определение
Доступность	Степень (сложность), с которой доступны данные, или легкость, удобство и скорость их извлечения / получения
Достаточность	Значение, характеризующее объем данных с точки зрения его достаточности для выполнения задачи
Степень доверия	Степень оценки данных, как верных и заслуживающих доверия
Полнота	Оценка того, что представленные данные не потеряны, не упущены, достаточно глубоки (детальны) и широки (объемны) с точки зрения данной задачи
Краткость представления	Степень, характеризующая компактность представления данных
Единообразность представления	До какой степени данные представлены в едином / единообразном формате
Легкость обработки	Показатель того, насколько удобно обрабатывать данные и использовать их в различных задачах
Безошибочность	Степень оценки данных как корректных и надежных
Совместимость	Уровень понятности и ясности в данных используемых языков, символов, единиц измерения и определений
Объективность	Показатель того, насколько данные не смещены, непредвзяты и целостны
Релевантность	Степень того, насколько данные применимы и полезны для данной задачи
Репутация	Показатель того, насколько источник данных заслуживает доверия
Безопасность	Уровень, показывающий, насколько доступ к данным ограничен с целью недопущения их искажения и поддержания безопасности обращения с ними
Актуальность	Показатель того, в какой степени данные актуальны с точки зрения данной задачи
Понятность	Уровень того, насколько легко может быть понята информация, передаваемая данными
Добавленная ценность	Показатель того, насколько данные полезны, а их использование выгодно

проектирования продукта или процесса, которое однозначно, проверяемо и измеряемо. Требование необходимо для приемки продукта или процесса (потребителем или внутренним руководящим принципом обеспечения качества).

В соответствии с документом *ITIL v.3* могут быть выделены следующие группы требований, подлежащих удовлетворению [5]:

1. Функциональные (*Functional*) – бизнес-функция.
2. Управленческие (*Manageability*) – относятся к размещению системы, администрированию и безопасности.
3. Эргономические (*Usability*) – удобство работы конечных пользователей.
4. Архитектурные (*Architectural*) – архитектура системы.
5. Взаимодействия (*Interface*) – взаимосвязи между существующими приложениями и программными средствами и новым приложением.
6. Сервисного уровня (*Service Level*) – описание поведения сервиса, качество его выходных данных и другие качественные аспекты, измеряемые заказчиком.

С точки зрения процессов СМК имеет смысл сконцентрироваться на трех группах требований:

1. Исходные требования; присутствуют до начала выполнения любого из процессов и необходимы для их начала.
2. Транзитные требования; предъявляются на промежуточных фазах обработки.
3. Результирующие требования; предъявляются к продукту на выходе.

При разработке инструмента поддержания единства и сопоставимости основной задачей является установление по возможности четких и однозначных связей между исходными и результирующими требованиями через транзитные требования.

Инструменты поддержания единства и сопоставимости

Для получения качественных (отвечающих заданным требованиям) данных возможно использование двух основных подходов:

1. Извлечение данных различного качества (включая противоречивые и плохо согласованные) и данных из нескольких источников с последующим применением к ним средств устранения воз-

возможных противоречий, согласования и извлечения достоверной информации.

2. Применение различных методов, позволяющих поддерживать взаимную целостность и непротиворечивость данных на всех этапах их получения, передачи и обработки.

Второй подход является более продуктивным в случае с СМК. Действительно, если процессы определены и документированы, то гораздо проще и эффективнее сохранять их во взаимосогласованном виде, чем выполнять независимо, а потом пытаться согласовать результаты с предъявляемыми требованиями.

Основным способом поддержания сопоставимости является метод отслеживания требований в процессе их трансформации в СМК. При этом отслеживаемость (трассируемость, *traceability*) определяется как способность описывать и отслеживать «жизнь» (процесс существования) некоего артефакта (объекта, требования, модуля и т.д.), который был разработан в рамках жизненного цикла в прямом (от первоисточника требования реализации) и обратном (от реализованной функции к требованию) направлениях. Часто отслеживаемость рассматривают как документирование всего жизненного цикла требования.

Отслеживаемость требований позволяет проследить не только путь требования, но и его источник (человек, группа, нормативный документ). Если анализ использования системы показывает, что некая функция не используется, можно определить, для какой цели она была реализована изначально.

Отслеживание является основным элементом аудита (выполнения предъявляемых к требованию требований) и валидации (проверки выполнения) требования.

Выделяют четыре типа отслеживания [6]:

- между источником требования, включающее источник, заинтересованные стороны и собственно требования;
- между требованиями и требованиями, такими как функциональные и нефункциональные требования;
- между требованиями и другими артефактами системы, такими как спецификации, архитектура и тестовые задания;
- между одними сторонними артефактами и другими сторонними артефактами, определяющие возможные связи и зависимости между ними. Такие зависимости особенно важны в сложных системах.

Разработано и широко используется большое количество алгоритмов отслеживания, которые условно можно разделить на две основные группы: прямого/обратного распространения и метод производных.

Алгоритмы первой группы выполняют отслеживание по цепочке, которая является непрерывной во всех направлениях, от исходного требования к реализации. Алгоритмы второй группы основаны на предположении, что одни требования порождают другие и формируется граф производных требований, направленных от исходных требований к реализации.

Метрики и их применение

Вышеприведенные размерности метрик позволяют сформировать качественные метрики практически для любого показателя, характеризующего единство и сопоставимость информации. При этом наиболее сложными задачами являются:

- выбор только тех размерностей, которые в наибольшей сложности отражают специфические потребности и свойства бизнес-процессов организации;
- комбинация метрик для получения одной или нескольких интегральных оценок;
- принятие решений по итогам анализа значений метрик.

Решение задачи выбора специфических для организации размерностей зависит от предметной области и выходит за рамки рассмотрения данной статьи.

Для комбинации метрик предлагается использовать три основных операции [2]:

- простое отношение;
- экстремум (минимум / максимум);
- Простое отношение измеряет отношения желаемого результата ко всем результатам. Поскольку большинству людей комфортнее видеть результаты, выходящие за пределы, то для этой формы комбинированной метрики целесообразным является количество нежелательных результатов, разделенное на количество всех результатов, и вычитенное из 1. К этой категории относятся многие традиционные метрики качества данных, такие как «свобода от ошибок», «завершенность», «целостность».

Комбинация в виде экстремума используется для агрегирования нескольких индикаторов качества данных. С помощью этого вида метрик можно оценивать степень доверия к данным, достаточность данных и их актуальность.

Взвешенное среднее является альтернативой минимуму для многих переменных в тех случаях, когда можно тем или иным образом задать важность каждой из размерностей по отношению друг к другу. При этом размерности перед использованием нормализуются.

Алгоритм оценки качества данных процесса:

1. Выполнение субъективной и объективной оценок качества данных по каждой из заданных раз-



мерностей. Другими словами, у каждой размерности есть, как минимум, одна пара из нормированных оценок, состоящая из субъективной и объективной.

2. Сравнение результатов оценок, определение расхождений. Определение причин расхождений.

3. Определение и выполнение действий, необходимых для улучшения качества процесса.

Для выполнения этого алгоритма удобно использовать матрицу (рис. 1).

Субъективная оценка	Высокая	II	IV
	Низкая	I	III
		Низкая	Высокая

Объективная оценка

Рис. 1. Матрица оценок качества данных

По каждому измерению сравниваются субъективная и объективная оценки. Целью является достижение уровня качества данных, попадающего в квадрат IV матрицы. Если результат оказался в одном из других квадратов, то для квадратов II и III на первом шаге выполняется поиск причины расхождения в оценках, а для квадрата I – причины низкой оценки. Далее определяются корректирующие действия.

Заключение

Высокая сложность современных систем менеджмента качества приводит к необходимости использования новых инструментов для их поддержания и непрерывного совершенствования. При этом задача их согласованного применения в рамках единой системы часто не рассматривается как приоритетная, что приводит к сложности согласования отдельных частей СМК друг с другом. В данной статье выдвинуто предположение, что задача согласования данных между различными инструментами качества, обеспечивающая поддержание единства и сопоставимости информации в рамках системы в целом, может являться отдельным инструментом СМК. Исходя из этого предположения, была предложена методика применения данного инструмента. Введено понятие «качество информации» в СМК, рассмотрены пути ее оценки и достижения. Показано, что, поскольку качество оценивается потребителем, оценка качества информации должна выполняться для требований путем отслеживания их выполнения во всех процессах СМК. Рассмотрен способ комбинирования метрик качества и его применение на основе матрицы согласования оценок.

Литература

1. Nancy R. Tague The Quality Toolbox, Second Edition. ASQ Quality Press, 2005. 584 с.

2. Leo L. Pipino, Yang W. Lee, and Richard Y. Wang. Data Quality Assessment. COMMUNICATIONS OF THE ACM, April 2002/Vol. 45, No. 4ve, 2002. pp. 211–218.

3. Massila Kamalrudin S.S. A Review on Software Requirements Validation and Consistency Management // International Journal of Software Engineering and Its Applications, Vol. 9, No. 10, 2015. pp. 39–58.

4. Bon J.V., editor. Foundations of IT Service Management Based on ITIL V3. Zaltbommel: Van Haren Publishing, 2007.

5. M.F. Bashir and M.A. Qadir «Traceability Techniques: A Critical Study», Proc. Multitopic Conference, 2006(INMIC '06). IEEE, (2006), pp. 265–268.

6. ISO/IEC/IEEE 29148:2011 Systems and software engineering – Life cycle processes – Requirements engineering. 2011.

Ensuring Unity and Coherence of Information as Instrument of Quality Management

I.M. Artamonov, assistant, «Technological Design and Quality Management» department of the Moscow aviation institute (NRU); Moscow

e-mail: art@mai.ru

Yu.I. Deniskin, doctor of technical sciences, professor, «Perspective Materials and Technologies of Space Appointment» department of the Moscow aviation institute (NRU); Moscow

A.R. Deniskina, candidate of technical sciences, associate professor, «Technological Design and Quality Management» department of the Moscow aviation institute (NRU); Moscow

Summary. The high complexity of modern quality management systems (QMS) leads to the necessity of using new tools for their maintenance and continuous improvement. In article such properties of processes of quality management as unity and comparability of their entrance and output information are analyzed. The conclusion is drawn on a possibility of their use for improvement of QMS within the new instrument of quality management. Metrics and the main properties to which this tool has to answer are offered.

Keywords: data quality, quality tools, unity of information, coherence of information, assessment of quality, metrics.

References:

1. Nancy R. Tague the quality toolbox. Second Edition. ASQ Quality Press. 2005. 584 p.

2. Leo L. Pipino, Yang W. Lee, Richard Y. Wang. Data quality assessment. COMMUNICATIONS OF THE ACM. April 2002. Volume 45. No. 4. 2002. Pp. 211–218.

3. Massila Kamalrudin S.S. A Review on software requirements validation and consistency management. International journal of software engineering and its applications. Volume 9. No. 10. 2015. Pp. 39–58.

4. Bon J.V. Foundations of IT service management based on ITIL V3. Zaltbommel: Van Haren Publishing. 2007.

5. M.F. Bashir, M.A. Qadir. «Traceability techniques: A critical study». Process: Multitopic Conference. 2006(INMIC '06). IEEE, (2006). Pp. 265–268.

6. ISO/IEC/IEEE 29148:2011 Systems and software engineering – Life cycle processes. Requirements engineering. 2011.

Организация менеджмента знаний на предприятии

В.В. Мирошников

д.т.н., профессор кафедры «Управление качеством, стандартизация и метрология» Брянского государственного технического университета, действ. член Академии проблем качества; г. Брянск

e-mail: v.v.miroshnikov@mail.ru

Н.М. Борбаць

к.т.н., доцент, начальник отдела мониторинга и анализа показателей процессов работы вуза управления качеством образования в вузе Брянского государственного технического университета; г. Брянск

Г.В. Ефимова

к.т.н., доцент кафедры «Управление качеством, стандартизация и метрология» Брянского государственного технического университета; г. Брянск

Аннотация. В статье рассматривается проблема реализации на предприятиях менеджмента знания, являющегося новым концептуальным требованием международного стандарта ISO 9001 версии 2015 года. Приводится описание трёх методических подходов к решению данной проблемы: концептуального, процессного и системного.

Ключевые слова: система менеджмента качества, менеджмент знаний, виды знаний, информационные технологии, фрейм знаний.

Введение в систему менеджмента качества (СМК) организации менеджмента знаний, является новым концептуальным требованием ГОСТ Р ИСО 9001 – 2015 [1]. Однако проблема организации менеджмента знаний в СМК на настоящий момент недостаточно исследована и практически не разработана. При решении этой проблемы возможны разные подходы. В данной статье рассматриваются три методических подхода к организации менеджмента знаний (МЗ) в СМК: концептуальный, процессный и системный.

Концептуальный подход

В качестве методической основы концептуального подхода к построению системы менеджмента

знаний (СМЗ) в СМК предлагается использовать монографию [2] и комплекс национальных стандартов в области менеджмента знаний [3–8], положения которых носят не нормативный характер требований, а являются рекомендациями, руководством к действию при намерении создать СМЗ для любой организации.

В системах управления знаниями основными объектами управления являются информационные ресурсы, которые подразделяются на три вида: данные, информация, знания. В научной литературе существуют разные определения этих понятий [2, 9]. С целью однозначного их толкования в СМЗ предлагается использовать следующие термины, определенные в стандарте [3]:

данные – дискретные объективные факты (номера, символы, цифры) без контекста и пояснений;
информация основана на понятии «данные» и добавляет значения величин для понимания предмета в заданном контексте, является источником знаний;

знание – набор данных и информации (с точки зрения некоторой определенной информационной технологии).

Понятие «знание» включает также различные комбинации новой технологии, производственного опыта, эмоций, верований, значений величин, идей, интуиции, любопытства, мотивации, стилей обучения, отношения, способности доверять, способности решать сложные проблемы, открытости, умения работать в компьютерной сети, коммуникабельности, отношения к риску, наличия духа предпринимательства. Использование знаний приводит к накоплению ценных активов, улучшает способность действовать и принимать эффективные решения.

Менеджмент знаний – плановое или текущее проведение отдельных мероприятий или непрерывное управление процессами для улучшения использования существующих или создания новых индивидуальных или коллективных ресурсов знаний с целью повышения конкурентоспособности предприятия.

В концепции СМЗ можно выделить три наиболее значимых компонента [4]:

1. Фокусирование внимания менеджмента знаний на повышение результативности и эффективности основных видов деятельности организации: производственной, научной, информационной, административно-хозяйственной, социальной, финансовой, работы с персоналом и т.д.



2. Формирование единого процесса менеджмента из пяти наиболее применяемых действий в отношении знаний: идентификация, создание, хранение, обмен знаниями и их применение для поддержки деятельности организации.

3. Средства обеспечения менеджмента знаний, включающие в себя две основные категории, называемые персональными и организационными способностями к знаниям.

Персональные знания включают амбиции, профессиональные навыки, поведение, опыт, инструменты и пунктуальность. Эти способности должны развиваться на персональном и групповом уровне для создания улучшений на основе управления знаниями. Организационные способности к знаниям руководители должны выявить для эффективного управления знаниями, это – определение задачи, видения и стратегии; проектирование процессов и организационных структур; измерение, понимание культуры; применение технологий и инфраструктуры; развитие коллективно достигнутого знания организации, то есть так называемого актива знаний (интеллектуальный капитал).

Раскроем подробнее второй наиболее значимый компонент СМЗ, содержащий следующие наиболее применяемые действия со знаниями [4]:

1. Идентификация знаний. Это действие включает в себя анализ существующих знаний, имеющихся в наличии и отсутствующих знаний (так называемый анализ пробелов). При этом оценивается реальное состояние актива знаний путем аудита знаний и других диагностических инструментов [5]. При аудите знаний ищутся ответы на следующие вопросы: какие знания у нас есть? Каких знаний не хватает? Кому необходимы такие знания и как мы их будем использовать?

2. Создание (новых) знаний. Существует много способов создания новых знаний. На персональном и групповом уровнях этим способом нередко является социальное взаимодействие, то есть создание знаний через подготовку и обучение, приобретение знаний в результате выполнения работы, совместное решение проблем либо мозговая атака. Создание новых знаний может осуществляться в рамках научно-исследовательских работ, через деятельность экспертных групп или приобретение новых технологий.

3. Хранение знаний. Новые решения и другие важные идеи часто не регистрируются для повторного применения или познания. В связи с этим возникает необходимость в определении наиболее эффективного метода хранения таких знаний. Для наращивания активов знания (так называемых капитала знаний, баз знаний, хранилища знаний) они должны быть «встроены в рамки организации».

Много знаний хранится в головах людей, и они остаются там как «знания, не выраженные словами» (неявные знания). Поскольку большая часть интеллектуальных активов организации приходится на долю неявных знаний, принадлежащих сотруднику, то при построении СМЗ возникает серьезная проблема поиска способов перевода большей части скрытых знаний в явную форму [2].

4. Обмен знаниями. Обмен знаниями является ключевым требованием СМЗ. Методы и инструменты, обеспечивающие обмен знаниями (менеджмент отношений), включают, например, интрасети (порталы), базы данных, сотрудничество, профессиональные сообщества, чередование выполняемых работ, обучение и подготовку, семинары и заимствование опыта, представление фактов, историй успеха, извлеченных уроках.

5. Применение знаний. Фактическая ценность не является «внутренним» свойством знания. Ценность знания полностью зависит от того, как его применяют. Ценность знания может быть приобретена в пяти измерениях [6]:

- финансы – менеджмент знаний приводит в результате к прямой экономии затрат или увеличению доходов;
- инновации – посредством эффективного расширения знаний, обмена знаниями и их применения организация может более оперативно разрабатывать и внедрять новую продукцию и услуги;
- процессы – знания являются или должны быть частью большинства процессов организации, менеджмент знаний помогает повышению эффективности и результативности этих процессов;
- потребители – знания способствуют лучшему пониманию потребителями результатов деятельности организации и повышению их удовлетворенности;
- сотрудники – эффективный менеджмент знаний означает для сотрудников создание организации, в которой они могут развиваться и использовать свои таланты.

Для выполнения описанных пяти действий со знаниями используются процессы, инструменты и методы, классификация и характеристики, которые приведены в стандарте [5].

Процессный подход

В стандарте ГОСТ Р ИСО 9001 – 2015 [1] сформулировано основное требование к менеджменту знаний: «Организация должна определить знания, необходимые для функционирования ее процессов и для достижения соответствия продукции и услуг».

Для реализации такого процессного подхода предлагается в менеджмент знаний ввести концепцию процессно-ориентированной карты зна-

ний (ПКЗ), которая должна разрабатываться для каждого процесса, определенного в реестре процессов системы качества организации. Принципиальная (структурная) схема типовой карты знаний приведена на рис. 1. Она включает следующие основные элементы:

1. Знания об источниках входов: указывается процесс или внешний поставщик, являющийся источником для данного процесса, выявляются пробелы в данном разделе знаний, определяются мероприятия по устранению этих пробелов.

2. Знания о входах: указываются объекты (данные, информация, люди, материальные объекты), являющиеся входом в рассматриваемый процесс, а также требования к входам. Выявляются пробелы в знаниях входов. Определяются мероприятия по устранению пробелов.

3. Знания о видах деятельности: указываются все виды деятельности в рамках данного процесса (подпроцессы, операции, переходы, этапы, подэтапы), приводятся ссылки на нормативные документы – стандарты организации, используемые данные.

4. Знания о ресурсах: для каждого вида деятельности указываются исполнители (подразделения или конкретные сотрудники), а также необходимые материальные и финансовые ресурсы. Определяются дополнительные знания о ресурсах и предложения об их получении.

5. Знания о выходах: перечисляются результаты процесса (данные или материальные объекты, являющиеся продукцией процесса), а также требования к результатам процесса. Определяются недостающие знания и мероприятия по их получению.

6. Знания о получателях выходов: указываются последующие процессы внутренних и внешних потребителей и других заинтересованных сторон. Выявляются пробелы в этих знаниях и определяются мероприятия по их устранению.

7. Знания об управлении процессом: указываются цели процесса и показатели их достижения, мероприятия по улучшению процесса, корректирующие и предупреждающие действия. Определяются недостаток знаний о средствах управления и мероприятия по устранению этого недостатка.

При определении пробелов в знаниях можно использовать методы измерения знаний [6], а для определения мероприятий по устранению пробелов – процессы, инструменты и методы действий со знаниями [5].

Системный подход

Построение системы менеджмента знаний (СМЗ) зависит от стратегических установок руководства организации, ставящего своей целью внедрение активного менеджмента знаний в контексте повышения эффективности основных видов деятельности предприятия [2].

В стандарте [5] предлагается создавать СМЗ в четыре этапа: создание проекта, оценка, разработка и внедрение. Опыт передовых компаний, например Росатома, показывает, что при создании СМЗ должны решаться следующие задачи: разработка программы создания СМЗ на предприятии; разработка подсистем СМЗ (управление инженерно-научным сообществом, научно-технической информацией, результатами интеллектуальной деятельности и др.); управление кри-

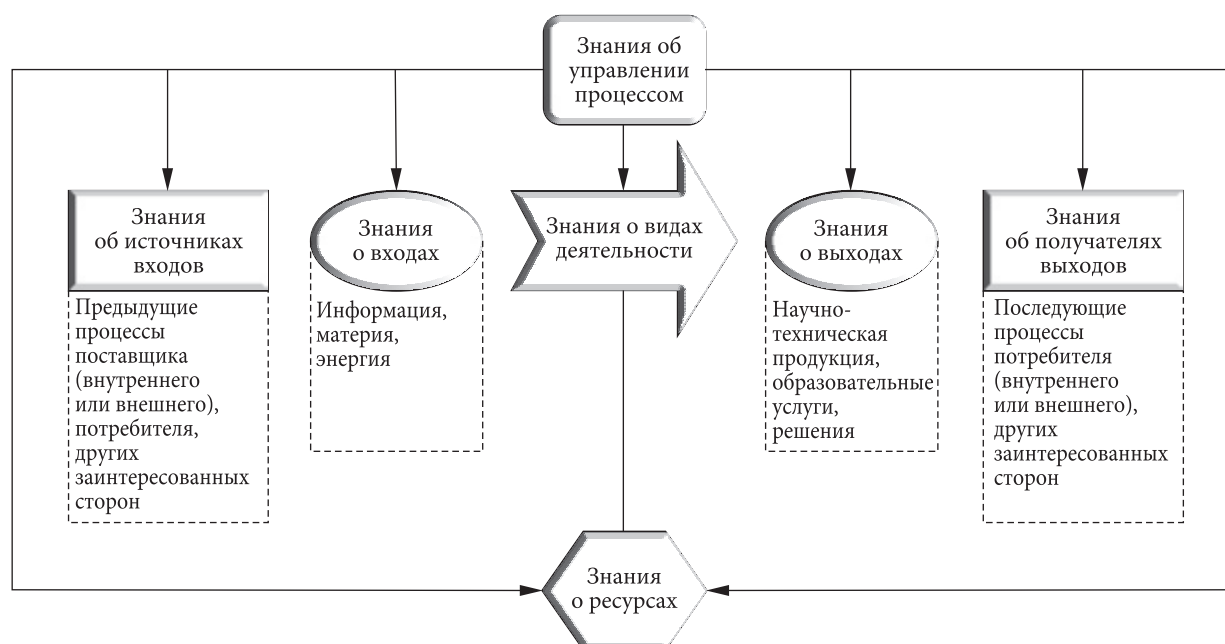


Рис. 1. Схема типовой процессно-ориентированной карты знаний

тически важными знаниями (KB3); управление рисками потери KB3.

Управление знаниями – это прежде всего управление информационными потоками. Поэтому фундаментальной основой инфраструктуры СМЗ являются информационные технологии (ИТ). Существует немало конкурирующих между собой организаций, предлагающих пакеты программных средств управления знаниями [2].

Создаваемая ИТ-инфраструктура СМЗ должна обеспечивать совместное, взаимосвязанное и структурированное представление фактических данных, опыта решения конкретных задач и общих знаний о предметной области. Для достижения этой цели предлагается структурная модель СМЗ [9], схема которой приведена на рис. 2.

Ядром СМЗ является многомерное корпоративное хранилище знаний, которое обеспечивает быстрый и удобный поиск, а также позволяет хранить разнородные информационные ресурсы. На рис. 2 показано, что обработка и получение на основе этого знаний более высокого уровня, необходимых для принятия решений, осуществляется

благодаря комплексу программных модулей: многомерный анализ данных методами OLAP, поиск знаний методами *Data Mining*, ввод информации пользователями и др.

В качестве основного структурного элемента знаний в хранилище используется понятие «фрейм знаний», который в обобщенном и формализованном виде представляет задачу принятия решений на основе анализа иерархий [10].

Удобство и эффективность разрабатываемой СМЗ зависит не только от заложенных в ее ядро принципов и представляемых инструментов, но и в значительной степени от используемой модели предметной области. В качестве способа формализации знаний о предметной области предлагается использовать онтологическую модель управления знаниями [9]. Под онтологией понимается точная (формализованная) спецификация некоторой предметной области, в данном случае – область всех видов деятельности организации. Это формальное и декларативное представление, включающее словарь терминов – базовых понятий данной предметной области, логические

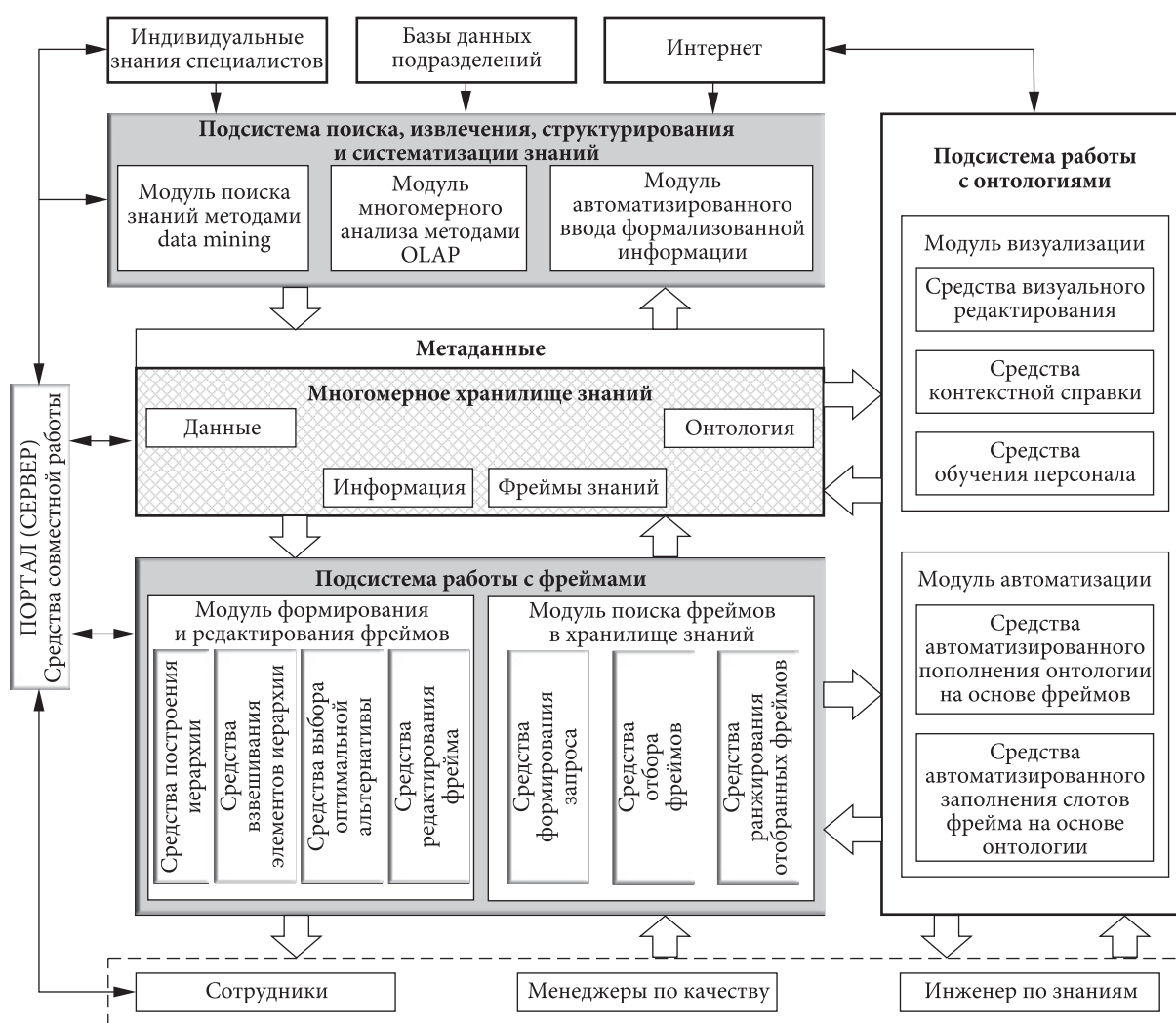


Рис. 2. Структурная модель СМЗ

выражения, которые описывают, что эти термины означают, как они относятся и связаны друг с другом.

Создание комплексной СМЗ в организации – непростая задача, ее реализация требует значительных финансовых, интеллектуальных и временных ресурсов. Мировой опыт создания систем управления знаниями показал [2], что основными факторами успеха менеджмента знаний в организации являются: корпоративная культура, структура и процессы, информационные технологии, профессиональные навыки и мотивация поддержки руководства.

Литература

1. ГОСТ Р ИСО 9001 – 2015. Системы менеджмента качества. Требования. М.: Стандартинформ, 2015. 32 с.
2. Харрингтон Дж., Воул Ф. Совершенство управления знаниями / пер. с англ. А.Л. Раскина; под науч. ред. А.Б. Болдина. М.: РИА «Стандарты и качество», 2008. 272 с.
3. ГОСТ Р 53894 – 2016. Менеджмент знаний. Термины и определения. М.: Стандартинформ, 2016. 24 с.
4. ГОСТ Р 54875 – 2011. Менеджмент знаний. Руководство по устоявшейся практике внедрения системы менеджмента знаний. М.: Стандартинформ, 2014. 16 с.
5. ГОСТ Р 54146 – 2010. Менеджмент знаний. Руководство для малых и средних предприятий. М.: Стандартинформ, 2014. 32 с.
6. ГОСТ Р 54877 – 2016. Менеджмент знаний. Руководство для персонала при работе со знаниями. Измерение знаний. М.: Стандартинформ, 2016. 54 с.
7. ГОСТ Р 54876 – 2011. Менеджмент знаний. Руководство по обеспечению взаимосвязи менеджмента знаний с культурой организации и другими организационными процессами. М.: Стандартинформ, 2012. 32 с.
8. ГОСТ Р 54874 – 2016. Менеджмент знаний. Руководство по наилучшей практике для государственного сектора. М.: Стандартинформ, 2016. 36 с.
9. Мирошников В.В., Булатицкий Д.И. Управление знаниями в системе менеджмента качества организации // Качество и жизнь. Альманах. 2011. С. 276–281.
10. Мирошников В.В., Булатицкий Д.И. Система управления знаниями в области качества // Информационные технологии. 2006. № 7. С. 16–22.

The Organization of Knowledge Management at the Enterprise

V.V. Miroshnikov, doctor of technical sciences, professor of «Quality Management, Standardization and Metrology» department of the Bryansk state technical university, full member of Academy of quality problems; Bryansk

e-mail: v.v.miroshnikov@mail.ru

N.M. Borbatc, candidate of technical sciences, associate professor, the head of department of monitoring and the analysis of indicators of processes of work of higher education institution of quality management of education in higher education institution of the Bryansk state technical university; Bryansk

G.V. Efimova, candidate of technical sciences, Associate Professor of «Quality Management, Standardization and Metrology» department of the Bryansk state technical university; Bryansk

Summary. In article the realization problem at the enterprises of management of knowledge which is the new conceptual requirement of the international ISO of 9001 versions of 2015 is considered. The description of three methodical approaches to the solution of this problem is provided: conceptual, process and system.

Keywords: quality management system, management of knowledge, types of knowledge, information technologies, frame of knowledge.

References:

1. State standard ISO 9001:2015. Quality management systems. Requirements. *Standartinform*. 2015. Moscow, 32 p.
2. Harrington J., Voul F. Perfection of knowledge management. Promotional and informational agency «Standards and Quality». 2008. Moscow, 272 p.
3. State Standard GOST R 53894 – 2016. Knowledge management. Terms and definitions. *Standartinform*. 2016. Moscow, 24 p.
4. State Standard GOST R 54875 – 2011. Knowledge management. Good practice guide for knowledge management system implementation. *Standartinform*. 2014. Moscow, 16 p.
5. State Standard GOST R 54146 – 2010. Knowledge management. Guidance for small and medium size enterprises. *Standartinform*. 2014. Moscow, 32 p.
6. State Standard GOST R 54877 – 2016. Knowledge management. Working with knowledge staff guidance. Knowledge measuring. *Standartinform*. 2016. Moscow, 54 p.
7. State Standard GOST R 54876 – 2011. Knowledge management. Guide to securing correlation between knowledge management and the standard of organization and other organizational processes. *Standartinform*. 2012. Moscow, 32 p.
8. State Standard GOST R 54874 – 2016. Knowledge management. Good practice guide for public sector. *Standartinform*. 2016. Moscow, 36 p.
9. Miroshnikov V.V., Bulatitsky D.I. Knowledge management in a quality management system of the organization. *Quality and life*. Almanac. 2011. Pp. 276–281.
10. Miroshnikov V.V., Bulatitsky D.I. A control system of knowledge in the field of quality. *Information technologies*. 2006. No. 7. Pp. 16–22.



Перспективные направления развития системы управления самолетом

С.Е. Постников

инженер 1й категории НИО-101 Московского авиационного института (НИУ); Москва

e-mail: postnikov.sergey007@yandex.ru

А.А. Трофимов

инженер НИО-101 Московского авиационного института (НИУ); Москва

Аннотация. Разработка систем управления перспективных самолетов является сложным и многоитерационным процессом, требующим обеспечения высокого качества проектирования и производства.

Только качественный подход к процессам проектирования позволяет обеспечить разработку системы управления с должным уровнем надежности и отказобезопасности.

В связи с ужесточением требований авиационных властей к современным самолетам в целом и системам их управления в частности, а так же повышения конкурентных преимуществ разрабатываемой техники проектирование бортовых систем необходимо осуществлять с применением передовых технологий.

Статья посвящена обзору передовых конструкторских решений при проектировании системы управления перспективных самолетов и оценке эффективности их применения.

Ключевые слова: система управления самолетом, качество процессов проектирования, электрификация бортовых систем.

Авиастроение традиционно является одной из самых наукоемких областей промышленности и концентрирует в себе большинство передовых технологий с целью обеспечения высокого уровня надежности и безопасности при осуществлении авиационных перевозок. Одним из основных путей достижения высоких показателей безопасности полетов, а также обеспечения конкурентных преимуществ современных самолетов является высокое качество на всех этапах жизненного цикла изделия.

При разработке нового перспективного самолета необходимо обеспечить его преимущества в летных характеристиках и топливной эффективности и высокий уровень надежности и отказобезопасности. Одним из перспективных направлений раз-

вития современной авиационной техники является постепенное повышение уровня электрификации ключевых бортовых систем (применение концепции «более электрический самолет» – БЭС). Применение концепции БЭС приводит к необходимости разработки новых архитектурных решений при построении комплекса бортовых систем, а также новых типов компонентов.

Основными системами, повышение уровня электрификации которых может быть эффективно, являются: система кондиционирования воздуха, система управления самолетом в комплексе с гидравлической системой и системой шасси, противообледенительная система. Эти системы в той или иной мере осуществляют отбор мощности от силовой установки, а постепенная замена компонентов систем на компоненты, использующие электрическое питание, позволит сократить и/или оптимизировать отбор мощности.

Главной задачей для конструкторов является обеспечение наращивания уровня электрификации при неизменном уровне качества бортовых систем или агрегатов [1]. В рамках системы управления самолетом перспективным направлением развития является уменьшение числа потребителей гидравлической энергии, замена электрогидравлических рулевых приводов (ЭГРП) на электрогидростатические и/или электромеханические приводы (ЭМП). Замена ЭГРП на электрогидростатические началась с 1950-х гг., но внедрение данного типа приводов на воздушных судах было приостановлено из-за ряда проблем, начиная от недостаточной надежности заканчивая значительными габаритами. Впоследствии ряд существенных недостатков получилось устранить.

Компания *Airbus* успешно внедрила данный тип привода в архитектуре СУ самолетов A380 и A350. Замена ЭГРП на электромеханические приводы (ЭМП) началась с системы перемещения механизации крыла (СПМК) и механизмов перестановки стабилизатора (МПС). Данная замена стала возможной, поскольку приводы МПС и СПМК не участвуют в высокودинамическом управлении самолетом и применяются короткое время, на этапах взлета и посадки, что примерно составляет 10% от продолжительности полета.

Из-за отказов приводов МПС или СПМК возникает невозможность перемещения вторичных аэродинамических поверхностей, что не приводит

к возникновению катастрофической ситуации. Это позволило разработчикам создать ряд технологий и отработать процессы проектирования и производства ЭМП.

С каждым поколением ЛА уменьшается число потребителей гидросистемы, однако замена ЭГРП основных поверхностей управления на ЭМП на данный момент не представляется возможной с точки зрения надежности и отказобезопасности. В нашей стране разработка новых типов приводов для СУ была приостановлена на время из-за недостатка финансирования авиационной отрасли. Информация сайта «Библиотека диссертаций» [2] позволяет заключить, что в середине 2000-х появились работы по анализу возможности электрификации систем управления самолетов, которые проводились в ЦАГИ, ОКБ «Родина», ОАО «ПМЗ «Восход», ОАО «Электропривод», МАИ и других НИИ и ОКБ. В частности, в ЦАГИ и ОКБ «Родина» был создан и испытан демонстрационный образец автономного рулевого привода объемного регулирования. Целью данной работы стало создание научно-технического задела для разработки нового поколения отечественных самолетов с полностью или частично электрифицированным оборудованием, отработка технологий и создание аппаратуры для перехода к перспективной структуре энергетического обеспечения самолетного бортового оборудования, которое использует для функционирования преимущественно электрическую энергию.

Помимо проектирования различных типов рулевых приводов, проводятся работы по созданию новых архитектурных решений в системе управления. Одно из таких решений – это разработка удаленного электронного блока управления рулевым приводом.

Электронные блоки обеспечивают управление рулевыми приводами по сигналам от основных вычислителей, таким образом, блок управления должен реализовывать замыкание контура управления и осуществлять контроль состояния компонентов привода. Интеграция электронного блока в конструкцию привода позволяет сократить количество проводов до 90%, поскольку обмен информацией осуществляется по цифровой линии данных вместо аналоговых линий связи. Данное архитектурное решение позволяет значительно сократить вес самолетной кабельной сети. В перспективе в блоках управления рулевым приводом можно реализовать резервный канал управления аэродинамической поверхностью и обеспечить реализацию обособленного контроля привода для упрощения алгоритмов основных вычислителей.

Еще одним архитектурным нововведением является изменение принципа обмена информацией между компонентами системы управления. Внедрение в конструкцию самолета оптоволоконной линии связи позволяет увеличить объемы передаваемой информации и значительно повысить безопасность информационного обмена. В отличие от медных кабелей, оптоволокно не излучает и не воспринимает электромагнитные волны. Замена медных кабелей на оптоволоконные позволяет уменьшить вес самолетной кабельной сети и обеспечить прокладку одного жгута по самолету. Замена традиционной кабельной сети истребителя А-7 на оптоволоконную позволила сэкономить более 38 кг веса [3], а в конструкции самолета *Boeing 787* имеется уже 110 оптоволоконных соединений и 1,7 км оптического кабеля [4].

Также перспективным направлением развития СУ является повышение комфорта управления. Это достигается путем реализации следящих органов управления в кабине экипажа. Развитие электроники способствует увеличению степени электрификации органов управления, снабжению их малоразмерными электродвигателями и управляющей электроникой, которая обеспечивает отклонение рукояток органов управления по сигналам автопилота. Следящие органы управления позволяют обеспечить включение летчика в контур управления для корректировок автопилота при отсутствии серьезных забросов в управлении. Использование микроэлектроники в качестве элементной базы для основных вычислителей значительно сокращает габариты, увеличивает вычислительные мощности, а также дает возможность реализовать концепцию разнородности, что обеспечивает повышение надежности системы управления.

Соответствие современным требованиям качества и надежности, высокие весовые характеристики для перспективных самолетов достигаются при грамотном сочетании перспективных технологий. По экспертной оценке, использование новых технологий при разработке системы управления позволит обеспечить выигрыш в массе для ближнемагистрального самолета от 12% до 16%, а для дальнемагистрального от 14% до 18%. При этом необходимо учитывать, что перспективные самолеты являются сложной и высоко интегрированной структурой. Несмотря на оптимистичные оценки, при изменении системы управления необходим комплексный анализ всех систем, поскольку это может значительно сократить уровень эффективности электрификации системы управления.



Ни одно из перспективных направлений развития СУ не сможет быть внедрено в бортовую систему без соблюдения требований надежности и отказобезопасности новых компонентов и агрегатов. Соответствие требуемым уровням надежности и отказобезопасности достигается постоянным увеличением требований к качеству продукции, соблюдением процессов проектирования и требований по производству элементов и агрегатов.

Литература

1. Воронович С., Каргопольцев В., Кутахов В. Электрический самолет //Авиапанорама. 2009, № 2. С. 23–27.
2. Алексеенков А.С. Улучшение динамических свойств и исследование рабочих процессов авиационного рулевого гидропривода с комбинированным регулированием скорости при увеличении внешней нагрузки// Дис. ... канд. техн. наук: 05.02.02. Л., 2014. 150 с.
3. Семенов Ю.А. Telecommunication technologies – телекоммуникационные технологии (3.2 Оптоволоконные каналы и беспроводные оптические связи). ИТЭФ-МФТИ. 2014. 548 с.
4. Репин А.В. Волоконная оптика в авиации: наступившее завтра // Национальная оборона. 2016, № 1. С. 14–16.

Perspective Direction of Development of a Control System of Plane

S.E. Postnikov, *engineer of the 1st category of national research department (NRD)-101 of the Moscow aviation institute (NRU); Moscow*

e-mail: postnikov.sergey007@yandex.ru

A.A. Trofimov, *engineer of national research department (NRD)-101 of the Moscow aviation institute (NRU); Moscow*

Summary. Development of systems of management of perspective planes is the difficult and multiiterative process demanding quality ensuring design and production.

Only high-quality approach to a designing process allows to provide development of the system of management with the due level of reliability and fail-safety.

Due to the toughening of requirements of the aviation authorities to modern planes in general and to the systems of their management in particular, and also increases in competitive advantages of the developed equipment design of onboard systems need to be carried out with application of advanced technologies.

Article is devoted to the review of the advanced design decisions at design of a control system of perspective planes and assessment of efficiency of their application.

Keywords: control system of plane, quality of a designing process, electrification of onboard systems.

References:

1. Voronovich S., Kargopoltsev V., Kutakhov V. The electric plane. *Aviapanorama magazine*. 2009. No. 2. Pp. 23–27.
2. Alekseenkov A.S. Improvement of dynamic properties and a research of working processes of an aviation steering hydraulic actuator with the combined regulation of speed at increase in external loading. *Thesis of candidate of technical sciences: 05.02.02*. 2014. 150 p.
3. Semenov Yu.A. Telecommunication technologies – telecommunication technologies (3.2 Fibre-optical channels and wireless optical communications). *Institute of theoretical and experimental physics – Moscow Institute of Physics and Technology*. 2014. 548 p.
4. Repin A.V. «Fiber optics in aircraft: come tomorrow». *National defense magazine*. 2016. No. 1. Pp. 14–16.

Влияние уровня давления нагнетания на тепловые потери в гидросистеме летательных аппаратов

А.А. Волков

к.т.н., доцент кафедры «Системы оборудования летательных аппаратов» Московского авиационного института (НИУ); Москва

e-mail: aleksey.alekseevich.volkov@gmail.com

В.Ю. Мищенко

старший преподаватель кафедры «Системы оборудования летательных аппаратов» Московского авиационного института (НИУ); Москва

В.А. Ионов

аспирант кафедры «Системы оборудования летательных аппаратов» Московского авиационного института (НИУ); Москва

Аннотация. Статья посвящена разработке и анализу математической модели теплового состояния локальной гидросистемы пассажирского самолета в зависимости от величины давления нагнетания. Уровень давления нагнетания пропорционален величине статической нагрузки на наиболее нагруженном исполнительном механизме.

Ключевые слова: давление, регулятор, нагрузка, расход, температура, время, теплопередача, тепловой поток, теплообменник.

Математическое описание нестационарных тепловых режимов в системах транспортных самолетов проводят обычно на основе метода сосредоточенной емкости [1]. В качестве тепловых емкостей можно выделить: воздух внутри кабины, ограждающие конструкции, элементы конструкции гидросистемы, рабочая жидкость.

Необходимо сформулировать и решить задачи диагностики тепловых характеристик систем и отсеков пассажирских самолетов по данным испытаний, которые относятся к классу внутренних обратных задач теплообмена [2].

В теоретическом плане проблема связана со сложностью моделирования тепловых процессов, которые характеризуются многофакторностью и многофункциональностью, динамичностью, распределенностью параметров. В практическом

плане ее актуальность обусловлена отсутствием наработанных и апробированных моделей и методов исследования сложных теплообменных и газодинамических процессов, которые осуществляются в системах, кабинах и отсеках транспортных самолетов. Из научно-технической литературы известно, что математическая модель тепловых процессов в системах обычно описывается дифференциальными уравнениями, для их решения используется, например, модифицированный метод Хемминга. При параметрической идентификации тепловых характеристик применяют экстремальный итерационный метод Ньютона – Гаусса, характеризующийся устойчивостью и достаточно быстрой сходимостью [2].

Для уточнения, корректировки и верификации имитационной модели, особенно нестационарных тепловых процессов, необходим анализ наземных и летных испытаний авиационной техники [3].

При тепловом расчете гидросистемы самолета основное внимание уделяется максимальной температуре жидкости и ее охлаждению, но иногда приходится учитывать минимальные температуры жидкости и ее разогрев. В условиях низких температур жидкость обычно разогревается дросселированием с последующей прокачкой через трубопроводы и агрегаты. Будем считать, что тепловое равновесие в баке достигается мгновенно за счет перемешивания жидкости.

Наиболее приемлема система охлаждения жидкости топливом расходных магистралей двигателей самолета. Она представляет собой топливозжидкостный радиатор (ТЖР), через который одновременно пропускаются топливо и гидросмесь. При этом тепловой поток от рабочей жидкости через разделительную поверхность передается топливу. В зависимости от количества тепла, которое необходимо отводить от гидросистемы, через теплообменник пропускается частичный или полный расход рабочей жидкости и топлива. Для предотвращения переохлаждения жидкости гидросистемы в холодное время года, а также для ее быстрого разогрева при кольцевании линии нагнетания насосов в слив, на теплообменнике необходимо устанавливать дополнительное распределительное устройство, которое до соответствующей температуры будет пропускать ее в обход теплообменника.



Весовая отдача топливожидкостных теплообменников достаточно велика и составляет 0,5...0,8 кг/кВт [4].

Имитационная модель гидросистемы должна содержать соответствующие модели блока питания с регулятором подачи насоса и гидроаккумулятором, сети, исполнительных механизмов.

Одной из актуальных задач при проектировании блоков питания с переменным уровнем давления является выбор конструктивных и гидродинамических параметров системы регулирования, которые обеспечивают приемлемое качество переходного процесса. Максимальное давление в полости сервопоршня выбирается равным $p_z = 0,2...0,25 p_n$ и при заданном времени перехода насоса из режима минимальной подачи в максимальную ($T_{зад}$) определяется площадь сервопоршня.

Время перехода насоса из режима максимальной подачи в минимальную и наоборот составляет обычно $T_{зад} = 0,05...0,1$ сек [5]. Для широкого круга авиационных насосов, подачи которых лежат в диапазоне $Q_T = 10...250$ л/мин, диаметры управляющего золотника находятся в диапазоне $d_{зол} = 4...5$ мм.

Минимальное время переходного процесса для уменьшения подачи насоса определяется минимальным перепадом давления на дросселе по нагнетанию управляющего золотника и его сопротивлением. Минимальное время переходного процесса для увеличения подачи насоса определяется пружиной сервопоршня и сопротивлением переменного дросселя по сливу. Одинаковое время переходных процессов как для уменьшения, так и для увеличения подачи насоса обеспечивается одинаковыми перепадами давления на переменных дросселях.

Одинаковые перепады давления на переменных дросселях можно получить выбором минимального давления нагнетания насоса в диапазоне:

$$p_{n \min} = 2 p_{z \max} = 0,4...0,5 p_{n \max}$$

Таким образом, диапазон изменения давления нагнетания лежит в пределах:

$$p = 0,4...1,0 p_{n \max}$$

Для контроля и регулировки диапазона изменения давлений нагнетания применяется в гидроуправляемом золотнике дополнительная полость управления, давление в которой изменяется с помощью дополнительного клапана с электромагнитным управлением.

На рис. 1 приведена схема насоса с регулятором подачи, выполненным в виде одного сервоцилиндра и гидроуправляемого золотника с двумя полостями управления. Подключение полости сервоцилиндра через демпфирующий дроссель к золотнику и установка сливного дросселя повышают устойчивость системы регулирования. Графики расходной характеристики насоса (рис. 2) показывают, что изменение напора практически линейно зависит от тока управления электромагнитным клапаном.

Повысить энергетическую эффективность блока питания можно, выполнив его из двух насосов переменной подачи, один из которых – разгружаемый по расходу и давлению.

В зависимости от управляющего сигнала электромагнитного клапана 6 величина давления

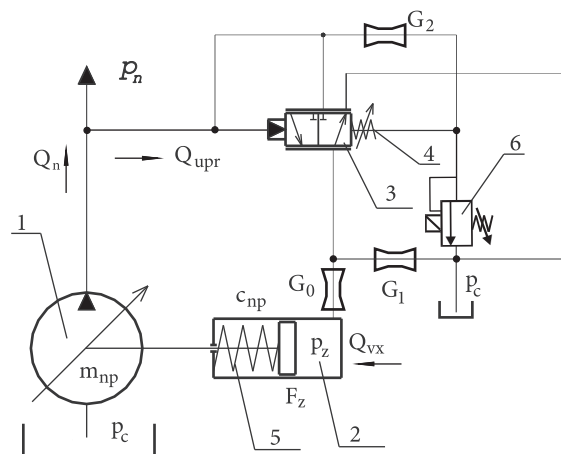


Рис. 1. Схема регулятора дифференциально-дроссельного типа:

1 – насос, 2 – полость сервоцилиндра, 3 – золотник, 4 – пружина золотника, 5 – пружина сервопоршня, 6 – электромагнитный клапан

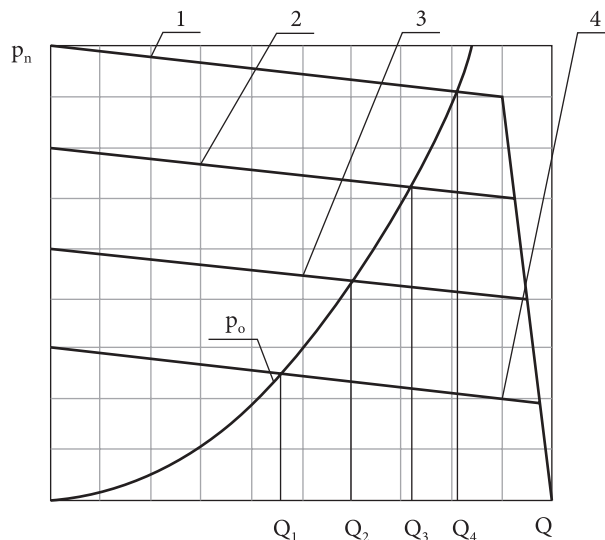


Рис. 2. Расходная характеристика насоса с электромагнитным клапаном в дополнительной линии управления

в напорной магистрали может изменяться от максимального значения (кривая 1) до минимального (кривая 4). Кривая 4 соответствует переходу насоса в режим работы с регулятором прямого действия. Характеристика сети зависит от статической и динамической нагрузок и может иметь вид, представленный кривой $p_c = p_c(Q)$. Точка пересечения характеристики сети с расходной характеристикой насоса является точкой совместной работы насоса и системы [6].

Таким образом, можно объемным способом регулировать подачу насоса (на рис. 2 соответствующие подачи Q_1, Q_2, Q_3, Q_4). Максимальная подача (Q_4) определяется максимальной величиной давления в напорной магистрали.

Расчет системы терморегулирования и охлаждения рабочей жидкости гидросистемы обычно начинают с крейсерского режима.

Процесс теплообмена по тракту гидросистемы описывается системой дифференциальных уравнений в частных производных [3].

Если неизвестны конкретная схема гидросистемы, ее компоновка на изделия, масса и конструкции отдельных элементов, то удобно рассматривать гидросистему как ряд объектов с сосредоточенными параметрами. В качестве объектов, в которых происходит поглощение или выделение тепла, принимаем:

- насос с соответствующей арматурой и клапанами,
- напорный и сливной трубопроводы с местными сопротивлениями,
- гидродвигатель с системой распределения и регулирования,
- теплообменный аппарат,
- бак с рабочей жидкостью.

Выполняя математическое описание теплового режима работы гидравлической системы, напишем уравнение теплового баланса насоса [1, 4]:

$$\begin{cases} M_{gn} C_g \frac{dT_{fn}}{dt} = Q_n \rho_g C_g (T_{fb} - T_{fn}) + k_{ng} F_{ng} (T_n - T_{fn}) + \Delta N_T \\ M_n C_n \frac{dT_n}{dt} = k_n F_n (T_{okp} - T_n) + k_{ng} F_{ng} (T_{fn} - T_n) \end{cases},$$

где M_{gn} и M_n , M_{gz} и M_z , M_{gb} и M_b – массы жидкости в насосе и элементов конструкции насоса, соответственно;

C_g, C_n, C_z, C_b – средняя теплоемкость жидкости и конструкции насоса, гидродвигателя и бака;

k_{ng}, k_{zg}, k_{bg} – коэффициент теплопередачи от рабочей жидкости с температурой T_{fn}, T_{fz}, T_{fb} элементов конструкции с температурой T_n, T_z, T_b и среде с температурой T_{okp} ;

k_n, k_z, k_b – коэффициент теплопередачи от элементов конструкции насоса с температурой T_n, T_z, T_b в окружающую среду с температурой T_{okp} ;

F_n, F_z, F_b – площадь поверхности теплообмена насоса, гидродвигателя и бака с окружающей средой;

F_{ng}, F_{zg}, F_{bg} – площадь поверхности теплообмена насоса, гидродвигателя и бака с рабочей жидкостью;

$\Delta N_{Tn}, \Delta N_{Tz}$ – мощность тепловыделений в насосе и гидродвигателе.

Аналогично записываем уравнение теплового баланса для гидроусилителя:

$$\begin{cases} M_{gz} C_g \frac{dT_{fz}}{dt} = Q_z \rho_g C_g (T_{fn} - T_{fz}) + k_{zg} F_{zg} (T_z - T_{fz}) + \Delta N_{Tz} \\ M_z C_z \frac{dT_z}{dt} = k_z F_z (T_{okp} - T_z) + k_{zg} F_{zg} (T_{fz} - T_z) \end{cases}.$$

Третьим уравнением можно считать уравнение теплообмена с окружающей средой в баке и теплообменнике:

$$\begin{cases} M_{gb} C_g \frac{dT_{fb}}{dt} = Q_b \rho_g C_g (T_{fz} - T_{fb}) + k_{bg} F_{bg} (T_b - T_{fb}) \\ M_b C_b \frac{dT_b}{dt} = k_b F_b (T_{okp} - T_b) + k_{bg} F_{bg} (T_{fb} - T_b) \end{cases}.$$

Упрощенная система дифференциальных уравнений при равенстве температур жидкости и конструкции элементов гидросистемы имеет вид:

$$\begin{cases} (M_{gn} C_g + M_n C_n) \frac{dT_{fn}}{dt} = Q_n \rho_g C_g (T_{fb} - T_{fn}) + k_n F_n (T_{okp} - T_{fn}) + \Delta N_{Tn} \\ (M_{gz} C_g + M_z C_z) \frac{dT_{fz}}{dt} = Q_z \rho_g C_g (T_{fn} - T_{fz}) + k_z F_z (T_{okp} - T_{fz}) + \Delta N_{Tz} \\ (M_b C_b + M_{gb} C_g) \frac{dT_b}{dt} = Q_b \rho_g C_g (T_{fz} - T_{fb}) + k_{bg} F_{bg} (T_{okp} - T_{fb}) \end{cases}.$$

Уравнение теплового баланса запишем в относительных величинах:

$$\begin{cases} \tau_{gn} \frac{dT_{fn}}{dt} = \bar{k}_{fn} \bar{Q}_n (T_{fb} - T_{fn}) + (T_{okp} - T_{fn}) + \Delta \bar{N}_{Tn} T_{qn} \\ \tau_{gz} \frac{dT_{fz}}{dt} = \bar{k}_{fz} \bar{Q}_z (T_{fn} - T_{fz}) + (T_{okp} - T_{fz}) + \Delta \bar{N}_{Tz} T_{gz} \\ \tau_{gb} \frac{dT_b}{dt} = \bar{k}_{fb} \bar{Q}_b (T_{fz} - T_{fb}) + (T_{okp} - T_{fb}) \end{cases},$$



где $\tau_{gn} = \frac{M_{gn} C_g + M_n C_n}{k_n F_n}$, $\tau_{gz} = \frac{M_{gz} C_g + M_z C_z}{k_z F_z}$,
 $\tau_{gb} = \frac{M_b C_b + M_{gb} C_g}{k_{bg} F_{bg}}$ – постоянные времени тепло-

обмена жидкости с элементами конструкции гидросистемы: насоса, гидроусилителя, бака;

$\bar{k}_{fn} = \frac{Q_{max} \rho_g C_g}{k_n F_n}$, $\bar{k}_{fz} = \frac{Q_{max} \rho_g C_g}{k_z F_z}$, $\bar{k}_{fb} = \frac{Q_{max} \rho_g C_g}{k_{bg} F_{bg}}$ –
 относительные коэффициенты теплообмена, учитывающие теплопередачу между жидкостью, элементами конструкции гидросистемы и окружающей средой.

$\Delta T_{qn} = \frac{\Delta N_{Tn}}{k_n F_n} = \frac{\Delta N_T}{p_0 Q_{max}} \cdot \frac{p_0 Q_{max}}{k_n F_n} = \Delta \bar{N}_{Tn} T_{qn}$,

$\Delta T_{qz} = \frac{\Delta N_{Tz}}{k_n F_z} = \frac{\Delta N_T}{p_0 Q_{max}} \cdot \frac{p_0 Q_{max}}{k_z F_z} = \Delta \bar{N}_{Tz} T_{qz}$,

приращение равновесной температуры и температуры рабочей жидкости из-за тепловыделений в системе и теплообмена жидкости с элементами конструкции гидросистемы.

Начальными условиями для уравнения теплового баланса следует считать:

$T(0) \approx T_{окр}$.

Для определения теплового потока конвективного теплообмена гидросистемы с окружающей средой необходимо определить коэффициенты теплопередачи, которые лежат в пределах $k_{fg} \approx 2...50$ Вт/(м²·К) [1] и зависят в первую очередь от скорости обдува гидроагрегатов, трубопроводов и плотности воздуха. Величину лучистого теплообмена следует учитывать только при полетах со сравнительно большими числами M .

Можно воспользоваться более точными величинами коэффициентов теплопередачи, определяемыми по формуле Франка [7]:

$k_{fk} \approx 7,34 v^{0,656} + 3,78 e^{-1,91v}$ Вт/(м²·К),

где v – средняя скорость потока воздуха.

Коэффициент теплоотдачи от гладкой поверхности конструкции гидросистемы воздуху можно принять равным [7]:

$k_{fk} \approx 5,6 + 4v$ Вт/(м²·К).

Существенно большее значение имеют коэффициенты теплоотдачи от жидкости к металлической поверхности элементов кон-

струкции гидросистемы, которые составляют $k_{fg} > 300$ Вт/(м²·К) [8], или

$k_{fg} \approx 350 + 2100v$ Вт/(м²·К).

Таким образом, мы имеем $k_{fg} \gg k_{fk}$, поэтому принятие равными температуры жидкости и конструкции гидросистемы правомерно. Для оценочных расчетов температурного режима можно воспользоваться средней температурой жидкости в гидросистеме, и тогда уравнение теплового баланса существенно упрощается:

$$\begin{cases} \sum M_{gi} C_{gi} \frac{dT_f}{dt} = k_{fg} F_{GS} (T_{konstr} - T_f) + \\ + k_{fT0} F_{T0} (T_{T0} - T_f) + \Delta N_T \\ \sum M_{ki} C_{ki} \frac{dT_{konstr}}{dt} = k_{fk} F_{KS} (T_{окр} - T_{konstr}) + \\ + k_{fg} F_{GS} (T_f - T_{konstr}) \end{cases}$$

где M_{gi} и M_{ki} – масса жидкости гидросистемы и элементов конструкции, соответственно;

C_{gi} и C_{ki} – средняя теплоемкость жидкости и элементов конструкции гидросистемы;

k_{fg} – коэффициент теплопередачи от рабочей жидкости с температурой T_f элементам конструкции с температурой T_{konstr} и в среду с температурой $T_{окр}$; k_{fk} – коэффициент теплопередачи от T_f элементов конструкции с температурой T_{konstr} в окружающую среду с температурой $T_{окр}$;

k_{fT0} – коэффициент теплопередачи от рабочей жидкости с температурой T_f к хладагенту теплообменника площадью F_{T0} с температурой T_{T0} ;

F_{GS} – площадь поверхности теплообмена гидросистемы;

ΔN_T – мощность тепловыделений в рабочую жидкость.

Уравнение теплового баланса запишем в виде:

$$\begin{cases} \tau_g \frac{dT_f}{dt} = T_{konstr} - T_f (1 + \bar{k}_{fT0}) + \bar{k}_{fT0} T_{T0} + \Delta \bar{N}_T T_q \\ \tau_{k0} \frac{dT_{konstr}}{dt} = T_{окр} - T_{konstr} + \frac{1}{\bar{k}_{fT0}} (T_f - T_{konstr}) \end{cases}$$

где $\tau_g = \frac{\sum M_{gi} C_{gi}}{k_{fg} F_{GS}}$ – постоянная времени теплообме-

на жидкости с элементами конструкции гидросистемы;

$\bar{k}_{fT0} = \frac{k_{fT0} F_{T0}}{k_{fg} F_{GS}}$ – относительный коэффициент

теплообмена, учитывающий теплопередачу в теплообменнике и между жидкостью и элементами конструкции гидросистемы;

$$\tau_{k0} = \frac{\sum M_{ki} C_{ki}}{k_{fk} F_{KS}} - \text{постоянная времени теплообмена}$$

элементов конструкции гидросистемы с окружающей средой;

$$\Delta T_q = \frac{\Delta N_T}{k_{fg} F_{GS}} = \frac{\Delta N_T}{p_0 Q_{max}} \cdot \frac{p_0 Q_{max}}{k_{fg} F_{GS}} = \Delta \bar{N}_T T_q - \text{приращение}$$

равновесной температуры рабочей жидкости из-за тепловыделений в системе, теплообмена жидкости с элементами конструкции гидросистемы.

Проведем оценку членов уравнения τ_q и ΔT_q . Максимальную температуру окружающей среды принимаем в соответствии с рекомендованным значением для расчета систем кондиционирования воздуха $t_{окр} = +37^\circ\text{C}$. Максимальная температура рабочей жидкости ограничена значением $t_{ж} = +100^\circ\text{C}$.

Будем считать максимальными тепловыделениями в системе расчетный случай, при котором вся установочная мощность источника питания переходит в тепло, т.е. подача насоса максимальная, давление нагнетания максимальное, а величина тепловых потерь в источниках питания составляет до 20% от установочной мощности (общий КПД насоса в этом случае составляет величину $\eta_\Sigma = 0,8$). Причем данная величина абсолютных потерь практически не изменяется на всех режимах полета [5].

Максимальная величина тепловыделений, таким образом, составляет:

$$(\Delta N_T)_{max} = (\bar{p}_n \bar{Q}_n)_{max} + 0,2 = 1,2$$

и, соответственно, при других подачах насоса:

$$(\Delta N_T) = \bar{p}_n \bar{Q}_c + \Delta N_{пот}.$$

При данном расчетном случае температура рабочей жидкости не должна превышать максимально допустимого значения $t_{ж} = +120^\circ\text{C}$.

Определим приращение равновесной температуры:

$$(\Delta T_q)_{max} = T(t) - T_{окр} = 120 - 37 = 83^\circ\text{C}.$$

Для других режимов работы блока питания:

$$\Delta T_q = \frac{\Delta N_T}{(\Delta N_T)_{max}} \Delta T_{q_{max}} = \Delta \bar{N}_T \Delta T_{q_{max}}.$$

Важным показателем является температура окружающей среды $T_{окр}$, которая изменяется от $t_{окр} = -50^\circ\text{C}$ до $t_{окр} = +37^\circ\text{C}$. В качестве расчетной следует на первом этапе принять температуру торможения:

$$T_{окр} = T_{торм} = T_\infty \left(1 + \frac{k-1}{2} M^2 \right).$$

Оценим постоянную времени теплообмена τ_q . Объем жидкости в гидросистеме – W , а площадь поверхности теплообмена:

$$F = k_w W^{\frac{2}{3}}.$$

Коэффициент пропорциональности можно принять в диапазоне $k_w = 5 \dots 10$.

Отсюда получаем:

$$\begin{aligned} \tau_g &= \frac{\sum M_{gi} C_{ki}}{k_{fg} F_{GS}} = \frac{\rho_{ж} C_{пж}}{k_{fg} k_w} \sqrt[3]{W}, \\ \tau_{k0} &= \frac{\sum M_{ki} C_{ki}}{k_{fk} F_{KS}} = \frac{F \delta_{cp} \rho_m C_m}{k_{fk} F_{KS}} = \frac{\rho_m C_m}{k_{fk}} \delta_{cp} = \\ &= \left(\frac{\rho_m C_m}{k_{fk}} \frac{p_H}{[\sigma]} \sqrt[3]{\frac{1}{\pi k_l}} \right) \sqrt[3]{W}, \end{aligned}$$

где $C_{пж} = 2100 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{K)}$ – теплоемкость рабочей жидкости; $m_{ж} = \rho_{ж} W$ – масса рабочей жидкости; $C_m = 500 \dots 800 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{K)}$ – средняя теплоемкость материала гидросистемы; m_m – масса гидросистемы; $k_f = 50 \dots 100 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{K)}$ – коэффициент теплопередачи от стенки элементов узлов и агрегатов гидросистемы окружающей среде; $[\sigma]$ – допустимые напряжения в материале.

Приведенные зависимости позволяют смоделировать процесс изменения температуры рабочей жидкости в гидросистемах, в том числе и в зависимости от режима полета самолета и внешних условий.

На рис. 3 представлены результаты моделирования процесса изменения гидродинамических параметров гидросистемы при неизменном номинальном давлении нагнетания (p_n – давление нагнетания, p_a – давление в гидроаккумуляторе, p_R – средняя величина приведенной нагрузки, Q_{sys} – средняя величина расхода потребителей).

Давление нагнетания для адаптивной гидросистемы зависит от величины приведенной нагрузки, которую превышает в полтора раза, причем минимальная величина давления нагнетания составляла



при моделировании значение $\bar{p}_n = 0,50$. На рис. 4 показан результат моделирования процесса изменения температуры рабочей жидкости и элементов конструкции.

В качестве примера рассмотрена локальная гидросистема управления рулями высоты и направления магистрального пассажирского самолета с блоком питания, номинальное давление которого составляет $p_{n0} = 21$ МПа, максимальная теоретическая подача $Q_{n\max} = 0,2$ м³/сек.

Значения температуры рабочей жидкости T_{fx} и элементов конструкции T_{konstr} соответствуют постоянному номинальному давлению, а значения T_{fxa} и T_{konsta} переменному давлению в соответствии с изменением нагрузки на рис. 3.

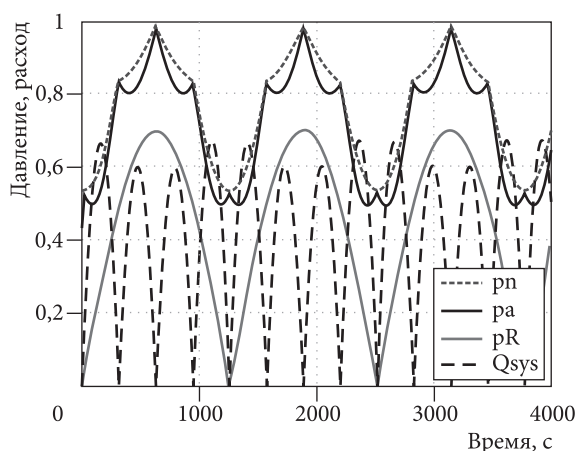


Рис. 3. Результаты моделирования гидродинамических параметров

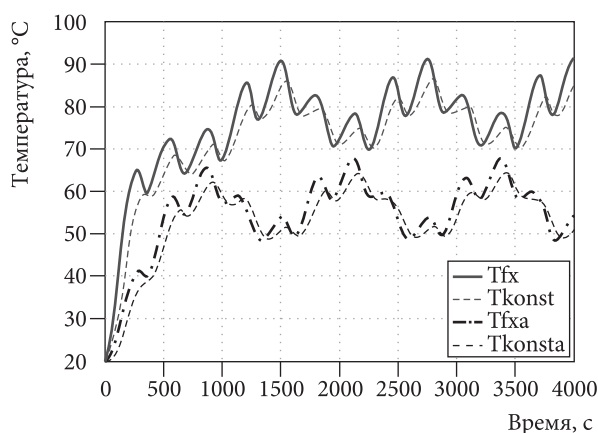


Рис. 4. Моделирование температурных режимов гидросистемы

Выводы

Разработана модель теплового нагружения гидросистемы с учетом тепловых потерь в блоке питания, сети, приводах, теплообмена с окружающей средой, хладагентом теплообменного аппарата, тепловой емкости элементов конструкции гидросистемы в зависимости от режима полета, нагружения и потребления гидравлической энергии.

Как показали результаты имитационного моделирования, при переменном уровне номинальной величины давления нагнетания максимальная температура рабочей жидкости при одинаковом режиме потребления снижается на 30 °С и более, если в процессе работы гидросистемы уровень давления нагнетания превышает в полтора раза величину приведенной нагрузки.

Литература

1. Шумилов В.С. Тепловые режимы работы централизованных гидросистем современных самолетов. Гидропривод и гидроавтоматика. Часть 1, 1972.
2. Хлистунов А.И., Бочаров В.П. Моделирование и диагностика тепловых характеристик транспортных самолетов. Национальный университет, Киев, Украина, 2010.
3. Волков А.А. Нестационарные режимы работы системы терморегулирования гермокабины/ «Вестник Московского авиационного института», 2011. Т. 18. № 3. М.: Московский авиационный институт (государственный технический университет).
4. Шустров Ю.М. Проектирование авиационных систем кондиционирования воздуха/ М., Машиностроение, 2006.
5. Меланьин А.Н. Блоки питания гидравлических систем летательных аппаратов, адаптивные к режиму потребления/ Руководящий технический материал авиационной техники РТМ 1703-86, 1986.
6. Системы оборудования летательных аппаратов/ под ред. Матвеевко А.М. и В.И. Бекасова. М.: Машиностроение, 2005.
7. Малявина Е.Г. Теплотери здания. Справочное пособие/ М.: «АВОК-ПРЕСС», 2007.
8. Воронин Г.И. Конструирование машин и агрегатов систем кондиционирования. М.: Машиностроение, 1978

Influence of Level of Forcing Pressure on Thermal Losses in Aircraft Hydraulic System

A.A. Volkov, candidate of technical sciences, associate professor of department «System of the aircraft equipment» of the Moscow aviation institute (NRU); Moscow

e-mail: aleksey.alekseevich.volkov@gmail.com

V.Yu. Mischenko, senior teacher of department «System of the aircraft equipment» of the Moscow aviation institute (NRU); Moscow

V.A. Ionov, graduate student of department «System of the aircraft equipment» of the Moscow aviation institute (NRU); Moscow

Summary. Article is devoted to development and the analysis of mathematical model of a thermal condition of a local hydraulic system of the passenger plane depending on forcing pressure size. Level of pressure of forcing is proportional to the size of static loading on the most loaded executive mechanism.

Keywords: pressure, regulator, loading, expense, temperature, time, heat transfer, thermal stream, heat exchanger.

References:

1. Shumilov V.S. Thermal operating modes of the centralized hydraulic systems of modern planes. Hydraulic actuator and hydroautomatic equipment. Part 1. 1972.
2. Hlistun A.I., Bocharov V.P. Modeling and diagnostics of thermal characteristics of transport planes. National university. Kiev, Ukraine. 2010.
3. Volkov A.A. Non-stationary operating modes of system of thermal regulation of a germokabina. *Bulletin of the Moscow aviation institute*. 2011. Volume 18. No. 3. Moscow aviation institute (NRU).
4. Shustrov Yu.M. Design of aviation air conditioning systems. *Mechanical engineering*. 2006. Moscow.
5. Melanyin A.N. Power supply units of hydraulic systems of aircraft adaptive to the consuming mode. *The leading technical material of the RTM 1703-86 aircraft equipment*. 1986.
6. Matveenkov A.M., Bekasov V.I. Systems of the equipment of aircraft. *Mechanical engineering*. 2005. Moscow.
7. Malyavina E.G. The heat loss of the building. AVOK-PRESS. 2007. Moscow.
8. Voronin G.I. Designing of cars and units of air conditioning systems. *Mechanical engineering*. 1978. Moscow.

Идентификация силы тяги при изменении режима работы двигателей в летных испытаниях

С.Ю. Приходько

аспирант кафедры 101 «Проектирование самолетов» Московского авиационного института (НИИУ); Москва

e-mail: prihodko-stanislav@mail.ru

Аннотация. Предлагается новый подход к решению некорректной задачи раздельного оценивания тяги двигателей воздушного судна и сил аэродинамического сопротивления в эксплуатационной области режимов полета. Это достигается путем отказа от идентификации абсолютного значения тяги и перехода к идентификации приращений тяги посредством выполнения специально разработанного тестового маневра, обеспечивающего примерное постоянство параметров полета таких, как скорость, угол атаки и высота, существенно изменяющейся характеристикой является режим работы двигателей. Следовательно, одновременно с приращением эффективной тяги не требуется оценивать силу аэродинамического сопротивления.

Ключевые слова: идентификация эффективной тяги, параметры двигателя, аэродинамическое сопротивление, летные испытания.

Введение

Известна задача раздельного оценивания тяги двигателей воздушного судна и сил аэродинамического сопротивления в полете. Она относится к классу некорректных [1] ввиду практически полной коллинеарности векторов тяги и сопротивления при малых углах атаки.

Актуальность предлагаемого метода заключается в переходе к корректной задаче за счет изменения ее первоначальной формулировки. Это достигается путем отказа от оценивания абсолютного значения тяги и перехода к оцениванию приращений тяги при изменении режимов работы двигателей, что позволит уменьшить зависимость получаемых данных от погрешностей летного эксперимента. При этом не требуется одновременно с тягой оценивать силу аэродинамического сопротивления за счет выполнения специально разработанного тестового маневра, обеспечивающего при изменении режима работы двигателей примерное постоянство параметров полета (числа M , угла атаки, высоты), влияющих на тягу двигателя. Предлагаемый подход обеспечивает получение результатов без использования газодинамических моделей двигателей [2–4].



В результате единственной существенно изменяющейся характеристикой становится режим работы двигателя, что и позволяет оценить соответствующее приращение тяги.

1. Схема выполнения летных тестовых маневров

Предлагается следующая схема выполнения летного эксперимента. Тестовый маневр проводится для одной высоты и скорости полета, например, при высоте 3000 м и числе Маха 0,4.

Описание маневра. На высоте $H = 3000$ м и скорости полета, соответствующей $M = 0,4$, сбалансировать самолет в прямолинейном горизонтальном полете (ПГП) с постоянной скоростью, запомнив значение угла атаки α (рис. 1).

Для идентификации коэффициентов силы аэродинамического сопротивления, определяющих их зависимость от угла атаки, выполнить дачи РУС по тангажу «от себя» и «на себя» так, чтобы приращения угла атаки составили $\pm 1 \dots 2$ градуса. Восстановить ПГП на той же высоте и с тем же числом M . Отклонить РУД обоих двигателей на увеличение тяги в положение, среднее между исходным и «максимал». Перевести самолет в прямолинейный набор высоты с постоянным углом наклона и подобрать угол тангажа так, чтобы число M и угол атаки α оставались постоянными, то есть такими же, как на участке ПГП (рис. 2).

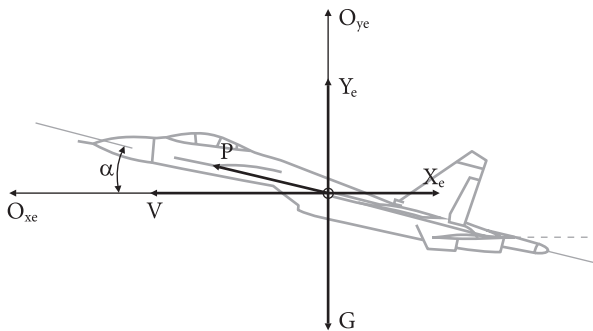


Рис. 1. Сбалансированное движение в ПГП

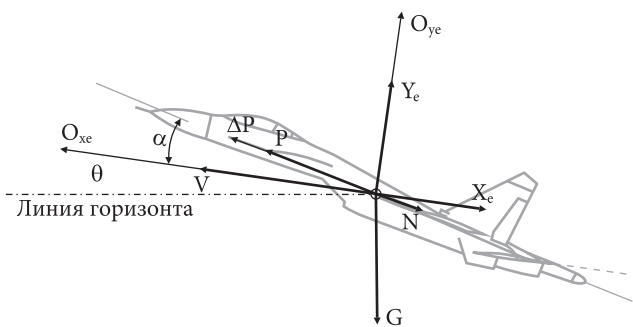


Рис. 2. Прямолинейный набор высоты с постоянным углом наклона

После выхода двигателя на установившийся режим работы выполнять набор высоты с указанными M и α в течение 2...3 с. Далее в процессе набора вы полнить дачи РУС по тангажу «от себя» и «на себя» длительностью 1,5...3 с так, чтобы приращения угла атаки составили $\pm 1 \dots 1,5$ градуса. Перевести самолет в ПГП с исходными значениями H и M .

Отклонить РУД обоих двигателей на уменьшение тяги в положение, среднее между исходным и «малый газ», и повторить маневр, переводя самолет в снижение.

Тестовый режим выполняется в прямолинейном горизонтальном полете таким образом, чтобы изменение тяги компенсировалось изменением угла наклона траектории посредством ступенчатого отклонения ручек управления двигателем (рис. 3). В этом случае число M и угол атаки остаются приблизительно неизменными (аэродинамическое сопротивление остается постоянным). Высота изменяется незначительно (100...200 м), существенно изменяется только эффективная тяга $P_{эф}$.

Режим выполняется для нескольких положений РУД в эксплуатационном диапазоне высот и скоростей.

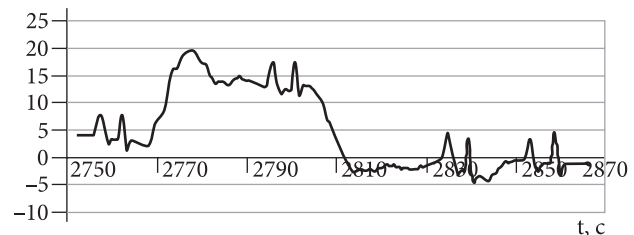


Рис. 3. Изменение угла тангажа во времени при ступенчатом отклонении РУД от 33° до 65° (максимал) и 17,2° (малый газ)

2. Формула для оценивания приращения эффективной тяги

Для выполнения идентификации методом наименьших квадратов на этапе сбалансированного ПГП самолета определим выражение с учетом разделения вектора силы тяги на векторы входного и выходного импульса. Стоит отметить, что входной импульс $P_{вх}$ направлен вдоль полусвязанной оси, а выходной $P_{вых}$ – вдоль оси двигателя, которая отклонена относительно связанной оси на угол установки двигателя $\varphi_{дв}$.

Для идентификации приращения силы тяги воспользуемся уравнением проекций сил на полусвязанную ось O_{xe} :

$$ng \cdot n_{xe} = -qSc_{x0} - qSc_x \alpha - qSc_x \alpha^2 - P_{вх} + P_{вых} \cos(\varphi_{дв} + \alpha).$$

Тригонометрическое преобразование функции $\cos$ позволяет перейти к более упрощенной форме записи:

$$\cos(\varphi_{\text{дв}} + \alpha) = \cos\varphi_{\text{дв}}\cos\alpha - \sin\varphi_{\text{дв}}\sin\alpha.$$

Относительно $\alpha_0=0$ разложим $\cos\alpha$ и $\sin\alpha$ в ряд, получим:

$$\cos\alpha \approx 1 - \frac{1}{2}\alpha^2; \sin\alpha \approx \alpha.$$

Тогда при малых углах атаки уравнение проекции сил имеет вид:

$$mg \cdot n_{xe} = -qSc_{x0} - qSc_x^\alpha - qSc_x^{\alpha^2} - P_{\text{вх}} + P_{\text{вых}} \cos\varphi_{\text{дв}} - \frac{1}{2}P_{\text{вых}} \cos\varphi_{\text{дв}} \cdot \alpha^2 - P_{\text{вых}} \sin\varphi_{\text{дв}} \cdot \alpha.$$

Принимая во внимание, что сумма входного $P_{\text{вх}}$ и выходного $P_{\text{вых}}$ импульсов равна эффективной тяге, получим:

$$P_{\text{эф}0} = -P_{\text{вх}0} + P_{\text{вых}0} \cos\varphi_{\text{дв}}.$$

С учетом вышеизложенного, уравнение для идентификации приращения силы тяги принимает следующий вид:

$$\begin{aligned} mg \cdot n_{xe} &= 1 \cdot (-qSc_{x0} + P_{\text{вых}0} \cos\varphi_{\text{дв}} - P_{\text{вх}0}) - \\ &- \alpha(qSc_x^\alpha + P_{\text{вых}0} \sin\varphi_{\text{дв}}) - \alpha^2(qSc_x^{\alpha^2} + \frac{1}{2}P_{\text{вых}0} \cos\varphi_{\text{дв}}) = \\ &= 1 \cdot (-qSc_{x0} + P_{\text{эф}0}) - \alpha(qSc_x^\alpha + P_{\text{вых}0} \sin\varphi_{\text{дв}}) - \\ &- \alpha^2(qSc_x^{\alpha^2} + \frac{1}{2}P_{\text{вых}0} \cos\varphi_{\text{дв}}). \end{aligned} \quad (1)$$

Анализ выражения (1) показывает, что его решение невозможно ввиду отсутствия значений коэффициентов аэродинамического сопротивления и параметров тяги $P_{\text{эф}}$ и $P_{\text{вых}}$. Выполнение симметричных дач по каналу тангажа при выполнении летного тестового маневра позволяет определить оценки величин, являющихся в (1) множителями при 1, α , α^2 , используя численные методы. Воспользуемся методом наименьших квадратов (МНК).

Запишем уравнение, аналогичное (1), введя функциональные зависимости $P_{\text{эф}}(t)$, $P_{\text{вых}}(t)$ от времени:

$$\begin{aligned} mg \cdot n_{xe} &= 1(-qSc_{x0} + P_{\text{эф}}(t)) - \alpha(qSc_x^\alpha + P_{\text{вых}}(t) \sin\varphi_{\text{дв}}) - \\ &- \alpha^2(qSc_x^{\alpha^2} + \frac{1}{2}P_{\text{вых}}(t) \cos\varphi_{\text{дв}}). \end{aligned} \quad (2)$$

В результате симметричных дач по тангажу можно получить оценки параметров с применением МНК:

$$\begin{aligned} \hat{a}_0 &= (-qSc_{x0} + P_{\text{эф}0}), \\ \hat{a}_1 &= (qSc_x^\alpha + P_{\text{вых}0} \sin\varphi_{\text{дв}}), \\ \hat{a}_2 &= (qSc_x^{\alpha^2} + \frac{1}{2}P_{\text{вых}0} \cos\varphi_{\text{дв}}). \end{aligned} \quad (3)$$

Умножение полученных оценок соответственно на 1, $-\alpha(t)$, $-\alpha(t)^2$ и вычитание их из уравнения (2) позволит получить выражение для оценивания приращения эффективной тяги $\Delta P_{\text{эф}}(t)$:

$$\begin{aligned} \Delta P_{\text{эф}}(t) - \Delta P_{\text{вых}}(t) \left(\alpha \sin\varphi_{\text{дв}} + \alpha^2 \frac{1}{2} \cos\varphi_{\text{дв}} \right) = \\ = mgn_{xe} - \hat{a}_0 + \hat{a}_1 \alpha(t) + \hat{a}_2 \alpha(t)^2, \end{aligned} \quad (4)$$

где n_{xe} находится по измерениям перегрузки в полете.

Для снижения погрешности, являющейся слагаемым в левой части уравнения (4), используется $\Delta P_{\text{вых}}(t)$ по газодинамической модели двигателя. Погрешности этой модели здесь значения не имеют в силу малости всего слагаемого.

Влияние случайных погрешностей можно существенно уменьшить, используя алгоритмические методы [5]. Систематические погрешности определяются в летных испытаниях и методиках, разработанных авторами.

Систематические погрешности измерений углов атаки и воздушной скорости необходимо исключить на этапе летных испытаний, применяя, например, методики [6–9]. Контроль уровня погрешностей угла атаки следует осуществлять согласно [10].

3. Апробация рассматриваемого метода

На рис. 4 представлены результаты оценок приращений эффективной (предложенным методом) и внутренней (модель ЦИАМ) тяги двигателей.



Рис. 4. Приращение эффективной (предложенным методом) и внутренней (модель ЦИАМ) тяги двигателей при ступенчатом отклонении РУД от 33° до 65° (максимал) и 17,2° (малый газ)



Анализ результатов позволил сделать вывод: в ходе экспериментов получена хорошая сходимость предложенного метода с результатами стендовых испытаний (модель ЦИАМ).

Выводы

1. Метод повышает точность и устойчивость оценок приращений тяги за счет перехода к корректной [1] задаче оценивания.
2. При необходимости определения абсолютного значения тяги данный метод следует использовать совместно с методом оценивания абсолютного значения тяги для заданных числа M и высоты полета [11, 12].
3. Оценки приращения тяги при изменении режима работы двигателей можно использовать также для контроля технического состояния двигателя [2, 13, 14].

Литература

1. Тихонов А.Н., Арсенин В.Я. Методы решения некорректных задач. М.: Наука, 1986. 288 с.
2. Добрянский Г.В., Мартынова Т.С. Динамика авиационных газотурбинных двигателей. М.: Машиностроение, 1989. 240 с.
3. Корсун О.Н., Лещенко И.А., Немичев М.В. Математическое моделирование переходных процессов в авиационном газотурбинном двигателе // Мехатроника, автоматизация, управление. 2011. № 11. С. 50–54.
4. Андреев С.П., Макаров В.Е. и др. Уточнение параметров математической модели двигателя по данным летных испытаний // Труды X Международной конференции «Идентификация систем и задачи управления». – М.: ИПУ. 2015. С. 1043–1055.
5. Корсун О.Н., Поплавский Б.К., Яцко А.А. Раздельная идентификация эффективной тяги двигателей и силы аэродинамического сопротивления по данным летных испытаний при воздействии шумов измерений // Труды X Международной конференции «Идентификация систем и задачи управления». – М.: ИПУ. 2015. С. 1032–1042.
6. Пушков С.Г., Горшкова О.Ю., Корсун О.Н. Математические модели погрешностей бортовых измерений скорости и угла атаки на режимах посадки самолета // Мехатроника, автоматизация, управление. 2013. № 8. С. 65–70.
7. Пушков С.Г., Ловицкий Л.Л., Корсун О.Н. Методы определения скорости ветра при проведении лётных испытаний авиационной техники с применением спутниковых навигационных систем // Мехатроника, автоматизация, управление. 2013. № 9. С. 65–70.
8. Пушков С.Г., Корсун О.Н., Яцко А.А. Оценивание погрешностей определения индикаторной земной скорости в летных испытаниях авиационной техники с применением спутниковых навигационных систем // Мехатроника, автоматизация, управление. 2015. Т. 16. № 11. С. 771–776.
9. Гумаров С.Г., Корсун О.Н. Метод определения динамической погрешности оптических станций траекторных измерений // Метрология. 2011. № 3. С. 16–23.
10. Корсун О.Н., Поплавский Б.К. Оценивание систематических погрешностей бортовых измерений углов атаки и скольжения на основе интеграции данных спутниковой навигационной системы и идентификации скорости ветра // Известия Российской академии наук. Теория и системы управления. 2011. № 1. С. 133–146.
11. Корсун О.Н., Поплавский Б.К., Леонов В.А. Оценка силы тяги двигателей воздушных судов по данным летных испытаний на основе оптимальных инвариантных линейных преобразований // Техника воздушного флота. 2011. № 1. С. 25–30.
12. Поплавский Б.К., Корсун О.Н., Леонов В.А. Оценивание силы тяги двигателей и аэродинамического сопротивления по данным летных испытаний // В сборнике: Седьмой международный аэрокосмический конгресс IAC'12 (Электронный ресурс; CD-ROM гос. рег. № 0321303652). 2012. С. 299–302.
13. Киселев М.И., Комшин А.С., Пронякин В.И. и др. Многофакторные математические модели функционирования авиационных газотурбинных двигателей в фазохронометрическом представлении // Метрология. 2011. № 9. С. 13–27.
14. Корсун О.Н., Лещенко И.А., Немичев М.В. Исследование возможностей фазохронометрических методов в задаче диагностики газозвушного тракта авиационных газотурбинных двигателей // Мехатроника, автоматизация, управление. 2010. № 6. С. 63–70.

Identification of Thrust Force When Changing an Operating Mode of Engines in Flight Tests

S.Yu. Prikhodko, graduate student of department 101 «Design of planes» of the Moscow aviation institute (NRU); Moscow

e-mail: prihodko-stanislav@mail.ru

Summary. New approach to the solution of an incorrect problem of separate estimation of draft of engines of the aircraft and forces of aerodynamic resistance in operational area of the modes of flight is offered. It is reached by refusal of identification of absolute value of draft and transition to identification of increments of draft by means of performance of specially developed test maneuver providing approximate constancy of parameters of flight such as speed, angle of attack and height, the characteristic significantly changing is the operating mode of engines. Therefore, along with an increment of effective draft it isn't required to estimate force of aerodynamic resistance.

Keywords: identification of effective draft, engine parameters, aerodynamic resistance, flight tests.

References:

1. Tikhonov A.N., Arsenin V.Ya. Methods of the solution of incorrect tasks. *Science*. 1986. Moscow, 288 p.
2. Dobryansky G. V., Martianova T.S. Dynamics of aviation gas-turbine engines. *Mechanical engineering*. 1989. Moscow, p. 240.
3. Korsun O.N., Leschenko I.A., Nemichev M.V. Mathematical modeling of transition processes in the aviation gas-turbine engine. *Mechatronics, automation, management*. 2011. No. 11. Pp. 50–54.
4. Andreev S.P., Makarov V.E. Specification of parameters of mathematical model of the engine according to flight tests. *Works of the X International conference «Identification of systems and task of Management»*. Institute of problems of management. 2015. Moscow, Pp. 1043–1055.
5. Korsun O.N., Poplavsky B.K., Yatsko A.A. Separate identification of effective draft of engines and force of aerodynamic resistance according to flight tests at impact of noise of measurements. *Works of the X International conference «Identification of Systems*

and Task of Management». Institute of problems of management. 2015. Moscow, Pp. 10323–1042.

6. Pushkov S.G., Gorshkova O.Yu., Korsun O.N. Mathematical models of errors of onboard measurements of speed and an angle of attack on the plane landing modes. *Mechatronics, automation management*. 2013. No. 8. Pp. 65–70.
7. Pushkov S.G., Lovitsky L.L., Korsun O.N. Methods of determination of speed of wind when carrying out flight tests of the aircraft equipment with use of navigation satellite systems. *Mechatronics, automation, management*. 2013. No. 9. Pp. 65–70.
8. Pushkov S.G., Korsun O.N., Yatsko A.A. Estimation of errors of determination of indicator terrestrial speed in flight tests of the aircraft equipment with use of navigation satellite systems. *Mechatronics, automation, management*. 2015. Volume 16. No. 11. Pp. 771–776.
9. Gumarov S.G., Korsun O.N. Method of definition of a dynamic error of optical stations of trajectory measurements. *Metrology*. 2011. No. 3. Pp. 16–23.
10. Korsun O.N., Poplavsky B.K. Estimations of systematic errors of onboard measurements of angles of attack and sliding on the basis of integration of data of the navigation satellite system and identification of speed of wind. *News of the Russian Academy of Sciences. Theory and control systems*. 2011. No. 1. Pp. 133–146.
11. Korsun O.N., Poplavsky B.K., Leonov V.A. Assessment of force of draft of engines of aircrafts according to flight tests on the basis of optimum invariant linear transformations. *Equipment of the air fleet*. 2011. No. 1. Pp. 25–30.
12. Poplavsky B.K., Korsun O.N., Leonov V.A. Estimation of force of draft of engines and aerodynamic resistance according to flight tests. In the collection. *Seventh international space congress IAC'12* [Electronic resource; State CD-ROM. per. No. 0321303652]. 2012. Pp. 299–302.
13. Kiselyov M.I., Komshin A.C., Pronyakin V.I. Multiple-factor mathematical models of functioning of aviation gas-turbine engines in phase-chronometric representation. *Metrology*. 2011. No. 9. Pp. 13–27.
14. Korsun O.N., Leshchenko I.A., Nemichev M.V. Research of opportunities a phase-chronometric methods in a problem of diagnostics of an air-gas path of aviation gas-turbine engines. *Mechatronics, automation, management*. 2010. No. 6. Pp. 63–70.



Особенности качественного проектирования горизонтального оперения с учетом работающих высокорасположенных турбореактивных двигателей

Ю.А. Оголев

*старший преподаватель кафедры 109Б
Московского авиационного института (НИУ);
Москва*

Е.В. Чурочкина

*ассистент кафедры 109Б Московского
авиационного института (НИУ); Москва*

e-mail: churochkina@beriev.com

Аннотация. В статье представлена оценка влияния высокорасположенных турбореактивных двигателей на качественные характеристики продольной устойчивости и управляемости самолета, обеспечиваемые горизонтальным оперением.

Высоко расположенные работающие турбореактивные двигатели влияют как на предельно-переднюю, так и на предельно-заднюю центровки самолета, т.е. потребный коэффициент статического момента $A_{\text{го}}$ выбирается с учетом их влияния на продольную устойчивость и управляемость самолета, что позволяет довольно достоверно и качественно выбрать размеры и взаимную схему расположения ГО и ВО на ранних стадиях проектирования самолета. Предложенная методика была разработана на основе исследований аэродинамических характеристик самолетов А-40 и Бе-200, полученных при проведении испытаний моделей в аэродинамических трубах и по результатам летных испытаний, проводимых ТАНТК им. Г.М. Бериева.

Ключевые слова: продольная устойчивость, управляемость, схема размещения двигателей, коэффициент статического момента, тяга.

Для гидросамолетов и самолетов-амфибий одной из основных проблем является проблема защиты работающих двигателей от заливания их водой на взлетно-посадочных режимах. До и после второй мировой войны на всех построенных гидросамолетах и самолетах-амфибиях в качестве такой защиты использовался метод максимально возможного удаления работающих двигателей от водной поверхности. При этом двигатели распола-

гались, как можно выше и как можно ближе к носу самолета, т.е. в зоне наименьшего брызгообразования. Такое стремление привело к появлению схемы самолета с крылом типа «чайка», которая была использована фирмой Г.М. Бериева на самолете-амфибии Бе-12 (1957 г.). Однако большое (положительное до излома и отрицательное после излома) поперечное V крыла схемы «чайка» имеет довольно много недостатков, как конструктивного, так и аэродинамического характера. Поэтому в последнее время для самолетов-амфибий в качестве защитного экрана работающих двигателей от возможного заливания их водой используется крыло самолета. В результате этого двигатели располагаются на пилонах высоко над крылом, в его хвостовой части в непосредственной близости от горизонтального оперения (ГО) и оказывают существенное влияние на его работу.

Такая схема размещения двигателей применена на созданных в последние годы самолетах-амфибиях А-40 «Альбатрос»; Бе-200 и др.

Указанная схема размещения двигателей на самолете приводит к значительному влиянию струй работающих двигателей на работу ГО, а значит и к существенному изменению качественных характеристик устойчивости и управляемости самолета, связанных с изменением режима работы двигателей.

При установке на самолет реактивных двигателей задача конструктора сводится к выносу оперения из зоны распространения струй работающих двигателей. Поэтому для самолетов такого типа оперение проектируется по Т-образной схеме, сопла двигателей устанавливаются повернутыми на небольшой угол ($5...6^\circ$) вниз и в стороны.

Основной особенностью схемы самолета с высокорасположенными над крылом турбореактивными двигателями является наличие пикирующего момента от тяги двигателей, который наиболее сильно влияет на характеристики продольной устойчивости и управляемости на этапах взлета и ухода на второй круг. Если для самолетов традиционных схем предельно-передняя центровка, а значит и потребное значение коэффициента статического момента горизонтального оперения $A_{\text{го}}$,

рассчитывается из условий посадки самолета, когда пикирующий момент от закрылков максимален, то для рассматриваемой схемы (с двигателями расположенными над крылом) расчетным случаем чаще всего является взлет самолета или уход на 2-ой круг, поскольку на этих режимах полета пикирующий момент, действующий на самолет, максимален. Поэтому влияние струй работающих двигателей на указанных режимах приобретает первостепенное значение, при расчете потребного значения $A_{\text{по}}$.

При работе высокорасположенных турбореактивных двигателей на повышенных режимах, на самолет помимо пикирующего момента от тяги двигателей действует продольный момент, вызванный изменением угла атаки ГО из-за дополнительного схода потока за крылом при прохождении струй работающих двигателей под горизонтальным оперением, который существенно уменьшает пикирующий момент от тяги двигателей [1].

Согласно [2] угол схода потока за крылом определяется формулой

$$\varepsilon = \varepsilon_0 + \varepsilon^\alpha (\alpha - \alpha_0), \quad (1)$$

где α – угол атаки крыла; α_0 – угол атаки при нулевой подъемной силе; ε_0 – снос потока за крылом при нулевой подъемной силе (снос потока от фюзеляжа); ε^α – производная угла схода потока по углу атаки.

Влияние струй работающих двигателей на снос потока будем определять по формуле (2), аналогичной формуле (1)

$$\varepsilon(C_R) = \varepsilon_0 + \varepsilon_0^{C_R} \cdot C_R + \varepsilon^\alpha (1 + K_{\varepsilon^\alpha}^{C_R} \cdot C_R) (\alpha - \alpha_0), \quad (2)$$

где $C_R = P_{\text{дв}} / qS$ – коэффициент тяги двигателей; $P_{\text{дв}}$ – тяга одного двигателя; $\varepsilon_0^{C_R}$ – производная схода потока от фюзеляжа по коэффициенту тяги двигателей; $K_{\varepsilon^\alpha}^{C_R}$ – коэффициент, учитывающий изменение ε^α от коэффициента тяги двигателей.

Коэффициенты $\varepsilon_0^{C_R}$ и $K_{\varepsilon^\alpha}^{C_R}$, учитывают изменение сходов потока за крылом вызванное наличием струй работающих двигателей и зависят от удаления горизонтального оперения по отношению к работающим двигателям, как по длине, так и по высоте (рис. 1–3). Указанные зависимости были получены в результате обработки материалов испытаний моделей самолетов-амфибий А-40 и Бе-200 с имитацией работы двигателей в аэродинамической трубе Т-203 СибНИА [3, 4] и представлены на рис. 1–5 для различных конфигураций закрылков, характеризующихся значением прироста подъемной силы ΔC_y .

При сравнении значений схода потока, полученных при модельных испытаниях с результата-

ми летных испытаний самолетов А-40 и Бе-200, а также самолета Ту-154 [5, 6] было установлено, что фактическое увеличение углов схода потока, вызванное работающими двигателями в сравнении с модельными испытаниями составляет от 20 до 30% (рис. 6). Анализ результатов модельных и летных испытаний позволил вывести поправочный коэффициент $F_{C_R} = 0,72 \cdot \sqrt[4]{C_R^3}$, введение которого в формулу (2) вместо коэффициента C_R , позволяет повысить качественный уровень расчетов продольных характеристик самолета на этапе проектных работ по выбору параметров ГО.

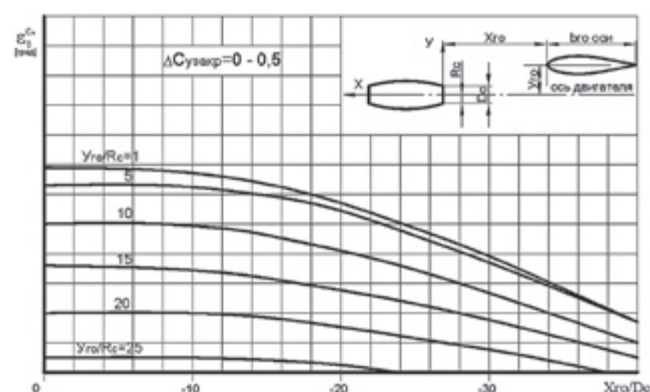


Рис. 1. Влияние работающих реактивных двигателей на угол схода потока для различных положений ГО относительно двигателя

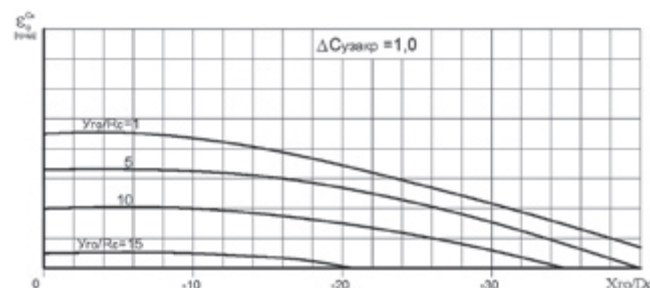


Рис. 2. Влияние работающих реактивных двигателей на угол схода потока для различных положений ГО относительно двигателя

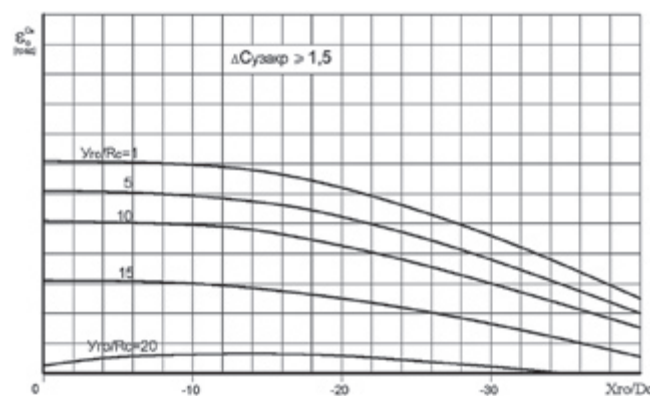


Рис. 3. Влияние работающих реактивных двигателей на угол схода потока для различных положений ГО относительно двигателя



Такое представление указанных зависимостей позволяет получить хорошую сходимость результатов расчета с результатами летных испытаний до значений коэффициента тяги $C_R \leq 0,4$, что соответствует скоростям отрыва и ухода на 2-ой круг практически для всех современных самолетов с ТРД и ДТРД.

Введение поправочного коэффициента F_{CR} позволяет весьма точно определить пикирующие моменты при увеличении тяги двигателей, требующие перебалансировки самолета, по предлагаемой методике

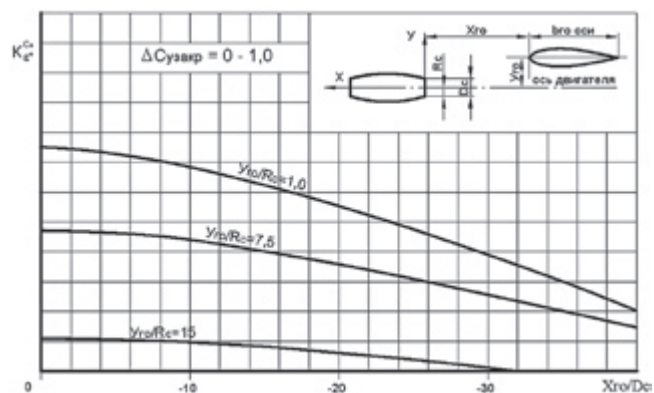


Рис. 4. Влияние работающих реактивных двигателей на производную сколов потока по углу атаки (ϵ^α) при изменении положения ГО относительно двигателя

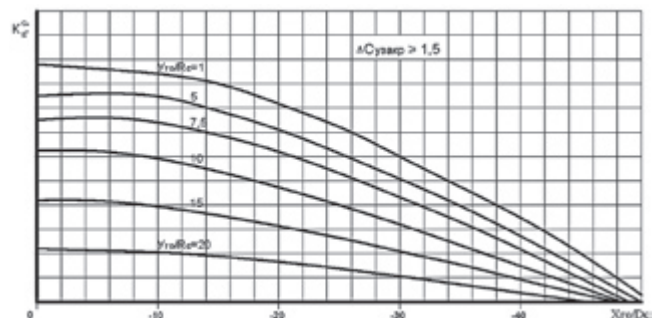


Рис. 5. Влияние работающих реактивных двигателей на производную сколов потока по углу атаки (ϵ^α) при изменении положения ГО относительно двигателя

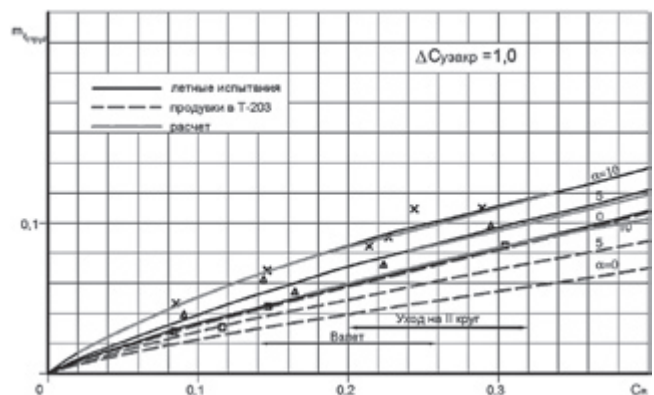


Рис. 6. Влияние струй работающих реактивных двигателей на коэффициент продольного момента самолета А-40 «Альбатрос» ($X_{дв}/D_c = 8,5$; $Y_{дв}/R_c = 7,4$)

$$m_{зdv.} = m_{zp} + m_{зструй} = -\frac{P_{дв} \cdot Y_{дв}}{q \cdot S \cdot b} - m_z^\alpha \cdot [\epsilon_0^{C_R} + K_{\epsilon\alpha}^{C_R} \cdot \epsilon^\alpha \cdot (\alpha - \alpha_0)] \cdot F_{C_R} \quad (3)$$

где m_{zp} – коэффициент продольного момента, вызванный тягой двигателей; $m_{зструй}$ – коэффициент продольного момента, вызванный прохождением струй работающих двигателей в области ГО; m_z^α – производная коэффициента продольного момента по углу отклонения ГО.

С учетом этого момента определяются как предельно-передняя центровка [2], так и нормируемые усилия перебалансировки самолета при даче и сбросе газа [7, 8].

Помимо продольного момента от работающих двигателей для балансировки самолета и предельно-передней центровки, при изменении режима работы двигателя меняется также и предельно-задняя центровка ($\bar{X}_{т.пз}$) [1, 2]. Изменение $\bar{X}_{т.пз}$ вызывается уменьшением степени продольной статической устойчивости с учетом работающих двигателей. При этом изменение степени продольной статической устойчивости можно определить, используя следующие зависимости

$$\Delta m_{зструй} = \bar{X}_{Fro} - \bar{X}_{Fro\ обд} = -\frac{m_z^\alpha}{C_{y\ бго}} \cdot \epsilon^\alpha \cdot K_{\epsilon\alpha}^{C_R} \cdot F_{C_R}, \quad (4)$$

где $\bar{X}_{Fro}$ – сдвиг фокуса самолета от установки ГО; $\bar{X}_{Fro\ обд}$ – сдвиг фокуса самолета от установки ГО с учетом струй работающих двигателей, проходящих вблизи ГО; $C_{y\ бго}$ – производная коэффициента подъемной силы самолета без ГО по углу атаки.

Поскольку высоко расположенные работающие турбореактивные двигатели влияют как на предельно-переднюю, так и на предельно-заднюю центровки самолета, потребный коэффициент статического момента $A_{го}$ выбирается с учетом их влияния на продольную устойчивость и управляемость самолета.

Традиционно характеристики устойчивости и управляемости могут быть определены только по результатам испытаний модели самолета с работающей силовой установкой. Однако, как наглядно показано на рис. 6, результаты испытаний модели самолетов с работающими реактивными двигателями, значительно отличаются от результатов летных испытаний рассматриваемых самолетов. Для самолетов-амфибий и гидросамолетов, использующих крыло в качестве защитного экрана работающих двигателей от заливания их водой, определение параметров горизонтального оперения на ранних стадиях проектирования по существующим методикам дают значительную погрешность в сравнении со значениями, полученными при летных испытаниях. Поэтому, выбор параметров и схемы опере-

ния, проведенный по предлагаемой методике будет более точным и качественным, чем по испытаниям модели самолета с работающими двигателями в аэродинамической трубе. Эти расхождения связаны с недостаточно корректным моделированием в аэродинамической трубе «закрученности» струи работающих двигателей, т.е. основное отличие эксперимента от природы заключается в меньших углах скоса потока (ε_0) как в вертикальной, так и в горизонтальной плоскости, вызванных прохождением струи работающих двигателей.

Таким образом, полученные расчетно-экспериментальным путем поправочные коэффициенты позволяют существенно повысить качество расчетов параметров горизонтального оперения на этапе проектирования и сходимость расчетных и экспериментальных оценок характеристик устойчивости и управляемости.

Литература

1. Бюшгенс Г.С., Студнев Р.В. Динамика продольного и бокового движения – Машиностроение. 1979.
2. Остославский И.В. Аэродинамика самолета. Оборонгиз. 1957.
3. Малюшко Н.П., Мымрин В.А. Отчет по исследованию аэродинамических характеристик самолета Бе-200 с работающей силовой установкой. СибНИА. 1991.
4. Малюшко Н.П., Мымрин В.А. Отчет по исследованию аэродинамических характеристик самолета А-40 с работающей винтомоторной установкой. СибНИА. 1993.
5. Лигум Т.И. и др. Аэродинамика самолета Ту-154. – Транспорт. 1977.
6. Оголев Ю.А. Отчет по сравнению аэродинамических характеристик самолета А-40, полученных при трубных испытаниях, с результатами летных испытаний. ТАНТК им. Г.М. Бериева. 1989.
7. Авиационные правила. Часть 23. Нормы летной годности гражданских легких самолетов, 1991.
8. Авиационные правила. Часть 25. Нормы летной годности транспортных самолетов. 1994.

Identification of Thrust Force When Changing an Operating Mode of Engines in Flight Tests

Yu. A. Ogolev, senior teacher of department 109B of Moscow aviation institute (National research university), Moscow

E.V. Churochkina, assistant of department 109B of Moscow aviation institute (National research university), Moscow

e-mail: churochkina@beriev.com

Summary. Assessment of influence of the high-located turbojets on the qualitative characteristics of longitudinal stability and controllability of the plane provided with horizontal plumage is presented in article.

Highly located working turbojets influence both on a limit-lobby, and on limit-back centerings of the plane, i.e. the required coefficient of the static moment of Ago is chosen taking into account their influence on longitudinal stability and controllability of the plane that allows to choose quite authentically and qualitatively the sizes and the mutual scheme of an arrangement of horizontal plumage (HP) and vertical plumage (VP) at early design stages of the plane. The offered technique has been developed on the basis of researches of aerodynamic characteristics of the A-40 and Be-200 planes received when carrying out tests of models in wind tunnels and by results of the flight tests which are carried out by Taganrog aviation scientific and technical complex of G.M. Beriyev (TASTC of G.M. Beriyev).

Keywords: longitudinal stability, controllability, scheme of placement of engines, coefficient of the static moment, draft.

References:

1. Byushgens G.S., Studnev R.V. Dynamics of longitudinal and lateral motion. *Mechanical engineering*. 1979.
2. Ostoslavsky I.V. Plane aerodynamics. *Oborongiz*. 1957.
3. Malyushko N.P., Mimrin V.A. The report on a research of aerodynamic characteristics of the Be-200 plane with the working power plant. *Siberian research institute of aircraft (SRIA)*. 1991.
4. Malyushko N.P., Mimrin V.A. The report on a research of aerodynamic characteristics of the A-40 plane with the working vintomotorny installation. *Siberian research institute of aircraft (SRIA)*. 1993.
5. Ligum T.I. Aerodynamics of the Tu-154 plane. *Transport*. 1977.
6. Olegov Yu.A. he report on comparison of the aerodynamic characteristics of the A-40 plane received at pipe tests with results of flight tests. *Taganrog aviation scientific and technical complex of G.M. Beriyev (TASTC of G.M. Beriyev)*. 1989.
7. Aviation rules. Part 23. *Standards of the flight validity of civilian light planes*. 1991.
8. Aviation rules. Part 25. *Standards of the flight validity of transport planes*. 1994.



Об актуализации профессиональных стандартов в автомобилестроении

И.А. Коровкин

к.э.н., исполнительный директор
НП «Объединение автопроизводителей
России»; Москва

e-mail: kiaoar1@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена вопросам разработки и применения профессиональных стандартов в автомобилестроении Российской Федерации.

Ключевые слова: Профессионально-квалификационная структура, профессиональный стандарт, актуализация.

Качество выпускаемой в Российской Федерации автомобильной техники, ее компонентов неразрывно связано с повышением профессиональной квалификации специалистов, работающих в этой отрасли машиностроения. В настоящее время перед российским автомобилестроением стоит задача не только обеспечить потребность народного хозяйства и населения страны современной автомобильной техникой, но и увеличить ее поставки на экспорт.

Для решения этих задач существенную роль играет подготовка специалистов.

Основными документами, определяющими требования в квалификации специалистов в отрасли автомобилестроения, являются профессиональные стандарты. Разработка этих документов была начата в 2011 г. с создания профессионально-квалификационной структуры отрасли (перечень профессий, ранжированных по квалификационным уровням, и описания соответствующих им общих требований с учетом основных направлений профессиональной деятельности).

В рамках государственно-частного партнерства, при совместном финансировании Минпромторгом России, НП «Объединение автопроизводителей России» (НП «ОАР») был разработан 21 профессиональный стандарт в области автомобилестроения.

В работе приняли участие ведущие специалисты НИУ «Высшая школа экономики», а также 830 экспертов и специалистов ведущих автопроизводителей России (АВТОВАЗ, ГАЗ, КАМАЗ, СОЛЛЕРС, ФОЛЬКСВАГЕН Груп Рус и др.).

А.М. Серёженкин

заместитель председателя Совета
по профессиональным квалификациям
в автомобилестроении; Москва

Эти профессиональные стандарты были утверждены НП «ОАР» для применения предприятиями отрасли.

В соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 12 мая 2012 г. № 597 в стране началась разработка профессиональных стандартов федерального уровня.

При Минтруде России создан Экспертный совет по профстандартам, по решению которого была проведена доработка стандартов НП «ОАР» в соответствии с требованиями, установленными в постановлениях Правительства Российской Федерации и приказах Минтруда России.

Профессиональные стандарты в автомобилестроении были переработаны и направлены в Минтруд России в 2013 г.

В соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 16 апреля 2014 г. № 249 был создан Национальный совет при Президенте Российской Федерации по профессиональным квалификациям (НСПК).

Профессиональные стандарты в автомобилестроении были в 2014 г. одобрены НСПК в 2015 г. и приказами Минтруда России было утверждено 20 стандартов по основным видам специальностей автомобильного производства.

Придание профессиональным стандартам статуса федерального уровня позволило осуществлять оптимизацию структуры кадрового потенциала в организациях отрасли автомобилестроения.

В 2015 г. НСПК по предложению НП «ОАР» было принято решение о создании Совета по профессиональным квалификациям в автомобилестроении (СПКА) на базе НП «ОАР» и наделении его следующими полномочиями:

- проведение мониторинга рынка труда, потребности в квалификациях, появления новых профессий, изменений в наименованиях и перечнях профессий в автомобилестроении;
- разработка, актуализация и организация применения профессиональных стандартов в автомобилестроении;

- организация, координация и контроль деятельности по оценке и присвоению профессиональных квалификаций, установление требований для подтверждения профессиональной квалификации в соответствии с перечнем профессиональных стандартов и иными установленными квалификационными требованиями в автомобилестроении;
- участие в определении потребностей в образовании и обучении, разработке образовательных стандартов профессионального образования, в обновлении и профессионально-общественной аккредитации профессиональных образовательных программ в автомобилестроении.

Практическое использование на предприятиях и организациях автомобилестроения профессиональных стандартов показало необходимость расширения состава профстандартов, а также проведения актуализации некоторых из них.

В 2016 г. были актуализированы три профессиональных стандарта, касающихся деятельности конструктора, технолога, автомобильного мехатроника. По предложению ПАО «КАМАЗ» разработан профессиональный стандарт «Специалист по испытаниям и исследованиям в автомобилестроении». Эти стандарты в начале 2017 г. были утверждены приказами Минтруда России.

В текущем году завершаются работы по актуализации еще 6-ти профессиональных стандартов:

«Специалист по мехатронике в автомобилестроении»,

«Специалист окрасочного производства в автомобилестроении»,

«Специалист по сборке агрегатов и автомобиля»,

«Специалист литейного производства в автомобилестроении»,

«Специалист по прессовым работам в автомобилестроении»,

«Специалист металлообрабатывающего производства в автомобилестроении».

Проведенная работа позволит:

- осуществлять переработку содержания образовательных программ в соответствии с требованиями, заложенными в профессиональных стандартах;

- создать систему аккредитации образовательных программ;
- разрабатывать механизм мониторинга образовательных учреждений;
- проводить сертификацию персонала в регионах дислокации предприятий автомобилестроения;
- проводить аудит компетенций персонала организации;
- формировать требования для найма рабочей силы;
- перераспределять трудовые ресурсы внутри организации;
- формировать и совершенствовать систему мотивации персонала;
- формировать требования для подготовки кадрового резерва.

Литература

Указ Президента Российской Федерации от 16 апреля 2014 г. № 249 «О создании Национального Совета при Президенте Российской Федерации по профессиональным квалификациям» (НСПК).

About Updating of Professional Standards in Automotive Industry

I.A. Korovkin, candidate of economical sciences, executive director of Association of Russian Automakers, nonprofit partnership; Moscow

e-mail: kiaoar1@mail.ru

A.M. Serezhenkin, the vice-chairman of Council for professional qualifications in automotive industry; Moscow

Summary. Article is devoted to questions of development and application of professional standards in automotive industry of the Russian Federation.

Keywords: vocational structure, professional standard, updating.

References:

1. The decree of the President of the Russian Federation dated April 16, 2014. No. 249: «About creation of National Council at the President of the Russian Federation on professional qualifications» (NCPQ).



Экологическая политика в условиях глобализации



Л.В. Егорова

к.полит.н., ИК РОС
«Экосоциология»,
член-корр.
РЭА; Москва

e-mail:
egorovalv08@mail.ru

Аннотация. Национальные экологические интересы и ценности уникальны для каждой страны, отличают любую нацию, воспитывают чувство патриотизма и национальной гордости, определяют жизнеспособность и самодостаточность страны, а также обогащают социальную сферу духовно-эстетической силой природы, формируют традиции, уклад жизни, мировоззрение. Они – основа формирования системы национальных интересов в целом и подлежат защите от угроз глобализации всей совокупной мощью государства.

Ключевые слова: экологическая политика; национальные экологические интересы; экологическая безопасность; Национальное агентство по экологической политике.

Основным богатством человечества и человека, универсальной социально-экологической ценностью, сущностью и условием существования человеческого рода на планете Земля является высокое качество окружающей среды (чистая вода и воздух, ненарушенные ландшафты, способность природы восстанавливаться после антропогенного воздействия). Тем не менее, именно социальная сущность экологических интересов и ценностей, являясь фактически универсальным эквивалентом жизнеспособности человечества, для экономически развитых стран Запада становится предметом жесткого торга, политической основой взаимоотношений и на самом высоком уровне (механизм санкций), и в социально значимых сферах жизнедеятельности (к примеру, допинг-скандалы в катании на олимпиадах), и со странами, поставленными на грань выживания («цветные» революции, искусственно направленный вал беженцев). Именно в истории вопроса таятся причины и размах, результат и последствия инициированного процесса. Природные ресурсы, экологическое благополучие человека ста-

новятся реальной разменной монетой в военных и политических конфликтах.

В XX – начале XXI веков человечество пережило три ядерные катастрофы, связанные с военным и мирным атомом (Хиросима и Нагасаки, август 1946; Чернобыль, апрель 1986; Фукусима, март 2011). Это послужило толчком к становлению «биосферного мышления» человечества. Идея сохранения целостности биосферы в целях существования цивилизации стала важнейшей составляющей экологической концепции XX века, объединившей человечество перед лицом глобальной угрозы.

После Второй мировой войны в преемственность Лиги Наций (1919–1946) была создана Организация Объединенных Наций (ООН, 1948) как институт обеспечения коллективной безопасности и принятия согласованных решений, исследования перспектив развития человечества. «Человечество должно жить в пределах потенциальной емкости экосистем Земли. Этому нет разумной альтернативы» [1]. Таково было определение, межправительственной научно-консультативной организации по сохранению природных богатств Земли и их рациональному использованию (МСОП – Международный союз охраны природы и природных ресурсов), созданной по инициативе ЮНЕСКО в 1948 году.

Рост экологической активности в мире в 60-е годы XX века явился результатом политического противостояния двух идеологически полярных социальных систем мирового сообщества (США и СССР), конкурировавших в 40–80-х годах с позиций гуманистических идеалов во всех сферах человеческой деятельности. Идея устойчивого развития, сформулированная в 70-е годы, была попыткой модернизации политически биполярного мира на гуманистических принципах, но после распада СССР в условиях однополярного мира и новой волны глобализации эта идея осталась благим пожеланием.

Глобализация как инструмент социальной поляризации человечества

Начало глобализации как активной фазы взаимодействия мира на экономической основе (свободная торговля, инвестиции) было положено еще на рубеже XIX–XX веков благодаря изобретению парохода, телефона, конвейера. В конце 70-х годов процесс глобализации резко активизируется благодаря стремительной революции в информатике, коммуникациях (компьютер, оптический кабель, мобильная связь). Взрывное лавинообразное рас-

пространение мирового рынка и информации, общедоступной посредством Интернета, нивелирует национальные интересы и концентрирует капитал транснациональных корпораций (ТНК), действующих без границ и торговых барьеров.

В этой связи **глобализация стала новой системой конфронтации, сменившей «холодную войну»**, катализатором разрушения созданной в XVII веке Вестфальской системы национальных государств. К концу XX века сформировалась новая мировая экономика, новая мировая культурно-информационная среда. Появились **технологии асимметричных глобальных взаимодействий**, по-новому структурирующие мир, виртуальные трансферы, манипуляции с плавающими валютными курсами, краткосрочным спекулятивным капиталом, способность ТНК в одночасье экспроприировать национальные накопления и обесценить труд сотен миллионов людей, нивелировать социальное равенство государств и личности – все это представляет реальную **опасность жизненно важным интересам развивающихся стран**.

Глобализация породила следующие **негативные тенденции**:

1. Как результат сверхинтеграции мира глобализация привела к резкой его поляризации, при этом страны противопоставлены не по идеологическим пристрастиям, а по социальному статусу: богатый – бедный, сильный – слабый. Экономически развитые страны (приверженцы глобализации) рассматривают весь остальной мир как пространство для *нового естественного отбора в социуме*. В ослаблении суверенитетов усматриваются новые возможности для экономической, геополитической, социокультурной и экологической экспансии с целью расширения границ влияния за счет менее приспособленных стран, а также максимального использования их экологического и ресурсного потенциала.

Происходит углубление *социальной поляризации мирового сообщества*, его раскол на две части: благополучную («золотой миллиард») и неприспособленную (основное население планеты). Только США с долей мирового населения 5,5% потребляют 40% ресурсов планеты и производят свыше 70% вредных выбросов в атмосферу.

2. Страны «золотого миллиарда» проводят политику экологической экспансии как одну из форм решения собственных экологических проблем – вывоз твердых и жидких токсических отходов, перевод заведомо экологически вредных производств в менее развитые страны, эксплуатируя тем самым ассимиляционный потенциал этих территорий. Трансграничный перенос загрязняющих веществ (их западный перенос в Россию равен 70%) также является завуалированной формой экологической

экспансии, так как сбросы и выбросы одних стран оказываются ассимилированными экосистемами других стран.

3. Взрывное лавинообразное распространение мирового рынка и информации, общедоступной посредством сети Интернет, нивелирует национальные интересы менее развитых стран и концентрирует капитал транснациональных корпораций (ТНК), действующих без границ и торговых барьеров. Все это представляет реальную угрозу жизненно важным, прежде всего, экологическим интересам развивающихся стран, к которым относятся и Россию.

Россия в целом пока еще не охвачена процессом глобализации в силу неразвитости информационного сообщества, отсутствия засилья ТНК, которые, тем не менее, рвутся в Россию, но не с инвестициями, необходимыми для подъема экономики страны, а со своими конкретными грабительскими проектами максимального освоения российской минерально-сырьевой базы и природных ресурсов на весьма выгодных для себя, но не для России, условиях. Так, под влиянием США было принято Соглашение о разделе продукции (ФЗ 225-ФЗ от 30.12.1995), по которому иностранным инвесторам предлагалась безналоговая, но и бесприбыльная для России концессия на 262 крупнейших месторождения нефти и газа. В 2004 году 260 из них удалось отыграть назад, остались лишь два проекта «Сахалин».

4. «Золотой миллиард» в своем стремлении приватизировать будущее уничтожил прежние механизмы модернизации мира, включая идею устойчивого развития, и не склонен более к мессианской деятельности и развитию общечеловеческой перспективы. Не удалась еще одна попытка цивилизовать глобализацию путем возвращения к *глобальным приоритетам* – интересам и перспективам развития всего человечества, защите биологического и культурного разнообразия на Земле.

5. Возникла действующая как механизм разрушения цивилизации реальная угроза утраты единой общечеловеческой перспективы развития. Тенденции нравственного вырождения, проявляющиеся в ухудшении морали массового поведения людей, а также в существенном ухудшении принимаемых современными элитами политических, экономических, административно-управленческих решений, свидетельствуют о появлении в процессе глобализации новой *социокультурной парадигмы*, формирующей нравственный и поведенческий код современного человечества в *сторону деградации*.

6. К концу XX века глобализация становится политическим рычагом управления миром путем



глобализации политических институтов, в основе которой лежит глобализация всех сфер человеческой деятельности. Уже сформировалась мировая экономика, мировая культурно-информационная среда. Бизнес, политика и экономика разных стран стали напрямую взаимозависимыми. Для решения глобальных проблем экономики, экологии, безопасности стала складываться *глобальная система принятия политических решений*, действующая в обход ООН, по сетевому принципу управления. Легитимизация этой системы, трансформация суверенитетов уже не может сдерживаться Международным правом. Расчленение государств на Балканах, Ближнем Востоке, нивелировка Украины – это только начало. «Нефтяные войны» породили ИГИЛ и небывалую террористическую активность в мире, цунами беженцев.

Социально-политический экскурс в опыт разработки глобальной экологической политики показывает, что экологические усилия ООН, отраженные в документах трех конференций по окружающей среде и развитию (Стокгольм-1972, Рио-де-Жанейро-1992, Йоханнесбург-2002) и последующих форумов так и не воплотились в глобальную экологическую политику. Так, на конференциях речь шла о глобальном экологическом кризисе с резким изменением климата Земли, об опасности истощения (исчерпания) природных ресурсов планеты, в особенности стратегических: питьевой воды, энергетических ресурсов (уголь, нефть, газ); о сведении лесов, о резком снижении восстановительного потенциала биосферы в результате интенсивной антропогенной деятельности и критическом загрязнении окружающей среды, то есть об угрозах *глобальным экологическим интересам* и природным (экологическим) ценностям человечества. Политические же решения принимались не по вопросам обеспечения глобальной экологической безопасности, а по вопросам устойчивого развития – как уже нереализуемой мантры. При этом форумами ООН на высочайшем межгосударственном уровне были определены фактически как синонимы два функционально различных понятия – «безопасность» и «развитие». Попытки защиты экологических интересов человечества в русле устойчивого развития мирового сообщества не увенчались успехом без стратегии и системы обеспечения глобальной экологической безопасности. Гармоничное развитие возможно только в условиях безопасности.

Таким образом, *глобальная экологическая политика в конкуренции с глобализацией на рубеже XX–XXI веков оказалась несостоятельной*. После всплеска экологической активности (Стокгольм-72) решения последующих конференций ООН по окружающей среде и развитию (Рио-92,

Йоханнесбург-2002 и др.) остались просто декларациями, идея *устойчивого развития* мира в условиях агрессивного натиска глобализации оказалась нереальной. Лидер глобализации (США), игнорируя нормы Международного права, уже не воспринимает ни ООН с ее идеями и принципами, тем более экологическими, ни какие бы то ни было иные международные организации вне русла глобализации.

Экологическая политика России второй половины XX века, является отражением несостоятельной глобальной экологической политики в процессе глобализации политических институтов и сфер деятельности. Ее история важна для страны.

В довоенные годы существенную роль в разработку научных основ экологической политики СССР и развитие целого ряда экологических идей внес русский ботаник, географ, генетик Н.И. Вавилов (1887–1943). Его научная цель сводилась к построению селекции как науки на основе синтеза дарвинизма и генетики. Он стремился своими трудами «привести в порядок шар земной». В концепцию управления эволюцией биосферы он внес принцип сохранения генофонда Земли.

Интерес к внутренней и внешней экологической политике в послевоенные годы после атомных бомбардировок японских городов и ядерных испытаний в целом в значительной мере был связан с возможным влиянием радиоактивного излучения на человека. Именно тогда начались активные научные исследования в этом направлении.

Русский ученый Н.В. Тимофеев-Ресовский (1900–1981) одним из первых обратил внимание на глобальную проблему «биосфера и человечество». Его труды в области радиационной генетики и молекулярной биологии стали основополагающими для исследований в этой области. Большинство экологов того времени – его ученики. Он заложил основы экспериментальной радиационной биогеноценологии, предсказал распространение доминантных патологических мутаций в популяциях человека (в связи со снижением давления естественного отбора), а в начале 1950-х предложил способ биологической дезактивации радиационно-загрязненных территорий и акваторий.

Однако эта деятельность в СССР не могла иметь в те годы широкого общественного резонанса. На рубеже 40–50-х годов был санкционирован разгром наиболее передовых в то время направлений биологии (генетики, селекции, цитологии и др.), что задержало развитие экологии как одной из отраслей биологии. Ученые, разрабатывавшие эти направления, были репрессированы (Н.И. Вавилов умер в Саратовской тюрьме от дистрофии, Н.В. Тимофеев-Ресовский прошел через ГУЛАГ).

Хотя в 60-е годы экологию как предмет стали преподавать в вузах биологического профиля, в ранг экологической политики это направление пробивалось с трудом. Лишь в «Основных направлениях развития народного хозяйства СССР на 1976–1980 годы», принятых XXV съездом КПСС, предусматривалось: «...развивать научные основы рационального использования и охраны почв, недр, растительного и животного мира, воздушного и водного бассейнов, расширить комплексное исследование Мирового океана» [2]. СССР активно участвовал и в подготовке Стокгольмской конференции ООН по окружающей среде (1972), развернув в средствах массовой информации кампанию по экологическому просвещению, однако отказался направить свою делегацию в Стокгольм в знак солидарности с ГДР, не допущенной к участию в названной Конференции [3].

В 80-х годах российский ученый (математик и философ), специалист по теории систем, общественный и политический деятель Н.Н. Моисеев (1917–2000) создал *математическую модель вероятных последствий ядерной войны для биосферы Земли* (концепция «ядерной зимы» и «ядерной ночи»), которая научно подтвердила катастрофические последствия применения ядерного оружия. Эта концепция получила широкий международный резонанс и оказала заметное влияние на мировую политику – начались переговоры между ведущими державами о сокращении ядерных вооружений. В своих работах он развивает концепцию *универсального эволюционизма* (развития, основанного на коэволюции общества и природы). *Современный тип развития человеческого общества в глобализирующемся мире он характеризовал как путь, ведущий к глобальному кризису цивилизации*, создающему перед человечеством фундаментальные экологические, социальные и политические угрозы. Основные идеи этой концепции были положены в основу приоритетов внешней политики России на волне перестройки М.С. Горбачева и Э.А. Шеварднадзе (1985), что дало толчок развитию экологической политики.

«Защита природы – это, прежде всего, политическая проблема, – считал первый председатель Госкомприроды СССР Ф.Т. Моргун [4], критикуя правительство страны. – Доля затрат на охрану окружающей среды в бывшем СССР, включая расходы на ведение лесного хозяйства, в последние годы не растет и составляет около 1,7% использованного национального дохода. Это ниже, чем в ряде других государств. В ФРГ, например, на природоохранные цели расходуются 3, в США – 4, в Японии – 7 процентов национального дохода». Для сравнения, и поныне экологические расходы федерального бюджета России составляют около 0,5%.

Геополитическое положение, обширная территория и мощный природно-ресурсный потенциал Российской Федерации определяют ее важнейшее место в мировой политике. Однако потенциально высокие возможности России в мировой экологической политике в настоящее время не соответствуют той скромной роли, которую она играет. Это в значительной мере обусловлено нелегитимностью в правовом поле России национальных экологических интересов, а также глубиной и размахом экологического кризиса в стране.

Катастрофа на Чернобыльской атомной электростанции (1986) показала мировому сообществу издержки и последствия политики СССР в области экологической безопасности. *Технический отчет Международного консультативного Комитета* [5] о последствиях Чернобыльской аварии с анализом радиологического исследования грунта, флоры и фауны в регионе катастрофы, оценкой воздействия на здоровье населения и окружающую среду указывал на ожидаемый значительный рост клинических последствий радиации в отдаленной перспективе, даже через поколения. Это требовало незамедлительного пересмотра политики в области экологической безопасности.

Только после этой катастрофы, лишь спустя 16 лет в Советском Союзе стали реализовываться рекомендации Стокгольмской конференции (1972): был создан Госкомприроды СССР (1988), вступил в силу Закон РСФСР «Об охране окружающей природной среды» (1991), экологическая составляющая появилась в Конституции Российской Федерации (1993). Основной закон России и поныне гарантирует реализацию экологических норм Международного права, декларированных в принципах Стокгольма.

Однако, начиная с 90-х годов XX века, на фоне системного кризиса во всех сферах жизнедеятельности (экологической, в том числе), вызванного распадом СССР, в России резко снизилась эффективность экологической политики, что проявилось особенно явно в безудержной и безответственной эксплуатации и экспорте природно-ресурсного потенциала, углублении экологического кризиса в стране. Отсутствие системы национальной безопасности России, неразработанность системы национальных интересов в целом, важнейшей составляющей которой являются «национальные интересы России в экологической сфере», игнорирование экологической опасности позволило на рубеже XX–XXI веков в масштабах страны свернуть самостоятельную систему государственного контроля состояния здоровья человека и окружающей среды, природопользования с прекращением сбора нормативных и сверхнормативных платежей за сбросы и выбросы в окружающую среду.



В 90-е годы президент Российской Федерации, с одной стороны, подписывает указы «О государственной стратегии Российской Федерации по охране окружающей среды и обеспечению устойчивого развития», «О концепции перехода Российской Федерации к устойчивому развитию», с другой – понижает статус федерального природоохранного ведомства. В 1996 году Минприроды России преобразуется в Госкомэкологии России, который в 2000 году и вовсе упраздняется с передачей его контрольных функций Министерству природных ресурсов. Упраздняются самостоятельные федеральные структуры – Госкомлес, Госсанэпиднадзор, Федеральный экологический фонд, Федеральный фонд развития минерально-сырьевой базы; из Общероссийского классификатора видов экономической деятельности изымается раздел «Деятельность по защите (охране) окружающей среды»; на федеральном уровне сворачивается система непрерывного экологического образования. Пересматривается принятый в 1991 году базовый Закон РСФСР «Об охране окружающей природной среды» в сторону послабления экологических норм.

С упразднением в стране государственной системы специально уполномоченных органов, контролирующей проведение экологической политики в стране, исполнительные и контрольные функции в сфере природопользования оказались сосредоточенными в одном федеральном министерстве, которое не имеет даже стимулов для разработки экологической политики. Поэтому и на федеральном, и на региональном уровне резко снижен уровень экологического контроля государства, что привело к безответственности в этой сфере в центре и на местах, к росту угроз экологической безопасности. При слабости собственной экологической политики территория России неизбежно станет полигоном для реализации политики зарубежных стран, что угрожает разграблением ее природных ресурсов, уничтожением природы, ухудшением здоровья населения. Отсутствие экологических приоритетов в хозяйственной деятельности, незащищенность национальных экологических интересов России неуклонно ведет страну к положению развивающихся стран сырьевой направленности, падению престижа России в мире.

Экспортно-сырьевая ориентация российской экономики (более 70% валютных поступлений в федеральный бюджет) является реальной угрозой не только национальной безопасности России, но и жизненно важным интересам всего человечества, поскольку Россия является *главной стабилизирующей силой* в охране и восстановлении окружающей природной среды на Земле. Экологическая роль территории России в общепланетарной геоси-

стеме уникальна. Россия – *крупнейший экологический донор планеты*. Ее неосвоенные территории, природные богатства (две трети запасов питьевой воды, лесов, минерально-сырьевой базы планеты) – сдерживающий фактор глобального экологического кризиса и яблоко раздора для лидеров глобализации в их стремлении расчлениить и ослабить Россию ее же руками.

Резкое, начиная с 90-х годов XX века, ухудшение экологической ситуации на всей территории России, хищническая эксплуатация и фактически истребление национального богатства страны (ее земель, лесов, минерально-сырьевой базы), загрязнение всех природных сред (воды, воздуха, почв) токсичными отходами привело к ухудшению здоровья населения. Это отбросило Россию по индексу развития человеческого потенциала (ИРЧП) уже в 2000 году на 60-е место в мире, хотя в 1990 году СССР занимал еще 26 место.

Снижением экологических барьеров был создан трамплин для перехода экономики страны к экспортно-сырьевой ориентации с неконтролируемой эксплуатацией ее природно-ресурсного капитала. Мир активно по демпинговым ценам начал «осваивать» экологический ресурс России, ее невосполняемый природно-ресурсный потенциал, утрата которого ослабляет совокупную мощь государства и геостратегические позиции России, делает ее практически беззащитной, что является реальной угрозой национальной безопасности страны, национальным интересам России.

Национальные интересы связаны с сохранением и развитием национальных ценностей (духовных и материальных) и являются основной движущей силой развития общества и реальным побудителем социальной активности человека, фактором всех преобразований в обществе, государстве. *Национальные ценности* удовлетворяют потребности нации в целостности, безопасности и развитии, являются матрицей для формирования национальных интересов во всех сферах жизнедеятельности. Они представляют собой совокупность природных и социальных ценностей личности, общества и государства, утрата которых ведет к исчезновению нации как самостоятельного субъекта международных отношений [6].

Природные (экологические) ценности являются первоосновой существования, а также условием удовлетворения потребностей человека в самом насущном: воде, воздухе, пище, одежде, жилище, продолжении рода. Они – исток восприятия красоты и гармонии жизни, а также побудитель к творческой деятельности, так как сущность природы, ее богатств и биоразнообразия являются основным источником жизнедеятельности и самого существования нации,

формируют национальное самосознание и самобытность народа. Как продукт исторического развития общественного сознания они являются важнейшим источником мотивации поступков и действий, как отдельной личности, так и нации в целом.

Жизненно важные интересы в экологической сфере, условием формирования которых являются природные (экологические) ценности, издревле определяют уклад жизни и традиции, фиксируют в сознании людей воспоминания детства, образ малой родины и Отечества в целом, воспитывают чувство патриотизма, формируют мировоззрение. Они отражаются и бережно сохраняются в творчестве народов (народный эпос, обряды, фольклор, культура), доходят до современников в лучших образцах архитектуры, литературы, поэзии, музыки и служат источником вдохновения, нравственности и духовности народа.

Национальные экологические интересы России как жизненно важные интересы личности, общества, государства в экологической сфере означают потребность нации в безопасной среде проживания, защищенности природных ресурсов от угроз и сохранении природных (экологических) ценностей нации, уникального природного ландшафта в целях обеспечения здоровья и полноценной жизнедеятельности ныне живущего и будущих поколений [7]. Они являются государствообразующим фактором, определяют могущество и жизнеспособность нации, являются стержнем и первоосновой развития личности и всех сфер человеческой деятельности, формируют отличительные черты, образ жизни нации, ее особенности. Национальные экологические интересы, в основе которых лежат *природные (экологические) ценности*, понятны каждому, ориентированы на развитие нации в настоящем и будущем. Это неотъемлемый признак жизнеспособности нации, высокого уровня ее культуры.

Насущная потребность каждого человека в питьевой воде, чистом воздухе, продуктах питания, жилище, духовно-эстетической силе природы как основе национальных традиций, духовности и нравственности определяет *роль и место национальных экологических интересов в системе национальных интересов*.

Свертывание на рубеже XX–XXI веков в масштабах страны государственной экологической политики в условиях либерализации экономики, навязанной Западом, привело к тому, что Россия, форсируя экспорт собственного экологического потенциала в счет внешнего долга или в угоду внутренним потребительским интересам, по сути, игнорирует свои национальные интересы, не обеспечивает их защиту и тем самым способствует реализации интересов экономически развитых

стран мира за счет собственного национального богатства, нанося урон своей национальной безопасности.

Причина невостребованности института государственной экологической политики в России, несмотря на ухудшение экологической ситуации в стране, кроется в том, что эта политика никогда не была увязана с национальными интересами страны, в частности, с национальными экологическими интересами. Хотя уже с 1997 года в Концепции национальной безопасности Российской Федерации определены приоритетные сферы жизнедеятельности, в том числе экологическая сфера. Однако национальные экологические интересы России никогда не выделялись в системе национальных интересов России. Не определены они ни в Послании Президента Российской Федерации Федеральному Собранию «О национальной безопасности» (1996), ни в Концепции национальной безопасности Российской Федерации (Указ Президента РФ № 24 от 10 января 2000 года), ни в Федеральном законе «Об охране окружающей среды» (2002), ни в Указе Президента Российской Федерации «О стратегии национальной безопасности Российской Федерации до 2020 года» (№ 537 от 12 мая 2009 года), ни в законодательстве «О безопасности» (1992, 2010).

До настоящего времени национальные экологические интересы России официально не сформулированы, политически не ангажированы, потому и не являются объектом защиты от угроз, спектр которых также не определен. При невостребованности этих интересов не ставится и вопрос их защиты. Это подтверждает факт отклонения президентом Российской Федерации в 1995 году Федерального закона «Об экологической безопасности» и снятия его Государственной Думой с дальнейшего рассмотрения.

Независимая Россия в настоящее время проводит самостоятельную и внешнюю, и внутреннюю политику, не вписываясь в алгоритм глобализации. Выплачены долги СССР, страна не нуждается во внешних заимствованиях. Санкции Запада только укрепляют ее экономику, так как задействован мощный внутренний потенциал, население предпочитает собственную сельхозпродукцию. Несмотря на допинг-атаку с усечением национальной сборной спортсмены вывели страну на 4-е место в Рио-де-Жанейро. Параолимпийцы, незаконно отстраненные Западом от главного спортивного старта четырехлетия, получили возможность самореализации на Родине. Россия не дала раздуть сирийский пожар и укрепляет свои позиции в Евразии. Запад, теряя свои позиции (вал миграции, теракты, английский брекзит), тем не менее, не преминет разыграть черную карту с ее социально-экологическими последствиями в связи



с украинским кризисом и отказом Киева выполнять Минские соглашения.

2017 год по Указу Президента России (от 05.01.2016 № 7) объявлен **Годом экологии** и особо охраняемых природных территорий. Оргкомитет разработал и утвердил *план соответствующих мероприятий по экологическому развитию страны*. Однако, **России необходим двуединый функционал экологической политики**, включающий, прежде всего, обеспечение экологической безопасности в целях защиты **национальных экологических интересов России** как жизненно важных интересов личности, общества, государства в экологической сфере, легитимизация которых в системе российского права позволит активизировать государственную экологическую политику.

Российское законодательство содержит достаточно оснований для разработки и принятия в соответствии с Конституцией Российской Федерации Федерального Конституционного закона «О национальной безопасности» (ст. 71-м, 108), а также Федерального закона Российской Федерации «Об экологической безопасности» (ст. 72-д).

Защита национальных экологических интересов России, являющихся основой развития нации, будет способствовать дальнейшему укреплению суверенитета, территориальной целостности страны, росту престижа РФ в мировой политике. *Степень защиты национальных экологических интересов России зависит от уровня экологической безопасности, обеспечение которой является целью экологической политики, направленной на реализацию и защиту этих интересов.*

Для активизации государственной экологической политики необходима политическая воля на легитимизацию национальных экологических интересов и создание при Президенте Российской Федерации Национального агентства по экологической политике.

Литература

1. Забота о Земле. Стратегия устойчивого существования. Швейцария. МСОП. ЮНЭП, ВВФ. 1991, С. 4.
2. Материалы XXV съезда КПСС. – М., Политиздат, 1976, С. 215.
3. Данилов-Данильян В.И. Стокгольм-72.//Глобалистика. Энциклопедия (Гл. ред. и сост. И.И.Мазур, А.Н.Чумаков). – М.: ЦНПП «Диалог» ОАО Изд-во «Радуга». 2003, С. 963–965.
4. Моргун Ф.Т. Конец света? Или... – М.: Изд-во «Х.Г.С.», 1994, С. 51.
5. Радиологические исследования Чернобыльской катастрофы в СССР: Оценка воздействия на

здоровье и окружающую среду. Разработка мер защиты» (Для служебного пользования)./Исследования здоровья населения и возможные клинические последствия радиации. Международный Чернобыльский проект. – Международный консультативный Комитет. Технический отчет, Т.П. 1991. – 214 с.

6. Возженников А.В. Парадигма национальной безопасности реформирующейся России: Монография. Издание второе, исправленное и дополненное. – М.: Изд-во ЭДАС ПАК, 2000, С. 68–69.

7. Егорова Л.В. Национальные экологические интересы.//Глобалистика: Энциклопедия. / Гл. ред. сост. И.И. Мазур, А.Н. Чумаков. – М.: ЦНПП «Диалог» ОАО Изд-во «Радуга». 2003 – С. 677.

Environmental Policy in the Conditions of Globalization

L.V. Egorova, candidate of polytechnical sciences , Research committee «Ecosociology» of the Russian society of sociologists (RSS); Moscow

e-mail: egorovalv08@mail.ru

Summary. National ecological interests and values are unique for each country, distinguish any nation, cultivate sense of patriotism and national pride, define viability and self-sufficiency of the country and also enrich the social sphere with spiritual and esthetic force of nature, form traditions, tenor of life, outlook. They are a basis of formation of system of national interests in general and are also subject to protection against globalization threats of all cumulative power of the state.

Keywords: environmental policy, national ecological interests, ecological safety, National environmental policy agency.

References:

1. Care of Earth. Strategy of steady existence. Switzerland. The World Conservation Union (IUCN). United Nations Environment Programme (UNEP). World Wide Fund for Nature (WWF). 1991. p. 4.
2. Materials of the XXV congress of the CPSU. Politizdat. 1976. Moscow, p. 215.
3. Danilov-Danilyan V.I. Stockholm-72. Global studies. Encyclopedia. Center of scientific and application programs «Dialog». JSC Publishing House Raduga. 2003. Moscow, Pp. 963–965.
4. Morgun F.T. Doomsday? Or ... Publishing house «H.G.S». 1994. Moscow, p. 51.
5. Radiological researches of the Chernobyl accident in the USSR: Assessment of impact on health and environment. Development of measures of protection» (For office use). Researches of health of the population and possible clinical consequences of radiation. International Chernobyl project. International advisory committee. Technical report. Volume II. 1991. 214 p.
6. Vozzhennikov A.V. A paradigm of national security of the reformed Russia. EDAS PAK publishing house. 2000. Moscow, Pp. 68–69.
7. Egorova L.V. National ecological interests. Center of scientific and application programs «Dialog». JSC Publishing House Raduga. 2003. Moscow, p. 677.

Исследование аэродинамического шума производимого малой ветроэнергетической установкой в условиях рысканья

Н.А. Афанасьева

аспирант Донского государственного технического университета; г. Ростов-на-Дону

e-mail: nadezda.a.afanasyeva@gmail.com

В.В. Дудник

д.т.н., профессор кафедры безопасности технологических процессов и производств Донского государственного технического университета; г. Ростов-на-Дону

Аннотация. С целью исследования аэроакустического качества малых ветроэнергетических установок с горизонтальной осью вращения, была поставлена задача прогноза с оптимальной точностью уровня и спектра шума. Рассмотрен шум турбулентного пограничного слоя как основной источник. Уровень звукового давления и спектр шума рассчитаны посредством классической, полуэмпирической модели *ВРМ*. Рассмотрено ухудшение аэродинамического качества ветроколеса в условиях наличия угла косой обдувки (ошибки рысканья), а также градиентов скорости вблизи мачты и в приземном слое. Результаты аэроакустических расчетов, показали фундаментальное значение локальных углов атаки для спектра шума. Уровень звукового давления находится в прямой зависимости от локальной скорости притекания, возрастая по мере удаленности участка лопасти от оси ее вращения. Спектр шума на локальным радиусе 0,185 м (при полном радиусе лопасти 1 м), с максимальными углом атаки 13,5° и скоростью притекания 6,26 м/с (в верхнем положении лопасти), сосредоточен в диапазоне относительно низких частот от 16 Гц до 700 Гц. В тоже время, на радиусе 0,875 м, угол атаки равен 4,63°, скорость притекания – 27,58 м/с, а спектр шума сосредоточен в широкополосном частотном диапазоне от 1,74 кГц до 20 кГц. Суммарный уровень звукового давления на радиусе 0,875 м составил 78,5 дБл.

Ключевые слова: ветроэнергетическая установка, шум турбулентного пограничного слоя, уровень звукового давления, спектр шума, угол атаки.

Введение

Разработки по повышению качества возобновляемых источников энергии являются одними из наиболее востребованных на современном рынке энергетических технологий. Малые горизонтально осевые ветроэнергетические установки (ГО ВЭУ) представляют особый интерес как для промышлен-

ной, так и для частной электрификации, особенно в районах, удаленных от сетей централизованного энергоснабжения. Шум ВЭУ часто выступает ключевым фактором, определяющим ее приемлемость, сравнивая с другими автономными электрогенераторами. В данной статье представлено исследование шума, производимого малыми ГО ВЭУ.

Первоочередной задачей при расчете шума ВЭУ является определение главных механизмов его образования (источников) и предполагаемых уровней. По результатам многих теоретических и экспериментальных исследований, аэродинамический шум турбулентного пограничного слоя – это наиболее характерный механизм, преимущественно определяющий суммарный уровень звукового давления от работы ВЭУ. Задача, решаемая в исследовании, состоит в вычислении уровня и спектра этого вида шума с оптимальной точностью.

Существует множество методов и подходов к решению такой задачи. Известна классификация моделей прогноза шума ВЭУ по степени точности, предложенная *M. V. Lowson*.

Модели I класса точности ориентированы на быструю оценку ожидаемого уровня звукового давления на основании самых общих параметров ВЭУ (диаметр ветроколеса, мощность, т.п.).

Модели II класса точности рассматривают различные механизмы образования шума, как отдельные источники. Это позволяет оценить вклад того или иного механизма и выявить наиболее существенные.

Модели III класса точности объединяют множество различных по точности и характеру моделей, формируя комплексные инструменты оценки шума ВЭУ.

Степень точности, требуемая для вычисления шума турбулентного пограничного слоя, обеспечивается моделями II класса. Такие модели широко используются, благодаря своей специфической направленности и возможности корректной интерпретации результатов. Большинство из них основано на работах [1–3].

В ходе серий аэродинамических и аэроакустических исследований *F. T. Brooks, D. S. Pope, M. A. Marcolini* разработали одну из наиболее известных и широко применяемых полуэмпирических моделей, получившую название *ВРМ*. Указанная модель оптимальна для исследования и прогноза аэродинамического шума ВЭУ.

Математическое моделирование

Методика оценки аэродинамики ветроколеса ГО ВЭУ. Угол атаки является фундаментальным параметром аэродинамики обтекаемых тел. Он обуславливает режим обтекания, определяя особенности формирования и развития турбулентного пограничного слоя. Аэродинамический шум преимущественно характеризуется режимом обтекания и обусловлен турбулентностью пограничного слоя.

В случае традиционной конструкции ВЭУ пропеллерного типа с горизонтальной осью вращения распределение углов атаки вдоль лопасти и по азимуту вращения можно представить в виде так называемых концентрического и азимутального распределений. При этом концентрическое распределение зависит преимущественно от изменения геометрических параметров вдоль лопасти. Азимутальное распределение отражает влияние факторов окружающей среды, таких как градиенты скорости ветра в приземном слое и вблизи мачты, на которой размещается гондола ВЭУ, присутствие ошибки рысканья ВЭУ и т.п.

Угол атаки определяет точку схода вихрей с образующей аэродинамического профиля лопасти в каждом элементарном сечении. На рис. 1а представлена схема скоростей и углов, возникающих на профиле лопасти при вращении. Рис. 1б, в схематически отражают принцип перехода между режимами обтекания при достижении критического значения угла атаки $\alpha_{кр}$.

Можно видеть, что угол атаки α_A является составляющей угла притекания β , отличаясь от него на локальный угол установки профиля лопасти φ . При этом, α_A является функцией от локальной скорости притекания, V_Σ . Скорость V_Σ включает в себя скорость набегающего на ветроколесо ветрового потока V_0 за вычетом индуктивной составляющей $V_{инд}$ (V_1) и составляющую скорости, ориентированную по вектору силы, направленной на вращение (в элементарном сечении с радиусом r и радиальной скоростью ω). На итоговую величину V_Σ также накладывается влияние угла косо́й обдувки, обусловленного ошибкой рысканья, а также градиенты скоростей ветрового потока вблизи мачты (тень мачты) и земной поверхности.

Таким образом, локальный угол атаки описывается общей формулой:

$$\alpha_A = \beta - \varphi = \arctg \frac{V_Y}{V_X} - \varphi, \quad (1)$$

где V_Y – составляющая скорости притекания, направленная вдоль оси вращения ветроколеса Y (по направлению силы тяги); V_X – составляющая скорости притекания, ориентированная вдоль плоскости вращения ветроколеса X (по вектору силы, направленной на вращение).

Полная модель, позволяющая рассчитать основные аэродинамические параметры работы ГО ВЭУ, приведена в [4].

Отметим, что влияние тени мачты на величину скорости притекания представляет собой задачу обтекания кругового цилиндра плоскопараллельным течением воздуха. Уравнения для определения радиальной и тангенциальной составляющих скорости при этом имеют вид [5]:

$$\begin{cases} V_r = V_0^h \cdot \left(1 - \frac{a^2}{r_T^2}\right) \cos(\theta) \\ V_s = -V_0^h \cdot \left(1 + \frac{a^2}{r_T^2}\right) \sin(\theta) \end{cases}, \quad (2)$$

где r_T^ψ – расстояние от центра мачты до элемента лопасти в зависимости от ее азимутального положения (ψ), м; a – радиус мачты, м; θ – полярный угол, °.

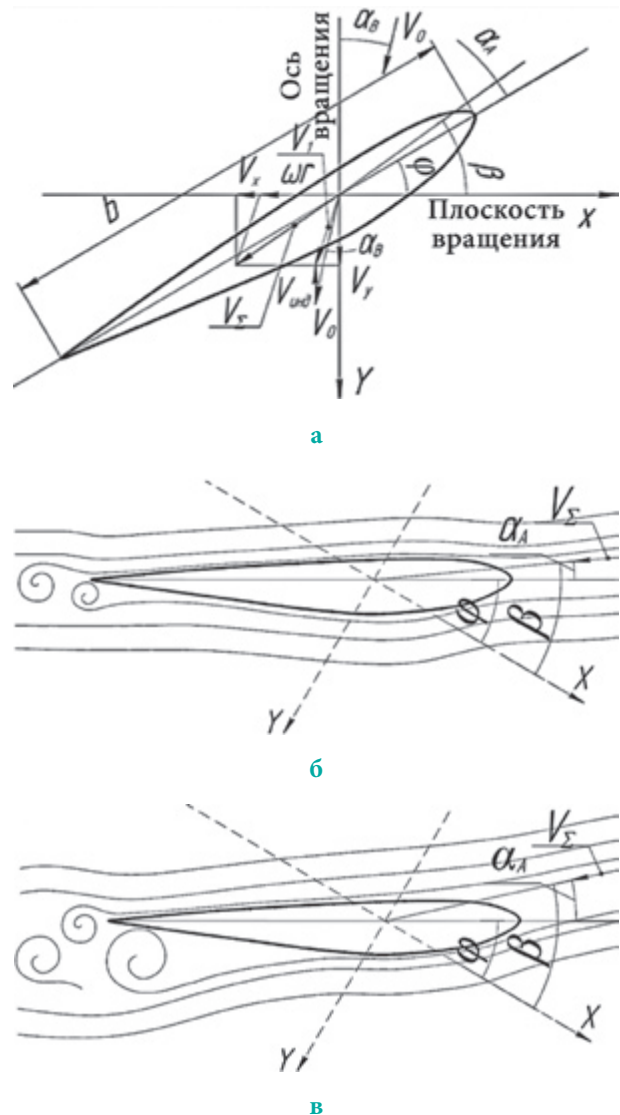


Рис. 1. Схема скоростей и углов, возникающих на аэродинамическом профиле лопасти (а). Режимы обтекания профиля, вызывающие характерный аэродинамический шум: б – обтекание без срыва потока ($\alpha_A \leq \alpha_{кр}$); в – обтекание со срывом потока ($\alpha_A > \alpha_{кр}$)

При этом, угол θ и расстояние r_T^ψ определяются по формулам:

$$\theta = \arctg\left(\frac{r_T \cdot \sin(\psi)}{a \cdot (1+n)}\right), \quad (3)$$

$$r_T^\psi = \sqrt{(a \cdot (1+n))^2 + (r_T \cdot \sin(\psi))^2}, \quad (4)$$

где r_T – нормальное расстояние от центра мачты до плоскости ветроколеса.

Для удобства расстояние r_T фиксируется как n значений радиуса a . Итоговая скорость ветрового потока в области влияния тени мачты примет вид:

$$V(\psi) = \sqrt{(V_r)^2 + (V_s)^2}. \quad (5)$$

Очевидно, что выражение будет действительно только для половины плоскости вращения $0^\circ \leq \psi \leq 90^\circ$ и $270^\circ \leq \psi \leq 360^\circ$, при $\psi = 0$ в крайнем нижнем положении лопасти. Практические исследования однако показали, что область влияния меньше и расположена в пределах $0^\circ \leq \psi \leq 70^\circ$ и $250^\circ \leq \psi \leq 360^\circ$ [6].

Неравномерность величины скорости набегающего ветрового потока в плоскости вращения ветроколеса, а также прочие факторы, указанные выше, приводят к нарушению баланса распределения локальной скорости притекания на лопасти по азимуту ее вращения и к неравномерности распределения локальных углов атаки.

Методика оценки аэроакустики ветроколеса ГО ВЭУ. Аэродинамический шум, возникающий на профиле лопасти ветроколеса можно представить как функцию от величины угла атаки.

Звуковые волны, распространяющиеся от поверхности лопасти при ее вращении, отражают изменения поверхностного давления в турбулентном пограничном слое. При этом пограничный слой формируется вдоль образующей аэродинамического профиля лопасти, а шум является следствием схода вихрей с замыкающей кромки. Так, в условиях дозвукового течения выделяют два основных режима обтекания, приводящих к возникновению характерных типов шума [3]:

- обтекание без срыва – поток отделяется от поверхности лопасти в области замыкающей кромки со стороны разрежения, вызывая, так называемый, шум турбулентного пограничного слоя на замыкающей кромке (*Turbulent Boundary Layer Trailing Edge (TBL-TE) noise*) (рис. 1б);

- обтекание со срывом – при углах атаки выше критического, поток со стороны разрежения, существенно отделяется, приводя к срыву крупных вихрей, прежде, чем поток достигнет замыкающей кромки.

Это приводит к утолщению пограничного слоя, взаимодействию вихрей с поверхностью лопасти и возникновению так называемого шума турбулентного пограничного слоя при срыве потока (*TBL Separation Stall (TBL-SS) noise*) (рис. 1в)). Крупные вихри пограничного слоя вызывают звуковые колебания более низкой частоты и большей амплитуды.

Решение таких задач аэроакустики успешно реализуется в моделях, определяемых по классификации *M. V. Lawson* [7] как модели II класса точности. В рамках подобных моделей применяется подход деления лопасти на конечное число элементов, каждый из которых характеризуется определенными геометрическими параметрами, а также локальными значениями скорости притекания и угла атаки, что определяет индивидуальный вклад каждого элемента в общую картину производимого шума. Для исследования аэроакустических качеств ГО ВЭУ оптимальным является применение полуэмпирической модели *BPM* [3].

Основное выражение для определения суммарного уровня звукового давления (УЗД) *TBL-TE* шума в 1/3 октавных полосах частот имеет вид:

$$SPL_{TBL-TE} = 10 \log_{10} \left(10^{SPL_p/10} + 10^{SPL_s/10} + 10^{SPL_{\alpha_A}/10} \right) \quad (6)$$

при $\alpha_A \leq \alpha_{кр}$,

где SPL_{TBL-TE} – УЗД от взаимодействия турбулентности пограничного слоя с замыкающей кромкой лопасти, дБ; α_A – угол атаки лопасти; $\alpha_{кр}$ – критический угол атаки, приводящий к срыву потока; SPL_p – УЗД на нагнетающей стороне лопасти, дБ:

$$SPL_p = 10 \log_{10} \left(\frac{\delta_p^* M^5 L \bar{D}_H}{r_e^2} \right) + A \left(\frac{St_p}{St_1} \right) + (K_1 - 3) + \Delta K_1; \quad (7)$$

SPL_s – УЗД со стороны разрежения, дБ:

$$SPL_s = 10 \log_{10} \left(\frac{\delta_s^* M^5 L \bar{D}_H}{r_e^2} \right) + A \left(\frac{St_s}{St_1} \right) + (K_1 - 3); \quad (8)$$

SPL_{α_A} – УЗД, учитывающий вклад изменения угла атаки, дБ:

$$SPL_{\alpha_A} = 10 \log_{10} \left(\frac{\delta_s^* M^5 L \bar{D}_H}{r_e^2} \right) + B \left(\frac{St_s}{St_2} \right) + K_2, \quad (9)$$

где δ_p^* и δ_s^* – толщина пограничного слоя со стороны нагнетания (*pressure*) и разрежения (*suction*), соответственно, являющиеся функциями от числа Рейнольдса и угла атаки.



При режиме обтекания со срывом, когда $\alpha_A > \alpha_{кр}$, выражение (6) принимает вид:

$$SPL_{TBL-SS} = 10 \log_{10} \left(\underbrace{10^{SPL_p/10}}_{=0} + \underbrace{10^{SPL_s/10}}_{=0} + 10^{SPL_{\alpha_A/10}} \right) \quad (10)$$

при $\alpha_A > \alpha_{кр}$,

где

$$SPL_p = -\infty,$$

$$SPL_s = -\infty.$$

$$SPL_{\alpha_A} = 10 \log_{10} \left(\frac{\delta_s^* M^5 L \bar{D}_L}{r_e^2} \right) + A' \left(\frac{St_s}{St_2} \right) + K_2, \quad (11)$$

где L – длина элемента профиля лопасти, м; r_e – расстояние от источника до точки наблюдения, м; $\bar{D}_H$, $\bar{D}_L$ – функции направленности шума преобразованного диполя (индекс L указывает на низкочастотный предел, H – на высокочастотный); St_s , St_p – числа Струхала со стороны разрежения: $St_s = f \delta_s^* / V_\Sigma$, и нагнетания: $St_p = f \delta_p^* / V_\Sigma$; f – звуковая полоса частот; St_2 – число Струхала взаимодействия турбулентного пограничного слоя с замыкающей кромкой лопасти, $M = V_\Sigma / c_0$ – число Маха; c_0 – скорость звука. A и B отражают функции формы спектра, зависящие от числа Струхала. И наконец, K_1 , K_2 и ΔK_1 являются масштабными коэффициентами [3].

Механизм шумообразования TBL представляет собой источник широкополосного шума. Характерная частота (соответствующая пиковому значению) находится в обратной зависимости от толщины пограничного слоя δ^* , т.е. $f \sim 1/\delta^*$, поскольку преобладающий масштаб вихревых образований в турбулентном пограничном слое сопоставим с толщиной пограничного слоя. Флуктуации давления, таким образом, отражают перемещение вихрей в пограничном слое. Последние перемещаются со скоростью конвекции, определяемой из скорости притекания [3].

УЗД аэродинамического шума находится в очевидной зависимости от скорости притекания V_Σ . Преимущественными источниками шума являются элементы лопасти, наиболее удаленные от оси вращения, поскольку окружная скорость возрастает по мере удаления от центра. Эту особенность наблюдали в своих экспериментах [8], при измерениях шума, производимого ГО ВЭУ 2.3 MW с диаметром ветроколеса 94 м. Также по мере удаления от оси вращения повышается частота шума. Авторы отмечают, что если на радиусе 21 м характерная частота составляла 315 Гц, то на радиусе 26 м – 5 кГц [8]. Обтекание торцевой части лопасти обладает своей спецификой, не рассматриваемой в настоящей статье.

Важно также отметить, что в рамках BPM модели учтена тенденция смещения характерной частоты в область более низких частот по мере увеличения значения угла атаки. Авторы модели [3] наблюдали это явление в ходе своих экспериментальных исследований над аэродинамическим профилем с хордой 30,48 см. Так, при $\alpha_A = 3^\circ$ и $V_\Sigma = 37,1$ м/с спектр в 1/3 октавных полосах частот достигал максимального значения амплитуды в диапазоне от 0,2 до 5 кГц. При $V_\Sigma = 55,5$ м/с изменение в спектре характеризуется смещением в область более высоких частот 0,5...16 кГц и при $V_\Sigma = 71,3$ м/с спектр достиг максимума в диапазоне от 0,8 до 16 кГц.

Обсуждение и результаты. Рассмотрим малую ГО ВЭУ с диаметром ветроколеса 2 м при частоте вращения на установленную мощность 320 мин⁻¹. Ошибка рысканья исследуемой ВЭУ, полученная экспериментально, составляет 11,6° [9]. Распределение значения угла атаки в плоскости вращения лопасти, отраженное в общей формуле (1), было получено посредством разработанной ранее модели, приведенной в [4]. При этом лопасть была разбита на семь сегментов с локальными радиусами: 0,175; 0,275; 0,375; 0,475; 0,575; 0,875 и 0,92 м. Принимая, что основной источник шума вдоль лопасти представляет собой элемент, наиболее удаленный от оси вращения, за исключением торца лопасти, его локальный радиус будет соответствовать 0,875 м.

Используя уравнения (2-5) было оценено влияние тени мачты на каждом элементе лопасти. На итоговых графиках (рис. 2) отражено изменение значения угла атаки по азимуту вращения в области тени мачты для элемента лопасти с радиусом 0,875 м при скорости набегающего ветрового потока 6 м/с. Видно, что чем меньше расстояние от мачты до ветроколеса, тем больший скачок величины угла атаки наблюдается в момент прохождения лопасти мимо мачты (рис. 2 слева, справа). График асимметричен относительно нулевого значения азимута, что обусловлено присутствием ошибки рысканья.

Локальные величины угла атаки изменяются как вдоль радиуса лопасти, так и по азимуту ее вращения. На графике (рис. 3) видно, что распределение имеет горизонтальную асимметрию, связанную с влиянием ошибки рысканья на градиент скорости в области тени мачты; вертикальную, обусловленную влиянием градиентов скорости в приземном слое и в области тени мачты, а также влиянием ошибки рысканья на локальную скорость притекания.

Таким образом, угол атаки на элементе лопасти, определенном как основной источник TBL

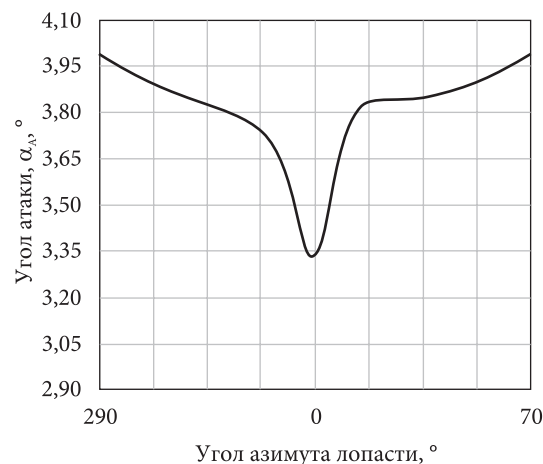
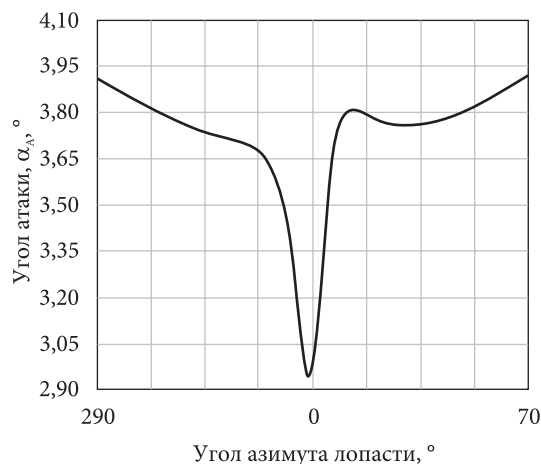


Рис. 2. Влияние мачты на распределение угла атаки по азимуту вращения элемента лопасти, являющегося основным источником шума вдоль лопасти (скорость ветра – 6 м/с, $\psi = 0$ – крайнее нижнее положение лопасти) в зависимости от удаленности ветроколеса от мачты: мачта удалена на два ее радиуса от ветроколеса (слева), мачта удалена на три ее радиуса от ветроколеса (справа)

шума, находится в диапазоне от 3° до $4,6^\circ$. Концентрическое распределение углов атаки показывает существенное уменьшение величины вдоль радиуса лопасти. В соответствии с данными, приведенными в [3], критический угол атаки для профиля *NACA 0012* равен $12,5^\circ$. Соответственно, критические значения углов атаки ожидаются на элементах лопасти, наиболее приближенных к оси вращения, вплоть до значения $r_T = 0,216$ м (лопасть в верхнем положении), где $\alpha_A = 12,39^\circ$. Максимальные значения углов атаки при этом следует ожидать на более близких к центру элементах, где их значения достигают $13,5^\circ$ на $r_T = 0,185$ м и $15,4^\circ$ на $r_T = 0,15$ м (начальный радиус лопасти).

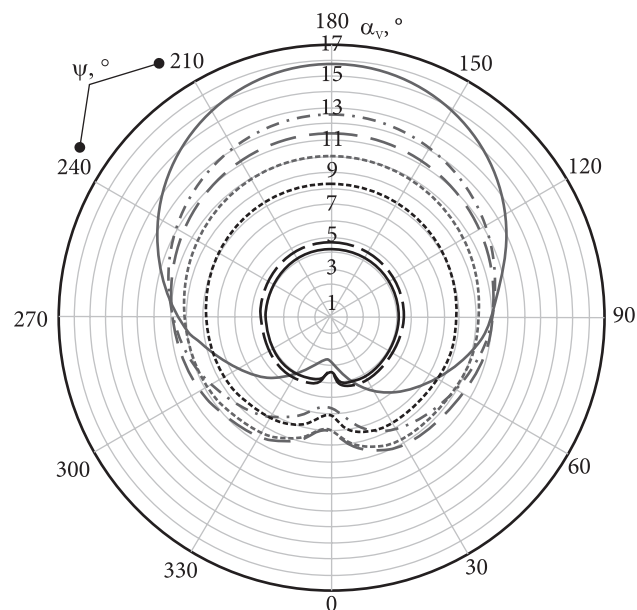
BPM модель для расчета *TBL* шума, отраженная в основных выражениях (6–12), применена в данном исследовании при следующих исходных параметрах: семь элементов лопасти обладали хордами: 0,15; 0,138; 0,127; 0,115; 0,103; 0,92 и 0,08 м; протяженность каждого элемента – 0,125 м; плотность воздуха при 20°C , $\rho = 1,2041$; вязкость воздуха, $\nu = 1,83 \cdot 10^{-5}$; профиль лопастей – *NACA 0012*.

Для получения амплитудно-частотной характеристики шума элементов лопасти в широком диапазоне углов атаки удобно представить результаты моделирования в виде графиков уровней звукового давления в 1/3 октавных полосах частот для диапазона углов атаки от 0° до 25° (рис. 4). Результирующие графики распределения УЗД для *TBL-TE* шума (обтекание без срыва потока) и *TBL-SS* шума (обтекание со срывом потока) на элементах лопасти с $r_T = 0,185$ м (рис. 4а) и $r_T = 0,875$ м (рис. 4б), отражают прогнозируемые спектры *TBL* шума.

Предварительные расчеты показали, что величина локального угла атаки возрастает в верхней половине ветроколеса, а также находится в обратной зависимости от значения локального радиуса. Как

уже было отмечено, критические значения углов атаки ожидаются на участке лопасти до $r_T = 0,29$ м (в верхнем положении лопасти при $\alpha_B = 11,6^\circ$). Эта область будет источником *TBL-SS* шума.

Суммарный УЗД (по всему частотному спектру) на элементе-источнике с $r_T = 0,875$ м про-



Угол атаки на элементах лопастей локальными радиусами r_T :

— $r_T = 0,920$ м; — — $r_T = 0,875$ м; - - - $r_T = 0,575$ м;
 - - - $r_T = 0,475$ м; — — $r_T = 0,375$ м; - . . . $r_T = 0,275$ м;
 — $r_T = 0,175$ м;

Рис. 3. Распределение углов атаки по азимуту вращения (ψ) элементов лопасти, удаленных на локальный радиус r_T от оси вращения (ошибка рысканья – $11,6^\circ$, диаметр ветроколеса – 2 м, скорость ветра – 6 м/с, высота расположения втулки ветроколеса – 5 м, мачта удалена на два ее радиуса от ветроколеса)

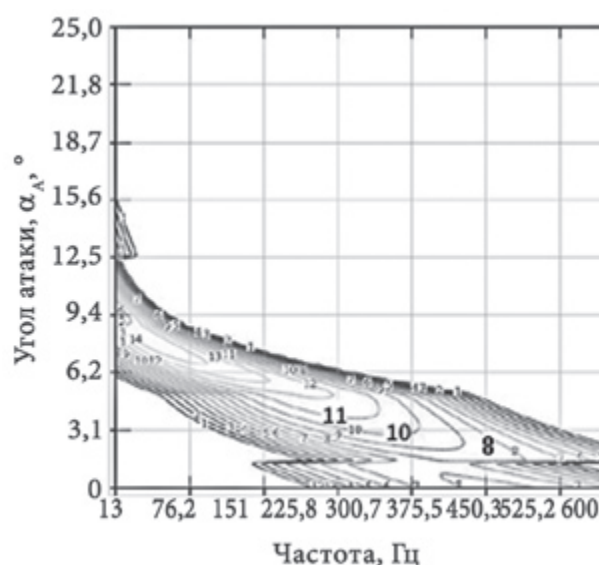
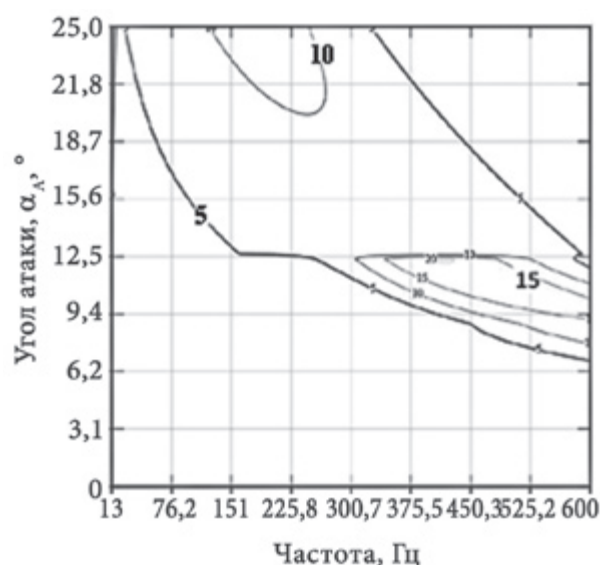
гнозируется равным 78,5 дБ. Отмеченный выше рост суммарного уровня звукового давления вдоль радиуса лопасти отражен на *рис. 5а справа, слева*.

Характерные изменения в спектре шума турбулентного пограничного слоя лопасти по мере удаления от оси ее вращения отражены в графиках, приведенных на *рис. 5б справа, слева*. Наглядно видно, что при $\alpha_B = 11,6^\circ$ спектр шума на участке с радиусом 0,225 м и прогнозируемыми величинами $\alpha_A = 13,54^\circ$ и $V_\Sigma = 7,4$ м/с (в верхнем положении лопасти), сосредоточен в полосе относительно низких частот с характерной частотой 445 Гц (*рис. 5в*). При этом весь возможный диапазон частот на этом элементе, при широком

диапазоне углов атаки, не превышает значения 3,5 кГц (*рис. 4а*).

С другой стороны, на $r_T = 0,875$ м с прогнозируемыми значениями $\alpha_A = 4,6^\circ$ и $V_\Sigma = 27,6$ м/с (в верхнем положении лопасти) (*рис. 4б слева*), спектр шума сосредоточен в широкополосном диапазоне частот 1,74...14 кГц с характерной частотой 10,75 кГц (*рис. 5б*).

Отметим, что при нижнем положении лопасти спектр шума и основные частоты преимущественно сосредоточены в широкополосном диапазоне частот и колеблются от 2,5 кГц до 14 кГц (*рис. 5б справа*). По мере увеличения угла косой обдувки при этом спектр смещается к более высоким частотам.



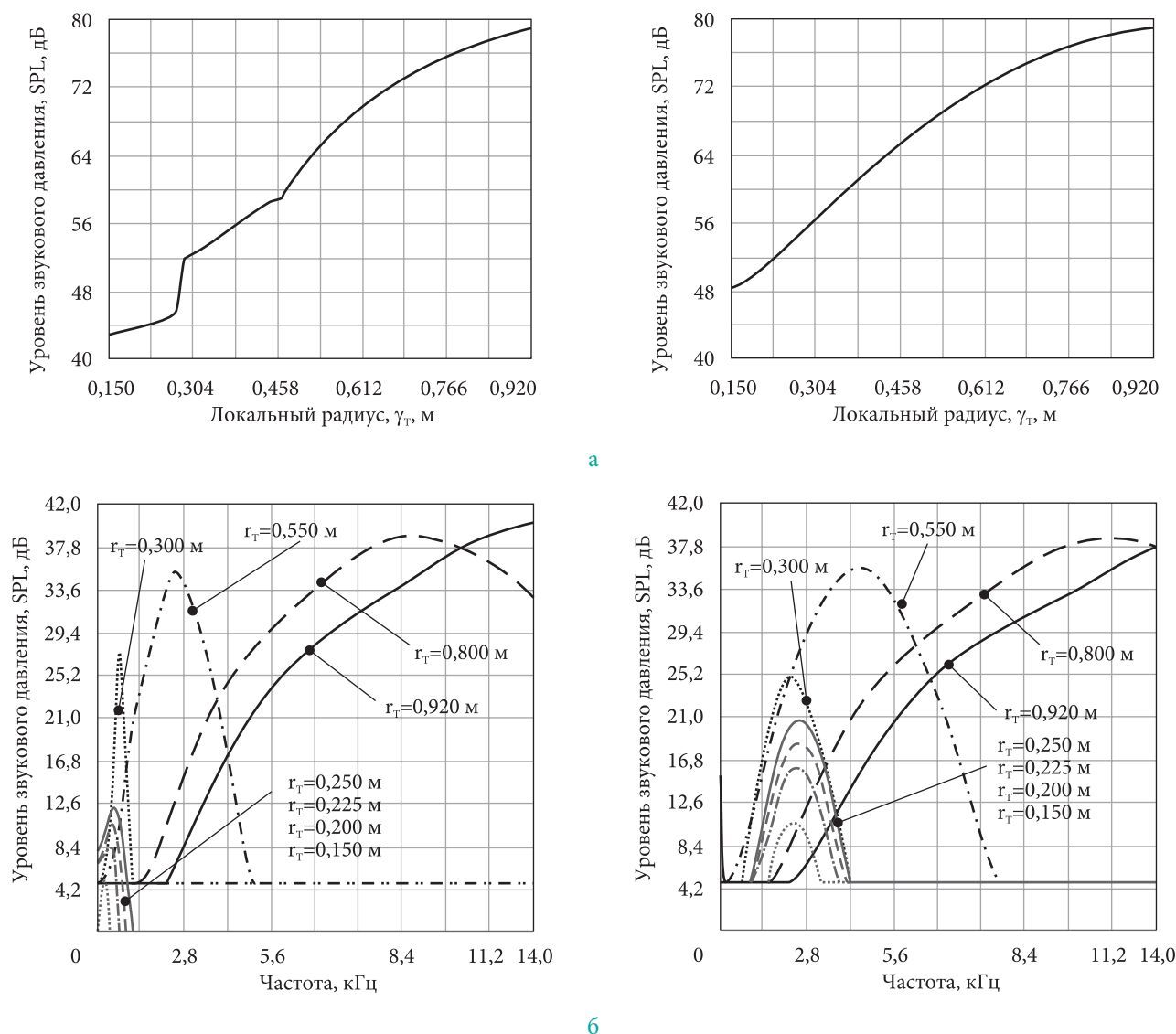


Рис. 5. (а) Уровень звукового давления вдоль радиуса лопасти ($\alpha_B = 11,6^\circ$). (б) Амплитудно-частотные характеристики шума турбулентного пограничного слоя (TBL), на элементах лопасти с радиусами r_T ($\alpha_B = 11,6^\circ$): слева – лопасть в верхнем положении; справа – лопасть в нижнем положении

Выводы

Прогнозируемые уровни звукового давления, возникающие на локальных элементах лопасти с определенными радиусами, представлены в виде графиков уровней. Это позволило отразить изменение локального уровня звукового давления в широких диапазонах углов атаки и частот и получить наглядную аэроакустическую характеристику каждого элемента лопасти. Выяснено, что в случае исследуемой ГО ВЭУ шум турбулентного пограничного слоя изменяется вдоль лопасти, как по амплитуде, так и по частоте. Максимальный уровень звукового давления ожидается на элементе лопасти, с радиусом 0,875 м, и составляет 78,5 дБ.

Поскольку критические значения углов атаки ожидаются на участке, не превышающем локального радиуса 0,29 м (в верхнем положении лопасти) вблизи комлевой части, область перехода

обтекания в режим со срывом потока невелика. В виду малых значений скорости притекания на этом участке уровень звукового давления здесь существенно ниже уровня на более удаленных участках лопасти. Поэтому вклад этой области в общий уровень шума – незначительный. С другой стороны, режим обтекания со срывом внесет изменения в спектр, смещая его в область более низких частот. Так, спектр шума, прогнозируемого на элементе лопасти с локальным радиусом 0,255 м и прогнозируемыми величинами $\alpha_A = 13,54^\circ$ и $V_\Sigma = 7,4$ м/с (в верхнем положении лопасти), сосредоточен в полосе относительно низких частот с характерной частотой 445 Гц. В тоже время на элементе с локальным радиусом 0,875 м угол атаки в верхнем положении лопасти равен $4,6^\circ$, скорость притекания – 27,6 м/с, а спектр шума сосредоточен в широкополосном диапазоне частот 1,74...14 кГц с характерной частотой 10,75 кГц.



Литература

1. Glegg, S.A.L. The Prediction of Broadband Noise from Wind Turbines / S.A.L. Glegg, S.M. Baxter, A.G. Glendinning // *Journal of Sound and Vibration*. – 1987. – № 118(2). – P. 217–239.
2. Grosveld F.W. (1985), Prediction of Broadband Noise from Horizontal Axis Wind Turbines / F.W. Grosveld // *Journal of Propulsion and Power*. – 1985. – № 1(4). – P. 292–299.
3. Brooks, F.T. Airfoil Self-Noise and Prediction / F.T. Brooks, D.S. Pope, M.A. Marcolini // NASA Langley Research Center. Hampton. NASA RP-1218. – 1989. – 137 p.
4. Афанасьева Н.А., Дудник В.В., Гапонов В.Л. Моделирование обтекания горизонтально-осевой ветроэнергетической установки малой мощности в условиях рыскания // *Инновации в сельском хозяйстве. Материалы по итогам 10-й Международной научно-технической конференции «Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве»*, 21-22 мая 2016 г. – ФГБНУ ВИЭСХ. – 2016. – № 5(20). – С. 371–376.
5. Мхитарян А.М. Аэродинамика / науч. ред. Г.Ф. Бурого. – М.: Машиностроение, 1976. – 447 с.
6. Bullmore, A.J. Wind turbine measurements for Noise source identification / A.J. Bullmore [et al.] // *Energy Technology Support Unit*. – 1999. – ETSU W/13/00391/00/REP. – 346 p.
7. Lowson, M.V. Assessment and Prediction of Wind Turbine Noise / M.V. Lowson // *Energy Technology Support Unit*. Harwell. ETSU W/13/00284/REP. – 1992. – 59 p.
8. Oerlemans, S. Prediction of wind turbine noise and validation against experiment / S. Oerlemans, J.G. Schepers // *International Journal of Aeroacoustics*. – 2009. – № 8. – P. 555–584.
9. Гуринов А.С. Математическая модель динамики вращения ветротурбины и поворота малой ветроэнергетической установки для фермерских хозяйств посредством автоматической системы ориентации / А.С. Гуринов, В.Л. Гапонов // *Вестник ДГТУ*. – Т. 11. № 10(61). – 2011. – С. 1763–1770.

Research of Aerodynamic Noise of the Roving Made by small Wind Power Installation in Yaw Conditions

N.A. Afanasieva, graduate student of Don State technical university; Rostov-on-Don

e-mail: nadezda.a.afanasyeva@gmail.com

V.V. Dudnik, doctor of technical sciences, professor of production safety department of the Don state technical university; Rostov-on-Don

Summary. With a research objective of aero acoustic quality of small wind power installations with a horizontal spin axis, the task of the forecast with an optimum accuracy of level and a noise spectrum was set. Noise of a turbulent interface as the main source is considered. The sound pressure level and a noise spectrum are calculated by means of classical, the VRM semiempirical model. Deterioration in aerodynamic quality of a vetrokoles in the conditions of existence of an angle of oblique blowing (a roving error) and also velocity gradients near a mast and in a ground layer is considered. Results of aero acoustic calculations showed fundamental value of local attack angles for a noise spectrum. The sound pressure level is in direct dependence on local speed of a pritekaniye, increasing in process of remoteness of a section of the blade from an axis of its rotation. The noise spectrum on local radius of 0,185 m (in case of the complete radius of the blade of 1 m), with maximum attack angle 13,5° and the speed of pritekaniye of 6,26 m/s (in the upper position of the blade), is concentrated in the range of rather low frequencies from 16 Hz to 700 Hz. At the same time, on the radius of 0,875 m, the attack angle is equal 4,63°, pritekaniye speed – 27,58 m/s, and the noise spectrum is concentrated in broadband frequency range from 1,74 kHz to 20 kHz. The total level of sound pressure on the radius of 0,875 m was 78,5 dB.

Keywords: wind power installation, noise of a turbulent interface, level of sound pressure, noise range, angle of attack.

References:

1. Glegg S.A.L., Baxter S.M., Glendinning A.G. The Prediction of broadband noise from wind turbines. *Journal of sound and vibration*. 1987. No. 118(2). Pp. 217–239.
2. Grosveld F.W. Prediction of broadband noise from horizontal axis wind turbines. *Journal of propulsion and power*. 1985. No 1(4). Pp. 292–299.
3. Brooks F.T., Pope D.S., Marcolini M.A. Airfoil self-noise and prediction. *NASA langley research center*. Hampton. NASA RP-1218. 1989. 137 p.
4. Afanasieva N.A., Dudnik V.V., Gaponov V.L. Energy supply and energy efficiency in agriculture. *Proceedings of the 10th International scientific and technical conference on 21 – 22 May 2016*. In 5 parts. Volume 4: Renewable energy. Local energy sources. Ecology. The federal scientific agroengineering center VIM. Pp. 371–376.
5. Mkhitarayan A.M., Burago G.F. Aerodynamics. *Mechanical engineering*. 1976. Moscow, 447 p.
6. Bullmore A.J. Wind turbine measurements for Noise source identification. *Energy technology support unit*. 1999. ETSU W/13/00391/00/REP. 346 p.
7. Lowson M.V. Assessment and prediction of wind turbine noise. *Energy technology support unit*. Harwell. ETSU W/13/00284/REP. 1992. 59 p.
8. Oerlemans S., Schepers J.G. Prediction of wind turbine noise and validation against experiment. *International journal of aero acoustics*. 2009. No. 8. Pp. 555–584.
9. Gurinov A.S., Gaponov V.L. Mathematical model of dynamics of rotation of the wind turbine and turn of small wind power installation for farms by means of the automatic navigation system. *Bulletin of the Don state technical university*. Volume 11. No. 10(61). 2011. Pp. 1763–1770.

Экологообусловленные заболевания и возможные пути их преодоления

Ю.В. Цыплухина

к.х.н., доцент кафедры «Управление повседневной деятельностью подразделений» Военного учебно-научного центра Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»; г. Воронеж

e-mail: ulia80@yandex.ru

Н.В. Бельских

к.х.н., доцент, доцент кафедры «Эксплуатация авиационного оборудования» Военного учебно-научного центра Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»; г. Воронеж

Е.А. Скрыпникова

к.х.н., доцент, доцент кафедры «Эксплуатация авиационного оборудования» Военного учебно-научного центра Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»; г. Воронеж

Аннотация. Основными критериями экологического благополучия территорий являются качество жизни человека и уровень его здоровья. Именно категория здоровья рассматривается в настоящее время как индикатор соответствия экологических характеристик и научно-технического прогресса. В статье на материалах статистики и государственных документов рассмотрено влияние антропогенного загрязнения окружающей среды на формирование здоровья населения. Предложены мероприятия позволяющие снизить риск экологообусловленных заболеваний населения крупных промышленных городов.

Ключевые слова: экологообусловленные заболевания, антропогенные факторы, адаптогены, загрязнение атмосферы, заболеваемость, аэротехногенный мониторинг.

Современные антропогенные факторы, обуславливающие огромное разнообразие вредных влияний на окружающую среду, оказывают выраженное воздействие на формирование популяционного здоровья населения. Распространяется прямое и опосредованное, комбинированное и комплексное действие химических, физических и биологических факторов.

Реакция человека на существенные изменения окружающей среды выражается в форме

различных экологообусловленных заболеваний. Здоровье человека можно рассматривать как основной биоиндикатор экологического риска и важную составную часть экологического мониторинга [1].

Благополучие и здоровье нынешнего и будущего поколений является главной целью, на обеспечение которой должна быть направлена вся деятельность человечества. Одна из основных задач в достижении этой цели – обеспечение экологической безопасности, которая является неперенным условием устойчивого развития человеческого общества.

Одним из ведущих факторов, характеризующих санитарно-эпидемиологическое благополучие населения в целом является загрязнение атмосферного воздуха. По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) ежегодно в мире примерно 3,7 млн человек умирает из-за загрязнения атмосферного воздуха. Общее количество смертей, связанных с воздействием загрязненного воздуха, как в помещениях, так и в атмосфере, достигает 7 млн в год [2].

Мониторинг техногенного загрязнения воздушного бассейна (аэротехногенный мониторинг) – один из основных информационных механизмов управления качеством окружающей среды и обеспечения экологической безопасности населения. По данным Росгидромета за 2016 год, в 51 городе РФ (24% городов) уровень загрязнения воздуха характеризуется как высокий и очень высокий. В этих городах проживает 19% городского населения. В 2013 г. высокий и очень высокий уровень загрязнения отмечался в 123 городах (57% городов), где проживало 52% городского населения России. Резкое изменение показателя загрязнения воздуха в городах обусловлено не улучшением качества воздуха, а связано лишь с установлением в 2014 г. нового значения ПДК среднесуточного (ПДКс.с) формальдегида – более чем в 3 раза выше использовавшегося ранее значения. При использовании для оценки прежнего значения ПДКс.с формальдегида количество городов, в которых уровень загрязнения атмосферы оценивается как высокий и очень высокий, достигло бы 107 [3].

Во всех городах очень высокий уровень загрязнения атмосферного воздуха связан со значительными концентрациями бенз(а)пирена, в 9-ти – с концентрациями взвешенных веществ, в 7-ми – диоксида азота, в 6-ти – формальдегида, в 2-х – фенола [4].



Предметом нашего исследования стали параметры среды обитания (качество атмосферного воздуха) и жизнедеятельности населения Воронежской области (уровень здоровья) за пятилетний период (2012–2016 гг.). Программа исследований сформировалась в соответствии с поставленной целью и задачами на основе принципа комплексности и системности, а также взаимосвязи качества атмосферного воздуха и здоровья населения. Для этого были использованы основные методические разработки многолетних исследований крупных научных коллективов. Программа включала гигиенические, экологические и статистические методы исследований. По официальным статистическим материалам Формы 2 «ТП-воздух» установлены объем, состав выбросов по источникам, а также их удельный вес в общем балансе загрязнения за многолетний период времени (2012–2016 гг.).

Установлено, что в структуре наиболее распространенных, загрязняющих атмосферу, газообразных и жидких веществ, отходящих от стационарных источников, первое место занимает оксид углерода (37%), второе место – прочие газообразные и жидкие вещества (36,7%), третье место – оксиды азота (14,6%), четвертое – твердые частицы (9,3%) и пятое – диоксид серы (рис. 1). В динамике за период 2011–2015 гг. наблюдается уменьшение объемов выбросов диоксида серы на 54%, твердых частиц на 26%, неизменными остаются объемы выбросов оксида углерода и оксидов азота.

Основываясь на классификации по 35 отраслям, можно утверждать, что основной вклад в загрязнение атмосферы традиционно вносят предприятия, осуществляющие транспортировку, продукции по трубопроводам, предприятия по производству строительных материалов, химической, пищевой промышленности, топливно-энергетического комплекса.

Данные о заболеваемости населения являются объективным показателем уровня и изменений в состоянии здоровья и одним из основных критериев оценки реакции населения на неблагоприятное воздействие загрязненного атмосферного

воздуха. Заболеваемость населения дает возможность изучить как длительное (хроническое), так и кратковременное (острое) влияние атмосферных загрязнений. Анализ результатов исследования состояния здоровья основывался на использовании математико-статистических методов, которые учитывают возможности компьютерной обработки, математического моделирования и прогнозирования [4]. Эти методы дают возможность не только установить факт наличия связи между изменением состояния здоровья и загрязнением атмосферного воздуха, но и определить количественную зависимость этой связи с выделением по значимости отдельных загрязняющих веществ, влияющих на состояние здоровья.

Показатели впервые выявленной заболеваемости выступают одним из основных индикаторов состояния здоровья населения. В динамике за рассматриваемый период наблюдается снижение общего уровня заболеваемости во всех возрастных группах. Анализ структуры заболеваемости за рассматриваемый период (2012–2016 гг.) во всех возрастных группах населения показывает, что ведущей патологией были болезни органов дыхания. При этом по отдельным классам болезней ситуация противоположная [5]. В категории «дети от 0 до 14 лет» рост показателей заболеваемости зарегистрирован по 7 классам болезней: болезням кожи и подкожной клетчатки; глаза и его придаточного аппарата; системы кровообращения, нервной системы; крови, кроветворных органов и отдельным нарушениям, вовлекшим иммунный механизм; новообразованиям, травмам, отравлениям и некоторым другим последствиям воздействия внешних причин.

Для взрослого населения (18 лет и старше) отмечается рост показателей заболеваемости по 8 классам болезней: болезням системы кровообращения; болезням крови, кроветворных органов и отдельным нарушениям, вовлекшим иммунный механизм; болезням эндокринной системы, расстройствам питания и нарушениям обмена веществ; болезням уха и сосцевидного отростка; болезням органов пищеварения; травмам, отравлениям и некоторым другим последствиям воздействия внешних причин; болезням органов дыхания; глаза и его придаточного аппарата [4].

В 2016 г. по результатам лабораторного контроля в мониторинговых точках, проведена оценка риска для здоровья населения г. Воронеж от воздействия приоритетных химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух. К приоритетным веществам отнесено 15 загрязнителей: сажа, серы диоксид, формальдегид, углерода оксид, азота диоксид, взвешенные вещества, фенол, акролеин, марганец, меди оксид, озон, хром шестивалентный, 1,3-бутадиен,

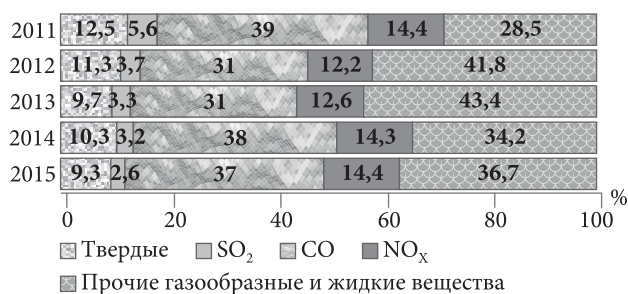


Рис. 1. Структура выбросов от стационарных источников

стирол, свинец. Известно, что данные химические вещества оказывают негативное воздействие на органы дыхания, центральную нервную, сердечно-сосудистую, иммунную, кроветворную, репродуктивную, гормональную системы, процессы развития, печень, почки, органы зрения, вызывают преждевременную смертность и системные эффекты. Наибольшему влиянию подвержены органы дыхания, заболеваемость которых обуславливают 12 из перечисленных веществ. Канцерогенным действием обладают: 1,3-бутадиен, стирол, сажа, свинец, хром шестивалентный, формальдегид. Согласно опубликованным научным данным, 1,3-бутадиен вызывает рак крови, лейкемию; хром – рак легкого, стирол – формы рака, поражающие лимфатическую и кроветворную системы.

Расчеты показали, уровень индивидуального канцерогенного риска от воздействия стирола, отнесенный к первому диапазону рисков ($\leq 1 \cdot 10^{-6}$), определен как пренебрежимо малый, не требующий принятия мер по его снижению, подлежащий периодическому контролю. Уровни индивидуального канцерогенного риска не превысили рекомендуемую безопасную величину (10^{-4}) от: формальдегида (от $1,8 \cdot 10^{-5}$ до $4,0 \cdot 10^{-5}$) и свинца ($2,3 \cdot 10^{-6}$). Индивидуальный риск в течение всей жизни в диапазоне: более 10^{-4} , но менее 10^{-3} , который характеризуется как приемлемый риск для профессиональных групп и неприемлемый для населения в целом, отмечается от сажи: $1,1 \cdot 10^{-4}$. Самые высокие уровни канцерогенного риска (более 10^{-3}) отмечены от воздействия 1,3-бутадиена и хрома шестивалентного: $1,4 \cdot 10^{-2}$ и $6,1 \cdot 10^{-3}$, соответственно, и характеризуются как неприемлемые ни для населения, ни для профессиональных групп.

Суммарные индексы опасности ($HI > 1$) выше допустимых значений отмечаются при одностороннем воздействии загрязняющих веществ на органы дыхания, кроветворную, сердечно-сосудистую, центральную нервную, репродуктивную системы, системные нарушения, органы зрения, общую смертность.

Таким образом, с применением алгоритма корреляционного анализа доказана вероятная связь между уровнем загрязнения атмосферного воздуха и заболеваемостью населения, самые значимые результаты демонстрируют болезни органов дыхания. Эти органы находятся на первой линии защиты организма и подвергаются постоянному воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды.

Мероприятия, позволяющие снизить риск экологообусловленных заболеваний населения крупных промышленных городов:

- пропаганда здорового образа жизни, в частности, отказ от курения, усиливающего вред от аэрополлютантов;

- природоохранные мероприятия: обновление парка пассажирских автотранспортных средств с заменой автобусов малой вместимости на автобусы большой вместимости; перевод автотранспорта, осуществляющего регулярные перевозки пассажиров, на газовое топливо; благоустройство улично-дорожной сети; исключение движения междугородного транспорта по городским магистралям за счет строительства объездных дорог; расширение санитарно-защитных зон, вывод промышленных предприятий за городскую черту, изменение топливного баланса в теплоэнергетической промышленности с полным переходом на газ в качестве топлива; озеленение внутригородского пространства с внедрением в состав посадок газоустойчивых зеленых насаждений: тополя, ясеня, также растительности, обогащающей атмосферу летучими органическими веществами – фитонцидами, которые стимулируют бронхо-легочную систему благодаря антимикробной активности. Особенно сильны в этом отношении фитонциды мелколистственного клена, березы, дуба, черемухи, липы, сосны, типичных для региона. Рекомендуется более широкое применение «вертикального озеленения» стен и крыш домов по опыту ряда крупных городов Европы [6];

- организация труда и отдыха, важную роль при этом играет отдых за пределами зон экологического неблагополучия;

- экология градостроительства, например строительство домов-экранов, защищающих основную жилую застройку от пыли, шума, газов;

- улучшение условий труда за счет снижения действия негативных факторов, усиливающих неблагоприятное влияние аэрополлютантов.

Медицинские мероприятия:

- диспансерное наблюдение;
- детоксикация организма с постоянным соблюдением питьевого режима, употреблением в пищу пектинов (содержащихся в овощах и фруктах, соках с мякотью, киселях, мармеладах) и посещением сауны раз в 1-2 недели. В диету включать в качестве источников витаминов и микроэлементов: арахис, салаты из свежих овощей, фитопрепараты: отвары шиповника, крапивы, листьев земляники. Не менее двух раз в неделю необходимо употреблять продукты, содержащие полиненасыщенные жирные кислоты семейства омега-3 (морепродукты, растительные и животные масла);

- повышение реактивности организма за счет приема адаптогенов (элеутерококк, β -каротин, женьшень и др.), а также препаратов, содержащих поливитамины и микроэлементы, которые нужно проводить жителям экологически неблагополучных территорий в течение 2-3 месяцев осенью и весной.



Накоплен большой опыт по применению природных каротиноидов, которые обладают высокими иммуностимулирующими свойствами, например природный бета-каротин. Известно, что бета-каротин обладает антиоксидантными, антиканцерогенными, антимутагенными и иммуностимулирующими свойствами [7], поэтому препараты бета-каротина могут найти широкое применение для профилактики экологообусловленных заболеваний.

Литература

1. Гичев Ю.П., Середович В.А., Николаев О.Н. Экологические карты// Бюллетень Центра экологической политики России/ «На пути к устойчивому развитию России», № 35, 2006. С. 13–15.
2. Скрыпникова Е.А., Бугаенко М.Е., Матвиенко П.А. Аспекты лихено- и бриоиндикации для наземного экологического мониторинга военного объекта // Комплексные проблемы техносферной безопасности: материалы междунар. науч. – практ. конф. Воронеж: ФГБОУ ВО ВГТУ, 2015. Ч. III. С. 163–167.
3. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2015 году: Государственный доклад. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2016.–200 с.
4. «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Воронежской области в 2015 году», доклад. Воронеж: Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Воронежской области, 2016. 209 с.
5. Хорпьякова Т.В., Клепиков О.В., Куролап С.А. Оценка риска техногенного загрязнения атмосферы урбанизированных территорий: монография: Воронеж: Науч. кн., 2015. – 149 с.
6. Козлов А.Т., Цыплухина Ю.В., Козлов Н.А. Экологический кризис в большом промышленном городе и его влияние на зеленые зоны// Лесотехнический журнал № 4, 2015. С. 34–43.
7. Козлов А.Т., Цыплухина Ю.В., Михайлов Л.И. Анализ эффективности применения провитамина А (бета каротина) с целью профилактики экологозависимых заболеваний// Сборник научных статей конференции «Экологическая геология: теория, практика и региональные проблемы»: Изд-во ВГТУ, 2013. Т.1, С. 409–411.

Ecologically Caused Diseases and Possible Ways of Their Overcoming

Yu.V. Tsiplukhina, candidate of chemical sciences, associate professor of department «Management of daily activity of divisions» of Military educational scientific

center of the Air Force «Military and air academy of a name of professor N. E. of Zhukovsky and Yu.A. Gagarin»; Voronezh

e-mail: egorovalv08@mail.ru

N.V. Belskikh, candidate of chemical sciences, associate professor of department «Operation of the aviation equipment» of Military educational scientific center of the Air Force «Military and air academy of a name of professor N.E. of Zhukovsky and Yu.A. Gagarin»; Voronezh

E.A. Skripnikova, candidate of chemical sciences, associate professor of operation of the onboard aviation radio-electronic equipment of Military educational scientific center of the Air Force «Military and air academy of a name of professor N. E. of Zhukovsky and Yu.A. Gagarin»; Voronezh

Summary. The main criteria of ecological wellbeing of territories are the quality of human life and level of his health. The category of health is considered as the indicator of compliance of ecological characteristics and scientific and technical progress now. In article on materials of statistics and the state documents influence of anthropogenic environmental pollution on formation of health of the population is considered. The actions allowing to reduce risk of the ecologically caused diseases of the population of the large industrial cities are offered.

Keywords: ecologically caused diseases, anthropogenic factors, adaptogens, air pollution, incidence, aero technogenic monitoring.

References:

1. Gichev Yu.P., Seredovich V.A., Nikolaev O.N. Ecological cards. *The bulletin of the Center of environmental policy of Russia «On the way to sustainable development of Russia»*. No. 35. 2006. Pp. 13–15.
2. Skripnikova E.A., Bugaenko M.E., Matvienko P.A. Aspects of likheno- and brioinidication for land environmental monitoring of a military facility. *Complex problems of technosphere safety*. Materials of the International scientific and practical conference. Voronezh State Technical University. 2015. Part III. Voronezh, Pp. 163–167.
3. About a condition of sanitary and epidemiologic wellbeing of the population in the Russian Federation in 2015: State report. *Federal Service for the Oversight of Consumer Protection and Welfare*. 2016. Moscow, 200 p.
4. About a condition of sanitary and epidemiologic wellbeing of the population in the Voronezh region in 2015: State report. *Department of the Federal Service for the Oversight of Consumer Protection and Welfare for the Voronezh region*. 2016. Voronezh, 209 p.
5. . Khorpyakova T.V., Klepikov O.V., Kurolap S.A. Assessment of risk of technogenic air pollution of the urbanized territories. *Scientific book*. 2015. Voronezh, 149 p.
6. Kozlov A.T., Tsiplukhina Yu.V., Kozlov N.A. Ecological crisis in the big industrial city and its influence on green zones. *Timber journal*. No. 4. 2015. Pp. 34–43.
7. Kozlov A.T., Tsiplukhina Yu.V., Mikhaylov L.I. The analysis of efficiency of use of a provitamin And (Carotinum beta) for the purpose of prophylaxis of the ecologically dependent diseases. *Collection of scientific articles of a conference «Ecological geology: theory, practice and regional problems»*. Publishing house of the Voronezh state technical university (VSTU). 2013. Volume 1. Pp. 409–411.

О влиянии антропогенного метаболизма на окружающую среду



Е.Ю. Дорохина

*д.э.н., профессор
Российского
экономического
университета
им. Г.В. Плеханова;
Москва*



С.Г. Харченко

*д.физ.-мат. наук,
профессор Российского
университета дружбы
народов, РАНХиГС
при Президенте РФ;
Москва*

*e-mail:
Kharchenko.SG@rea.ru*

Аннотация. В работе рассматриваются проблемы влияния человеческой деятельности на окружающую среду. Показано, что влияние антропосферы на экосферу представляет собой многомерный феномен, управление которым требует комплексного инструментария. Антропогенное влияние на окружающую среду предлагается разделить на три укрупненных группы: избыточное потребление возобновимых и невозобновимых ресурсов; перегрузка природного ландшафта; изъятие площадей в интересах человеческой деятельности. Подробно анализируются такие последствия человеческой деятельности как снижение доступности ресурсов, деградация экосистем, проявляющаяся в сокращении их многообразия. Особое внимание уделено воздействию глобализации. В качестве стратегического решения, нивелирующего последствия антропогенного метаболизма, предлагается формирование промышленной экологии, т.е. переход к хозяйствованию, использующему природоподобные технологии.

Ключевые слова: окружающая среда, антропогенная деятельность, промышленная экология, природоподобные технологии.

Многokrатно доказано, что оборот материалов и энергии, индуцированный промышленным производством, оказывает существенное влияние на окружающую среду. Например, экологическое многообразие определяется следующими испытываемыми влиянием деятельности человека показателями: доступностью ресурсов (минеральное сырье, свет, земля, вода); способностью к регенерации; преступностью / болезнями; физическими аномалиями; температурой / климатом; временной вариацией лимитирующих факторов [11].

Это означает, что влияние антропосферы на экосферу представляет собой многомерный феномен, измерение и управление которым требует адекватного комплексного инструментария, поскольку одномер-

ное рассмотрение не позволит сделать обоснованные выводы о реальном влиянии человека на экосистему [3]. Очевидно, что входящее воздействие зависит от числа факторов и силы их влияния [11]. Хотя человечество уже на ранних этапах своего развития при ведении сельского хозяйства оказывало существенное воздействие на окружающую среду, значительно усилилось оно с индустриализацией и техническим прогрессом, охватывая такие новые аспекты, как перемещение значительных объемов сырья и материалов и высвобождение токсичных веществ.

Антропогенное влияние можно разделить на три следующих укрупненных группы:

- избыточное потребление возобновляемых и невозобновляемых ресурсов;
- перегрузка природных низменностей;
- изъятие площадей в интересах человеческой деятельности [5].

В частности, особое значение имеют изъятие площадей и изменение ландшафта из-за структурообразующего и долгосрочного влияния промышленного производства. Вид застройки определяет интенсивность дорожного движения, заселенность территории, методы строительства, плотность рабочих мест, коэффициент использования застроенных площадей, а также вид и массу сохранных на территории благ. Полная или высокая заселенность, коррелирующая с низкой экологической стоимостью земли, доминирует в большинстве конгломератов промышленных предприятий. Часто земли, исторически неоднократно заселявшиеся, значительно модифицированы и дополнительно подвергнуты токсическому загрязнению. Экологическая стоимость уже неиспользуемых промышленными предприятиями территорий также уменьшается при их недостаточном восстановлении (ренатурализации). Кроме того, полезность экосистемы



всегда оценивается с антропоцентрической точки зрения, как в целом, так и в частности. Эта оценка при нынешнем уровне ее использования человеком постоянно снижается.

Влияние человеческой деятельности на окружающую среду проявляется, в частности, в выбросе газов в атмосферу; повреждении озонового слоя; загрязнении водоемов; уничтожении биологических видов; высвобождении токсичных материалов; растущем радиоактивном излучении; огромных воздействиях на химический состав почвы; перенаселенности площадей с возрастающим риском наводнений; в разрушении естественных мест обитания; глобальных изменениях климата; снижении естественной способности экосистем к регенерации; в изменении естественных процессов эволюции, геобиофизических циркуляций; в манипуляциях гидрологическими, химическими и биологическими факторами в водной среде и т.д. [10].

Сокращение ресурсов

Доступность ресурсов – это индикатор, охватывающий все измерения устойчивости, это решающий фактор управления метаболизмом экологических систем. От доступности зависит справедливость распределения ресурсов между странами и внутри них. Открытая система, не находящаяся в термодинамическом равновесии, при исчерпании необходимого ресурса либо разрушается, либо перемещается в пространстве. В начале своего исторического развития человечество предполагало, что запасы ресурсов практически безграничны, но затем пришло осознание, что за сравнительно небольшой период времени доступность сырья существенно уменьшилась. Хотя в 1990 г. Д. Пирс и К. Тернер [7], а в 2002 г. и Б. Лоборг [6] пришли к выводу, что в среднесрочном периоде ограниченность главных ресурсов не станет существенной проблемой, при более детальном рассмотрении результат получается несколько иной. Некоторые авторы уже сейчас говорят о «веке ограниченности» [9]. Мировое производство металлов в период индустриализации продемонстрировало экспоненциальный рост, который лишь сейчас начал постепенно замедляться. Тот факт, что невозобновляемое сырье является ценным благом, невозможно отрицать. Игнорирование его ограниченности может вести к общественным, политическим и экономическим катаклизмам. Современные политические процессы порождаются кризисом социально-экономических систем. С уменьшением запасов ресурсов войны за них становятся все более вероятными.

Вместе с тем развиваются социально-экономические противоречия, влекущие за собой вы-

нужденную миграцию, политические и этнические конфликты. Это свидетельствует о том, что существует сложная социально-культурная интеграция между стремлением к национальной безопасности, торговлей оружием и милитаризацией, с одной стороны, и экологическими и социально-экономическими факторами, с другой стороны. Кроме того, дополнительный потенциал опасности, угрожающий устойчивому развитию на политическом уровне, может быть связан с географической концентрацией важных энергетических ресурсов в политически нестабильном Ближнем Востоке.

Экскурс: кривые Хабберта для нефтедобычи

С точки зрения статистики, в течение 20 последних лет добыча сырой нефти превышает запасы вновь разведываемых месторождений, т.е. глобальная нефтедобыча имеет тенденцию к сокращению. Следовательно, нефтедобыча подчиняется геологической и статистической закономерностям, которые в обозримом будущем можно представить в виде направленной вниз стороны колокола (кривой Хабберта) (рис. 1).

Заметим, что, например, для нефти точка поворота от глобального максимума (*Peak Oil*) сравнительно близка. Достижение пика характерно для всех невозобновляемых ресурсов и статистически выражает абсолютную ограниченность этих ресурсов. До пика постоянно растет превышение спроса над предложением, что вызывает непрерывное повышение цен на сырье. При этом не особенно важно, когда точно будет достигнут этот пик, решающим фактом является неизбежность его достижения. На рис. 1 показаны пики для нефте- и газодобычи. Существенный вклад в решение проблемы ограниченности ресурсов, в экономическое, экологическое и социальное развитие может, на наш взгляд, внести промышленная экология.

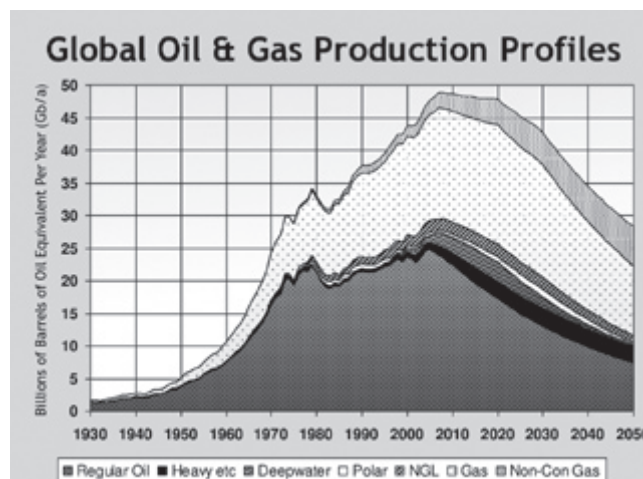


Рис. 1. Пики нефте- и газодобычи по данным ASPO
Источник данных: ASPO 2008 Base Case (Produced 2009)

Дегградация экосистем

Исходя из разных сценариев, используемых при проведении расчетов, можно прийти к выводу, что имеется тенденция к сокращению мощности глобальных экосистем. Мощность экосистемы выражается в ее способности поставлять для человечества питание, горючие материалы, пресную воду, органическое сырье, генетические ресурсы (разнообразие) и биохимические субстанции для экономических целей. Все эти полезные свойства, с одной стороны, используются в человеческой деятельности, с другой стороны, подвергаются в результате этой деятельности опасности и заметно ухудшаются, что может стать очевидным уже в ближайшем будущем. Ухудшается такое важное свойство экосистемы, как способность к регуляции, важное для ее геобиофизической функциональности, что может привести к ухудшению общей (не только антропоцентрической) экологической ситуации на земле. Это относится к управлению климатом, образованию гумуса и защите от эрозии, сохранению качества воздуха, кругообороту воды с процессами очистки, а также к управлению пандемическими болезнями. Действительно, человек своими действиями в сельском хозяйстве, градостроительстве, добыче полезных ископаемых вносит существенные нарушения в «естественное» состояние вещей. Особое значение это имеет для биологического многообразия.

Сокращение биологического многообразия из-за избыточной нагрузки

Поведение человека на Земле должно подчиняться простым естественным закономерностям: эффективно использовать и сохранить ресурсы для дальнейшего существования человечества. Очевидно, что более 6 млрд индивидуумов нашего вида с чрезмерно высоким (особенно в промышленно развитых странах) спросом на ресурсы не могут не оказывать влияние на «естественное» распределение всех (еще) представленных на Земле видов. Это можно подтвердить эмпирическим путем: «*Living Planet Index*» за последние четыре десятилетия ухудшился почти на 40% [8]. Этот дисбаланс есть не что иное, как нарушение естественного распределения ресурсов между видами. Кроме того, конфликты целей использования ресурсов человечеством будут нарастать, т.е. увеличивающийся спрос на услуги будет противостоять сокращающемуся предложению соответствующих ресурсов из-за того, что экосистемы, как правило, связаны между собой и взаимодействуют. Развитие названных эффектов зависит от формирования промышленной экологии [1]. Так как текущие и будущие решения по нагрузке экосистем зависят от социально-культурных критериев, оценка полезно-

сти и издержек использования природных ресурсов приобретает особое значение. Так как население постоянно растет, нужно найти путь, который позволит «оптимальным образом» использовать текущую и потенциальную мощность экосистемы, не ускоряя ее дегградации [4]. Как можно достичь этого оптимума? Этому должны способствовать подходы экономики окружающей среды, особенно экологической экономики. Моделирование социально-экологических процессов связано с большой неопределенностью. Качество прогнозов сильно зависит от лежащих в их основе предпосылок, от учтенных ограничений. Для сохранения функциональной экосистемы все-таки лучше сознательное с антропоцентрической точки зрения решение в условиях неточной информации, чем движение в потемках. С экологоцентрической точки зрения только такой подход является верным.

Глобализация и изменения окружающей среды

В рамках растущей глобализации миграционных и информационных потоков большое значение приобретает экология человека. В межконтинентальном масштабе на передний план выступают три следующих аспекта взаимодействия между обществом и окружающей средой:

- материальные и энергетические потоки в одном регионе связаны с шансами и опасностями в других регионах мира;
- информация о состоянии окружающей среды очень быстро распространяется по всему миру;
- в результате попыток общества управлять материальными и энергетическими потоками меняется структура участников, норм и ожиданий.

Глобализация экономических процессов ускоряет глобализацию их экологических последствий. Региональные и национальные мероприятия теряют вес, если они не включены в глобальную концепцию. Процессы обмена во все большей мере зависят от человеческой деятельности, и можно наблюдать, как изменения в одном регионе мира каскадом распространяются на другие регионы. Химикаты, которые в 60-х и 70-х гг. XX в. применялись исключительно в промышленных странах, обнаруживают теперь и в девственных регионах, природа которых никогда не колонизировалась людьми. Массовые естественные потоки переносят искусственные вещества через всю планету, что повышает ответственность человека за результаты его деятельности во времени и пространстве. Этот факт требует, в том числе, улучшения технологий и методов управления ресурсами, а также изменений в политике, институциональной системе и системе ценностей.



Из подхода, ориентированного исключительно на человека как источник экологического кризиса, постепенно развился новый подход глобального управления (*Global Governance*). На передний план выступило международное сотрудничество как предпосылка достижения целей устойчивого развития. Без него и промышленная экология может реализовываться только в ограниченном объеме. Технические процессы на глобальном уровне будут тесно переплетаться. Технология, как таковая, в глобальном смысле выступает как возможное, но не единственное решение. Можно наблюдать, как технологии и обладание ресурсами приводят к тому, что региональная самоидентификация, сильно ориентированная на природные ресурсы, снижается, и неолиберальные идеи принуждают к глобализации. Это часто проявляется в отчуждении доступа к региональным ресурсам, которое может сосуществовать с экономическими системами только в том случае, если для эксплуатации ресурсов используются господствующие (в технологическом или в финансовом отношении) силы, и обеспечивается маржинальный доход по отношению к стоимости изымаемых ресурсов. Обостряется тенденция к неосведомленности о реальном воздействии процессов производства на окружающую среду.

Таким образом, если речь заходит об обратном осознании региональной идентификации и ее разнообразия, то приходится говорить и об экологии человека в определенном регионе. Ответственность человека очень велика, так как изменения окружающей среды в глобальном масштабе могут выравниваться только в системе. Не существует никакой другой системы обмена, которая с использованием измененного метаболизма может позаботиться о сохранении жизнестойкости. Извне поступает только энергия излучения Солнца (источник энергии для всего живого), но не материалы. Вне глобальной системы отсутствует буферная зона, которая могла бы выровнять широкомасштабные изменения. Не известен принцип, который далее обеспечил бы экологические подсистемы на Земле их замечательной жизнестойкостью. Механизмы выравнивания должны создаваться социально-экономической системой, для того чтобы природная система и впредь могла гарантировать существование человечества. Ничто другое, как форма адаптивного приспособления, не приведет человечество к эволюционному успеху, который, к сожалению, уже в среднесрочном периоде может измениться на свою противоположность, так как формы приспособления в возникшем глобальном социально-экологическом системном взаимодействии практически исчерпаны. Стратегическим решением в этом случае

может послужить промышленная экология, которая объединит неидеологизированные исследования в области экологии, а также поиск приемлемых отношений между человеческим обществом и окружающей средой [2]. Промышленная экология представляет собой хозяйствование по природному образцу, использование природоподобных технологий, т.е. создание и использование способов производства, не противоречащих природе.

Литература

1. Дорохина Е.Ю., Огольцов К.Ю. К вопросу о концептуальном понимании промышленной экологии// Путеводитель предпринимателя. 2012. № 16. С. 95–103.
2. Дорохина Е.Ю., Огольцов К.Ю. О возможных стратегиях устойчивого развития и промышленной экологии// Путеводитель предпринимателя. 2013. № 17. С. 100–108.
3. Харченко С.Г., Дорохина Е.Ю. Системный анализ как наилучший путь к экологической безопасности// Экология и промышленность России. 2017. Т. 21, № 1, С. 42–49.
DOI: 10.18412/1816-0395-2017-1-42-49.
4. Харченко С.Г., Дорохина Е.Ю. Экологическая безопасность: кризис продолжается// Экология и промышленность России. 2016. Т. 20, № 3, С. 52–57. DOI: 10.18412/1816-0395-2016-3-52-57.
5. Brühl, T., Simonis, U.E. (2001): World Ecology and Global Environmental Governance/ Berlin, 2001. (= WZB-Papers. FS II 01-402).
6. Lomborg, B. Apocalypse No! Wie sich die menschlichen Lebensgrundlagen wirklich entwickeln. Lüneburg, 2002.
7. Pearce, D. W., Turner, R. K. Economics of natural resources and the environment. New York, London, 1990.
8. Rainham, D.G.C.; McDowell, I., Wilson, J. Does Improving Human-Well-being inevitably Drain Natural Capital? In: Filho, W.L.: Handbook of Sustainability Research, Frankfurt/M 2005. (=Environmental Education, Communication and Sustainability. 20). P. 177–204.
9. Roth, J.K. Vorwort: Engpässe und Auswege Aus: Wallimann, I., Dobkowski, M.N. (Hrsg. 2003): Das Zeitalter der Knappheit. Ressourcen, Konflikte, Lebensancen. Bern u.a., 2002. P. 9-18.
10. Sobczak, W.W.; Cloern, J.E.; Jassby, A. D.: Bioavailability of organic matter in a highly disturbed estuary: The role of detrital and algal resources. In: PNAS, 99. Jg. (2002), H. 12, P. 8101–8105.
11. Tilman, D., Lehman, C. Human-caused environmental change: Impacts on plant diversity and evolution In: PNAS, 98. Jg. (2001), H. 10, PP. 5433–5440.

About Influence of Anthropogenic Metabolism on the Environment

E.Yu. Dorokhina, doctor of economical sciences, professor of Plekhanov Russian University of Economics; Moscow

S.G. Kharchenko, doctor of physical and mathematical sciences, professor of Peoples' Friendship university of Russia, The Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration (RANEPA) under the President of the Russian Federation; Moscow

e-mail: Kharchenko.SG@rea.ru

Summary. In work problems of influence of human activity on the environment are considered. It is shown that influence of the anthroposphere on the ecosphere represents a multidimensional phenomenon, the management of which demands complex tools. Anthropogenic influence on the environment is offered to be divided into three integrated groups: excess consumption of renewable and not renewable resources; overload of a natural landscape; withdrawal of the areas for the benefit of human activity. Such consequences of human activity as decrease in availability of resources, the degradation of ecosystems which is shown in reduction of their variety are in detail analyzed. Special attention is paid to impact of globalization. As the strategic decision leveling consequences of anthropogenic metabolism formation of industrial ecology, i.e. transition to the managing using nature similar technologies is offered.

Keywords: environment, anthropogenic activity, industrial ecology, nature similar technologies.

References:

1. Dorokhina E.Yu., Ogoltsov K.Yu. To a question of conceptual understanding of industrial ecology. *Guide of the businessman*. 2012. No. 16. Pp. 95–103.

2. Dorokhina E.Yu., Ogoltsov K.Yu. About the possible strategy of sustainable development and industrial ecology. *Guide of the businessman*. 2013. No. 17. Pp. 100–108.

3. Kharchenko S. G., Dorokhina E.Yu. System analysis as the best way to ecological safety. *Ecology and industry of Russia*. 2017. Volume 21. No. 1. Pp. 42–49.

[DOI: 10.18412/1816-0395-2017-1-42-49.]

4. Kharchenko S.G., Dorokhina E.Yu. Ecological safety: crisis continues. *Ecology and industry of Russia*. 2016. V. 20. No. 3. Pp. 52–57.

[DOI: 10.18412/1816-0395-2016-3-52-57.]

5. Brühl T., Simonis U.E. World Ecology and Global Environmental Governance. Berlin, 2001. (= WZB-Papers. FS II 01-402).

6. Lomborg B. Apocalypse No! Wie sich die menschlichen Lebensgrundlagen wirklich entwickeln. Lüneburg, 2002.

7. Pearce D.W., Turner R.K. Economics of natural resources and the environment. New York, London, 1990.

8. Rainham D.G.C., McDowell I., Wilson J. Does Improving Human-Well-being inevitably Drain Natural Capital? In: Filho, W.L.: Handbook of Sustainability Research, Frankfurt/M 2005. (=Environmental Education, Communication and Sustainability. 20). Pp. 177–204.

9. Roth, J.K. Vorwort: Engpässe und Auswege Aus: Wallimann, I., Dobkowski, M.N. (Hrsg. 2003): Das Zeitalter der Knappheit. Ressourcen, Konflikte, Lebenschancen. Bern u.a., 2002. Pp. 9–18.

10. Sobczak W.W., Cloern J.E., Jassby A.D. Bioavailability of organic matter in a highly disturbed estuary: The role of detrital and algal resources. In: PNAS, 99. Jg. (2002), H. 12, Pp. 8101–8105.

11. Tilman, D., Lehman, C. Human-caused environmental change: Impacts on plant diversity and evolution In: PNAS, 98. Jg. (2001), H. 10, Pp. 5433–5440.



Изучение качественных характеристик почв и разработка способа повышения их плодородия

В.В. Киреева

д.б.н, профессор кафедры «Производственная безопасность» Донского государственного технического университета; г. Ростов-на-Дону

e-mail: valeriakireeva@gmail.com

Т.Г. Рассказова

аспирант кафедры «Производственная безопасность» Донского государственного технического университета; г. Ростов-на-Дону

Аннотация. В работе изучены процессы истощения и деградации пахотных земель и их влияние на качество жизни человека. Приведены результаты разработки способа приготовления органического удобрения для повышения качественных характеристик почвы с целью снижения ее истощения..

Ключевые слова: почвенный покров, истощение, деградация почв, плодородие, гумус, органические удобрения, коричневый сок растений.

Введение. Почве принадлежит основополагающая роль в среде обитания человека. По мере увеличения численности населения Земли сохранение почвы как основы для сельскохозяйственного производства становится все более важным. Почвообразовательные процессы идут медленно, разрушенная сегодня часть почвы может оказаться утраченной для последующих поколений.

Почва выполняет важные экологические функции, обеспечивающие стабильность существования отдельных биогеоценозов и биосферы в целом. Одним из последствий человеческой деятельности является накопление в почвах соединений тяжелых металлов, радиоактивных элементов, удобрений и ядохимикатов, обладающих токсичностью. Эти процессы связаны с загрязнением почвы выбросами производственных предприятий, возникновением несанкционированных свалок и других негативных воздействий. Опасность загрязняющих веществ состоит в том, что, накапливаясь в почвах, они включаются в звенья пищевых цепей, попадая, в конечном счете, с пищей в организм человека [1, 2].

Почва, обладая способностью поглощать и удерживать загрязняющие вещества, радио-

нуклиды, служит своеобразным барьером, предупреждающим поступление данных соединений в грунтовые воды, ткани растений, животных и организм человека. Но возможности почвы не безграничны, а уровень техногенного прессинга возрастает, вследствие чего все чаще наблюдаются случаи критического загрязнения почвенного покрова и последующего отравления населения [3].

В процессе деградации почва утрачивает способность выполнять полноценно экологические и сельскохозяйственные функции, что создает угрозу экологической и продовольственной безопасности и ведет к снижению качества жизни людей. Сокращение площади кормовых и пастбищных угодий и, как следствие, разрушение кормовой базы привело к тому, что экономический кризис, связанный с рыночными преобразованиями, особенно тяжело отразился на животноводстве: сократилось поголовье скота и снизилось производство основных видов продукции.

В этой связи становится очевидной необходимость постоянного контроля состояния почвенного покрова и уровня плодородия сельскохозяйственных земель, экологического и экономического ущерба от химического загрязнения. Знание особенностей воздействия химических соединений на почвенные биологические процессы и механизмов их устойчивости к загрязнению служит основой для разработки способов предотвращения негативных последствий загрязнения.

Механическое воздействие сельскохозяйственной техники приводит к уплотнению, разрушению почвенной структуры, увеличению содержания тонкодисперсных частиц. Это способствует ухудшению физических свойств почвы, ее подверженности водной и ветровой эрозии. При многократной пахоте в почве формируется плужная подошва, ухудшающая условия произрастания растений. Происходит также нарушение газообмена между почвой и атмосферой, в возникающих анаэробных условиях развиваются процессы брожения. В условиях анаэробноза снижается полевая всхожесть семян растений.

Загрязнение и истощение почвы происходит также в результате внесения минеральных удобрений, ядохимикатов, бессистемным выпасом сельскохозяйственных животных, уничтожением растительного покрова [4].

Следствием всех этих негативных естественных и антропогенных воздействий на верхний плодородный слой является деградация почвы – постепенное ухудшение ее свойств, сопровождающееся снижением плодородия. В результате происходит нарушение биоэнергетического режима: деvegetация – изреживание и исчезновение растительного покрова, способствующее омертвлению почвы; почвоутомление и истощение из-за длительного возделывания одних и тех же культур; дегумификация – потеря гумуса.

Потеря пахотными почвами гумуса – один из наиболее распространенных видов деградации почвенного покрова. Гумус – это органическое вещество почвы, возникающее при разложении растительных и животных остатков и продуктов жизнедеятельности организмов почвенной микрофлоры. Это основа почвенного плодородия, снижение его содержания ведет к ухудшению всего комплекса физических и химических свойств почвы. Основными причинами снижения содержания гумуса являются интенсификация минерализации органических веществ, отчуждение части гумуса со снимаемым урожаем, смыв и выдувание почвенных частиц.

Истощение почвы – процессы убыли в почве элементов питания растений, утраты прочности комковатой структуры, нежелательного изменения почвенной микрофлоры (бактерий, микроскопических грибов), размножение вредителей, вызывающие снижение урожайности сельскохозяйственных культур. Переутомление и истощение почв происходят в результате длительного возделывания одного вида сельскохозяйственных культур. Так, длительное выращивание подсолнечника на одном и том же поле приводит к обеднению почвы калием. После сбора урожая, в котором сконцентрированы органические и минеральные вещества, организмы-почвообразователи не получают достаточного материала для разложения и минерализации, а также для обеспечения своих собственных потребностей в необходимом количестве веществ и энергии.

Черноземы, составляющие золотой фонд пахотных почв России, в этом отношении не являются исключением [5]. В Ростовской области практически не осталось почв, не затронутых процессом дегумификации. В условиях современной системы землепользования состояние почвенно-земельных ресурсов области продолжает ухудшаться из-за их нерационального использования, нарушения и загрязнения, сокращения объемов природоохранных работ.

Истощение почвы устраняется соблюдением многопольного севооборота, внесения удобре-

ний, введением возделывания культур многолетних трав, дезинфекцией почвы и совокупностью соответствующих организационных и агротехнических приемов сельскохозяйственного производства [6, 7].

Изучение и оценка качества почв являются важным этапом в установлении уровня их плодородия. В многочисленных исследованиях отмечены общепринятые критерии оценки продуктивности почвы – мощность гумусового горизонта и запасы гумуса в почве [8]. При этом важно учитывать, что на урожайность сельскохозяйственных культур оказывает влияние не только общий запас органического вещества, но и качественный состав гумуса.

Решение проблемы усиливающейся деградации почвы – многоаспектная задача. В настоящее время применяются различные способы ее реализации: для борьбы с эрозией почвы используются безотвальная обработка земли, устройство террас, использование полосной вспашки, создание ветрозащитных лесополос и т.д.

Современная система земледелия невозможна без использования минеральных удобрений и средств защиты растений. Но существует предел, по достижении которого увеличение дозы минеральных удобрений не приводит к повышению урожайности культур. При этом высокие дозы минеральных удобрений вызывают побочные эффекты, негативно влияющие на биологическую активность почвы. К тому же применение высоких доз минеральных удобрений, интенсивных способов механической обработки почвы активизируют микробиологические процессы минерализации органических веществ и сопровождаются снижением их содержания в почве. Имеются свидетельства об уменьшении доли гуминовых кислот в составе гумуса при длительном внесении минеральных удобрений [8].

К приемам восстановления гумусного состояния почв относится внесение органических удобрений и поиск новых материалов для пополнения их запасов.

Оценка экологической безопасности, влияния на свойства почв и урожай растений – актуальное направление научных исследований. В отличие от минеральных, гуминовые удобрения являются катализаторами биохимических процессов в почве, обусловленных их стимулирующим воздействием на почвенные микроорганизмы. Одновременно с увеличением численности микроорганизмов усиливается ферментативная активность почвы, что в свою очередь увеличивает подвижность и доступность питательных элементов почвы. Для предотвращения истощения почвы необходимо



возвращать в нее элементы питания, вынесенные с урожаем сельскохозяйственных культур.

На опытной площадке ДГТУ, расположенной в Аксайском районе Ростовской области, авторами было проведено исследование качественных характеристик почв сельскохозяйственных угодий с целью выявления возможности использования органического удобрения, получаемого из отходов полеводства для восстановления гумусного состояния почвы.

Экспериментальная часть. Химический состав почв определялся общепринятыми методами [9, 10] совместно с сотрудниками химической лаборатории. Нами исследовались образцы почвы чернозема обыкновенного, отобранного в междурядьях на полях выращивания люцерны и эспарцета. Отбор проб проводили модифицированным буром Малькова, который позволяет с помощью градуированной рукоятки отбирать пробы на требуемой глубине. Пробы почвы массой 100–150 г отбирали на глубине 20 см, помещали в матерчатые мешочки и доставляли в лабораторию для исследования.

Сотрудниками ДГТУ разработана технология комплексной переработки вегетативной массы сельскохозяйственных сеяных бобовых трав с получением пищевых продуктов и кормовых средств [1]. Побочным продуктом данного процесса является коричневый сок, остающийся после отделения белковой фракции из зеленого сока вегетативной массы.

В экспериментах по приготовлению органического удобрения использовалась вегетативная масса люцерны посевной сорта Манычская, выращенной на учебно-опытном участке ДГТУ.

Исследование гумусового горизонта было обусловлено тем, что его мощность выступает не только как показатель физической характеристики типа почв. Он включает комплекс химических компонентов, необходимых для жизнедеятельности растений и почвенной микрофлоры – основные питательные вещества и соли, формирующие рН среды. Из химических веществ, находящихся в почве, были отобраны необходимые для вегетации растений – подвижные формы гумуса, азота,

калия, фосфорной кислоты, составляющие понятие «плодородие почвы», то есть та часть питательных веществ, которая находится в доступной для усвоения форме.

В результате проведенных исследований установлено, что в образцах почвы количество водорастворимого гумуса составляло 0,0097...0,0141% (в процентах от содержания углерода) в зависимости от категории землепользования (табл.), что свидетельствовало о снижении ее плодородия. Согласно опубликованным данным [6], показателем, определяющим эффективное плодородие почвы, является содержание водорастворимых веществ в черноземе обыкновенном 0,02...0,03% углерода, что соответствует содержанию гумуса 6,5...8,6%.

В образцах почвы, отобранных в местах с меньшей антропогенной степенью воздействия – заросли камыша на берегу пруда, содержание водорастворимого гумуса было выше, чем на полях пшеницы и кормовых трав.

Содержание азота и калия существенно не различалось, в зависимости от вида антропогенного воздействия, и было достаточно для питания растений. Величина рН находилась в пределах 6,98...7,83, что характерно для данного типа почв.

Уровень поглощенной формы фосфорной кислоты колебался в интервале 1,6...2,4 мг/100 г почвы и свидетельствовал об относительно низкой ее подвижности.

Низкие показатели плодородия исследуемой почвы, вероятно, стали следствием ее активной механической обработки, глубокой вспашки с перемешиванием верхних более плодородных слоев с нижними, менее плодородными, отчуждением питательных веществ в процессе вегетации растений и недостаточным внесением удобрений.

Экстрагированный из листостебельной массы люцерны коричневый сок содержал значительное количество доступного азота – 24...35 мг %, подвижного фосфора – 37...54 мг %, кальция – 138...206 мг %, калия 352...421 мг %, необходимых для сохранения плодородия почвы.

В наших экспериментах выход коричневого сока составлял 90...95% от зеленого сока, а зеле-

Таблица

Показатели плодородия почвы

Место отбора пробы	Содержание в 100 г почвы				
	углерода водорастворимого гумуса, %	азота, мг	калия, мг	фосфорной кислоты, мг	рН
Поле люцерны 2 укос	0,0141	0,16	36,1	1,6	7,83
Поле эспарцета	0,0124	0,15	41,2	2,4	7,77
Поле пшеницы	0,0097	0,15	36,8	2,4	7,80
Берег пруда, заросли камыша	0,0133	0,14	41,5	2,2	6,97

ного сока – 55...65 % от исходной листостебельной биомассы люцерны. При урожайности люцерны 185...195 ц/га сбор коричневого сока составил 91,57...120,4 ц/га.

После съема урожая в междурядья вносили коричневый сок в количестве, полученном с единицы площади за сезон. Контрольным служил участок без внесения коричневого сока. Урожайность люцерны за вегетационный период определяли на следующий год после 3-го укоса вегетативной массы. Установлено, что на контрольном участке урожайность зеленой массы люцерны составляла 182 ц/га, при внесении коричневого сока она возрасла и составляла 184,3 ц/га. При повышении количества вносимого коричневого сока возможно повышение урожайности люцерны.

Полученные результаты позволили сделать вывод, что коричневый сок вегетативной массы может стать сырьем для использования в качестве жидкого органического удобрения и внесения в почву угодий, где выращивались сеяные кормовые бобовые травы, с целью возврата вынесенных из нее питательных веществ.

Заключение. Изученные образцы почвы имели достаточно низкие показатели плодородия, что связано с извлечением питательных веществ вегетирующими растениями и недостаточным количеством вносимых удобрений. Предлагаемый способ приготовления удобрения из растительных отходов способствует решению проблемы нехватки органических удобрений, направлен на оптимизацию гумусного состояния, повышение продуктивности почвы и снижение экономических затрат на переработку отходов полеводства.

Литература

1. Киреева В.В. Комплексная переработка вегетативной массы сельскохозяйственных растений – Ростов-на-Дону: РГАСХМ – 2004. – 190 с.
2. Киреева В.В. Технология комплексной переработки растительного сырья с получением пищевых и белковых добавок // Изв. вузов. Пищевая технология, 2004, № 5–6. – С. 48–49.
3. Безуглова О.С., Хырхырова М.М. Почвы Ростовской области/ Учебное пособие. – Ростов-на-Дону: изд-во Южного федерального университета, 2008. – 352 с.
4. Безуглова О.С., Звягинцева З.В., Горяинова Н.В. Потеря гумуса в почвах Ростовской области // Почвоведение. 1995, № 2. – С. 175–183.
5. Налета Е.В. Изменение биологических свойств почв крупных городов ростовской области под влиянием загрязнения тяжелыми металлами /

Е.В. Налета, О.А. Капралова, К.Ш. Казеев, С.И. Колесников // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 6. – С. 72–78.

6. Вальков В.Ф., Казеев К.Ш., Колесников С.И. Экология почв/ Учебное пособие для студентов вузов. Часть 3. Загрязнение почв. – Ростов-на-Дону: УПЛ РГУ, 2004. – 54 с.

7. Хабаров А.В., Склабан В.Д. Социально-экологические проблемы организации природопользования, землепользования // Рациональное природопользование в условиях техногенеза: сб. научн. тр. – М.: Папирус ПРО, 2000. – С. 6–23.

8. Безуглова О.С. Гуминовые вещества в биосфере/Учебное пособие. – Ростов-на-Дону, 2009. – 120 с.

9. Методические рекомендации по проведению полевых и лабораторных исследований почв и растений при контроле загрязнения окружающей среды металлами / Под ред. Н.Г. Зырина, С.Г. Малахова. – М.: Гидрометеиздат, 1982. – 108 с.

10. Лебедев П.Т., Усович А.Т. Методы исследования кормов, органов и тканей животных. – М.: Россельхозиздат, 1976. – 215 с.

Studying of Qualitative Characteristics of Soils and Development of a Way to Increase their Fertility

V.V. Kireeva, doctor of biological sciences, professor of department «Production Safety» of the Don state technical university; Rostov-on-Don

e-mail: valeriakireeva@gmail.com

T.G. Rasskazova, graduate student of department «Production Safety» of the Don state technical university; Rostov-on-Don

Summary. In work processes of exhaustion and degradation of arable lands and their influence on quality of human life are studied. Results of development of a way of preparation of organic fertilizer for increase in qualitative characteristics of the soil for the purpose of decrease in her exhaustion are given.

Keywords: soil cover, exhaustion, degradation of soils, fertility, humus, organic fertilizers, brown juice of plants.

References:

1. Kireeva V.V. Complex processing of vegetative mass of agricultural plants. Rostov-on-Don the state academy of agricultural mechanical engineering (RSAAME). 2004. Rostov-on-Don, 190 p.
2. Kireeva V.V. Technology of complex processing of vegetable raw materials with receiving nutritional and proteinaceous supplements. News of higher education institutions. Food technology. 2004. No. 5–6. Pp. 48–49.
3. Bezuglova O.S., Khirkhirova M.M. Soils of the Rostov region. Manual. Publishing house of Southern Federal University. 2008. Rostov-on-Don, 352 p.
4. Bezuglova O.S., Zvyagintseva Z.V., Goryainova N.V. Loss of a humus in soils of the Rostov region. Soil science. 1995. No. 2. Pp. 175–183.

5. Naleta E.V., Kapralova O.A., Kazeev K.Sh., Kolesnikov S.I. Change of biological properties of soils of the large cities of the Rostov region under the influence of pollution by heavy metals. *Modern problems of science and education*. 2013. No. 6. Pp. 72–78.

6. Valkov V.F., Kazeev K.Sh., Kolesnikov S.I. Ecology of soils. Manual for students of higher education institutions. Part 3. Pollution of soils. *UPL publishing house of the Rostov state university*. 2004. Rostov-on-Don, 54 p.

7. Khabarov A.V., Sklaban V.D. Social-and-ecological problems of the organization of environmental management, land use. Rational environmental

management in the conditions of a tekhnogenez. Collection of scientific treatises. *Publishing house «Papyrus PRO»*. 2000. Moscow, Pp. 6–23.

8. Bezuglova O.S. *Humic substances in the biosphere*. Manual. 2009. Rostov-on-Don, 120 p.

9. Zyrina N.G., Malakhova S.G. Methodical recommendations about carrying out field and laboratory researches of soils and plants at control of environmental pollution by metals. *Gidrometeoizdat*. 1982. Moscow, 108 p.

10. Lebedev P.T., Usovich A.T. Methods of a research of forages, bodies and tissues of animals. *Rosselkhozizdat*. 1976. Moscow, 215 p.

Мусорный кризис Москвы и московской области



Р.Г. Мелконян

д.т.н., профессор
кафедры «Безопасность
и экология горного
производства»
Горного института
НИТУ МИСИС; Москва

e-mail:
mrg-kanazit@mail.ru

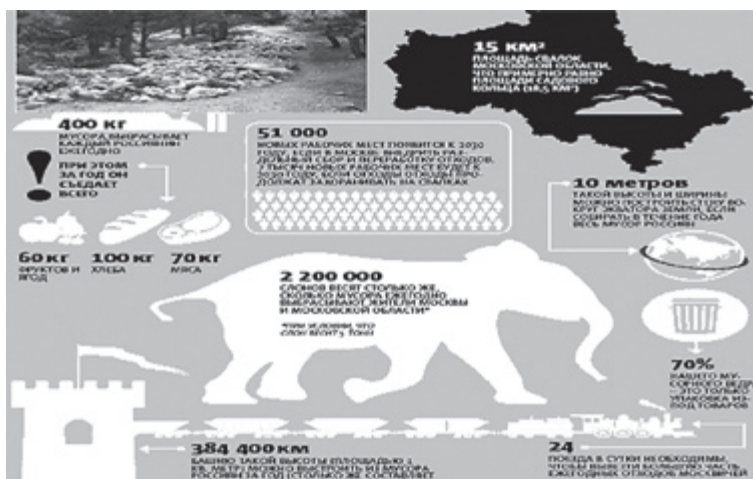
Аннотация. В данной статье рассмотрены проблемы утилизации ТБО в Москве и Московской области. Показано, что количество ТБО на территории мегаполиса растет и площадь свалок все время увеличивается. Состав ТБО, содержащий различные виды мусора, оказываясь в естественной среде, без переработки, очень долго разлагается, при этом, как правило загрязняют воздух, воду и почву токсичными веществами. Анализ ситуации с ТБО в мегаполисе показывает, что на 1 человека в Москве производится мусора в 3 раза больше, чем в других городах России. Экспертами подсчитано, что ежегодно прирост бытовых отходов в столице составляет 2,5%. Это означает, что количество мусора удваивается каждые 40 лет. Показано также, что из всего объема ТБО только 10% подвергаются промышленной переработке на городских объектах, 62% вывозится на подмосковные полигоны, а 24% подвергаются уплотнению на мусороперезгрузочных станциях. На сегодняшний день на территории столицы действуют три действующих мусоросжигательных завода, способных перерабатывать около 1 млн. тонн отходов в год.

Ключевые слова: мусор, отходы стекла, переработка отходов, вторичное сырье, утилизация отходов, рециклинг отходов, твердые бытовые отходы, полигон, мусоросжигательный завод.

Проблемы утилизации ТБО в Москве следующие: ежегодно в столице образуется, по разным оценкам, до 7,2 млн тонн твердых бытовых отходов (ТБО) и около 6,1 млн тонн промышленных отходов. Переработке подвергается лишь 10% ТБО и около 59% промышленных отходов. Москва буквально задыхается в мусорных тисках: каждый день из столицы вывозится 9,5 тыс. тонн ТБО.

Ежегодно, каждый россиянин выбрасывает 400 кг мусора, при этом за год съедает 100 кг хлеба, 70 кг мяса и 60 кг фруктов и ягод. Площадь свалок Московской области составляет 15 км², что примерно равно площади Садового кольца (18,5 км²). Если собирать в течение года мусор всех россиян, то можно построить стену вдоль экватора Земли высотой 10 метров. Если в Москве внедрить раздельный сбор и переработку отходов, то можно создать 51 тыс. новых рабочих мест уже к 2030 году, а если отходы продолжать захоранивать на свалках, то количество новых рабочих мест к 2030 году составит лишь 7 тыс.!

Посчитано, что 2 200 000 слонов весят столько же, сколько мусора ежегодно выбрасывают



жители Москвы и Московской области. Чтобы вывезти большую часть ежегодных отходов москвичей, необходимо в сутки предоставлять для этого 24 поезда.

В понятие бытовых отходов в основном входят: бумага и картон, пластмасса, стекло, пищевые отходы и др.

Твердые бытовые отходы делятся на три категории:

1. вторичное сырье (35%);
2. биоразлагаемые отходы (35%);
3. неперерабатываемые отходы (30%).

Переработка ТБО в России в настоящее время находится в стадии становления.

Состав ТБО и сроки их разложения следующие: различные виды мусора, оказываясь в естественной среде, без переработки очень долго разлагаются. При этом, как правило, они выделяют в воздух, воду и почву токсичные вещества.

Итак:

- пищевые отходы (от 2-х недель) – без последствий;
- туалетная бумага (4 недели) – без последствий;
- газеты (6 недель) – краска токсична, полностью не разлагается;
- картон (2 месяца) – без последствий;
- бумажные пакеты (3 месяца) – краска токсична, полностью не разлагается;
- ткань (от 3 до 5 месяцев) – фурнитура полностью не разлагается;
- биоразлагаемый пластик (6 месяцев) – без последствий;
- фанера, доски (от 1 до 3 лет) – без последствий;
- шерсть (ткань, трикотаж) – от 1 до 5 лет, краска и фурнитура не разлагаются;
- окурки (от 1 до 5 лет) – практически без последствий;
- пенопласт и жест (50 лет) – практически без последствий;
- алюминий (200 лет) – практически без последствий;
- непищевой пластик (400 лет) – токсичен, полностью не разлагается;

- пищевой пластик и памперсы (450 лет) – токсичны, полностью не разлагаются;
- прочный пластик, оптоволокно (600 лет) – токсичен, полностью не разлагается;
- стекло (более 1000 лет) – вообще не разлагается.

Объемы образования ТБО в РФ за 2016 г.

По данным комитета Совета Федерации РФ по науке, культуре, образованию, здравоохранению и экологии, каждая российская семья из 4-х человек ежегодно выбрасывает, как минимум: 1,5 кг металлических крышек, 3 кг алюминиевой фольги, по 3,5 кг старой одежды и обуви, 100 кг макулатуры, 150 кг различного пластика и 1000 штук стеклянных бутылок и банок. Всего каждый россиянин отправляет в утиль 445 кг мусора в год, а в целом по стране набирается 70 млн тонн в год.

Последствия образования ТБО	
Экономические	Экологические
Изъятие земель из сельскохозяйственного оборота (потеря обширных территорий в связи с размещением свалок)	Бактериологическое загрязнение грунтовых вод
Вовлечение в хозяйственный оборот первичных ресурсов	Выброс свалочного газа (содержит наиболее опасные газы)
Затраты на восстановление земель (рекультивация)	Горение свалок
	Деградация природных комплексов и снижение рекреационных территорий

По данным Министерства природных ресурсов и экологии, в Подмосковье живет менее 5% населения России, а мусора производят 20% от всероссийской мусорной кучи. И если половина промышленных отходов перерабатывается, то бытовой мусор перебирается менее 1%.

Итак, каждый житель Московского региона выбрасывает в 2 раза больше мусора, чем средний россиянин. Всего в России вырабатывается около 70 млн тонн ТБО. Большую часть отходов утилизируют и складывают на полигоны и свалки в Московской области.

Анализ ситуации с ТБО в Москве на 2017 г.

Сегодня, в расчете на одного человека Москва производит мусора в 3 раза боль-





ше, чем другие города России. Эксперты подсчитали, что ежегодный прирост бытовых отходов в столице составляет 2,5%. Это означает, что количество мусора удваивается каждые 40 лет.

Особенно остро эта проблема стоит в центральных районах города. Общий объем накопленных бытовых отходов в Подмосковье превысил 120 млн тонн в год и продолжает расти. Недостаточно развивается сортировка мусора. Так на территории Московской области действуют всего четыре мусоросортировочных комплекса, общей плотностью переработки 290 тысяч тонн. На некоторых полигонах проводится ручная сортировка с прессованием, на долю которой приходится менее 5% от количества поступающих на полигоны отходов.

Проблемы утилизации ТБО в Москве

1. Проблема утилизации отходов очень актуальна, так как в Московской области размеры территории и объемы образующихся отходов в целом по стране несопоставимы. Так, площадь Московской области составляет лишь 0,27% от общей площади страны, а утилизируется на ней пятая часть всех твердых бытовых отходов.

2. Специально обустроенных полигонов для захоронения промышленных отходов в Московском регионе нет, поэтому промышленные отходы 3–4 класса опасности размещаются на полигонах ТБО.

3. Подмосковье уже практически исчерпало свои возможности по захоронению мусора.

4. Влияние потока ТБО остро сказывается на глобальных геохимических циклах ряда биофильных элементов, в частности органического углерода. Так, масса этого элемента, поступающего в окружающую среду с отходами, составляет примерно 85 млн тонн в год, в то время как общий естественный приток углерода в почвенный покров планеты составляет лишь 41,4 млн тонн в год.

Нормы накопления ТБО

Основным фактором, влияющим на стратегию управления твердыми бытовыми отходами в любом городе, являются нормы накопления ТБО. Только имея достоверную информацию о количестве накапливающихся в городе отходов можно грамотно планировать всю цепочку: сбор – транспорт – обезвреживание – утилизация.

Нормы накопления ТБО – это количество твердых бытовых отходов, образующихся на одну расчетную единицу (для жилого фонда – 1 чел.) в единицу времени (день, год). Нормы накопления измеряются в килограммах, литрах, кубических метрах.

Объем образования ТБО в городе складывается из двух потоков: от жилого фонда и от общественных или коммерческих организаций и учреждений.

В количественном отношении потоки составляют из жилого фонда – 1,9 млн тонн в год (60% от всех собираемых ТБО), из общественных или коммерческих организаций – 1,2 млн тонн в год (40% от всех собираемых ТБО).

Фактические нормы накопления ТБО

Для Москвы в соответствии с Постановлением Правительства Москвы от 12 января 1999г. № 6 «Об утверждении норм накопления бытовых отходов и крупногабаритного мусора» установлены следующие нормы:

- ТБО на одного жителя г. Москвы – в объеме 1,3 м³ (262 кг) в год;
- крупногабаритные отходы на одного жителя г. Москвы – в объеме 0,37 м³ (77 кг) в год.

Фактически жители Московской области за год производят 4,5 млн тонн хлама и отходов, а жители Москвы – 7,2 млн тонн.

Итого: 11,7 млн тонн ТБО в Москве и Подмосковье в год, т.е. на человека приходится уже по 600 кг ТБО. В среднем на одного человека за день приходится 700 г мусора.

Эксперты объясняют это наличием в составе ТБО большого количества упаковочного материала из пластика.

Состав ТБО

30% отходов по массе и 50% по объему составляют различные упаковочные материалы (из них 13% массы и 30% объема упаковочных материалов составляет пластик). Одноразовые бесплатные пластиковые пакеты в супермаркетах, одноразовая посуда в ресторанах *fast-food*, одноразовые алюминиевые банки для пива и напитков, которые на Западе почти на 100% перерабатываются, у нас же идут на свалку.

Москва оказалась на пороге мусорного кризиса. На начало 2017 г. многочисленные полигоны и свалки Подмосковья перестали справляться со столичными отходами. Область практически завалена мусором, а вывозить его из Москвы в другие регионы нерентабельно. Закрыли 21 полигон ТБО, осталось 18 официально действующих полигонов. Площадь, занимаемая различными отходами, ежегодно увеличивается на 300...400 тысяч га.

Своеобразным символом власти мусора над человечеством, к примеру, можно назвать полигон ТБО «Левобережный» (город Химки, Московской области) – гигантская гора, нависающая над МКАД. В настоящее время он закрыт. Его площадь – 40 га,

высота – 72 м. Токсины отравляют подземные воды, ручьи и реки, воздух. Периодически возникают возгорания, среди людей, живущих в непосредственной близости от полигона, в три раза выше уровень онкологических заболеваний.

Проблемы полигонов ТБО

1. Ядовитые продукты разложения отходов убивают почвенную микрофлору, делая грунты бесплодными не только на территории, которую занимает сама свалка, но и на несколько километров вокруг нее.

2. С грунтовыми водами токсичные продукты попадают в реки.

3. Выделение биогаза – метана, кислорода, углекислого газа, содержание которых может составлять десятки процентов. Эти величины превышают нормы и могут вызвать удушье человека. Гниение материалов ТБО сопровождается распространением запаха на расстояние более 1 км.

4. Распространение животных – переносчиков бактериальных загрязнений.

5. Биохимическое разложение и химическое окисление материалов свалки сопровождается образованием очага тепла с повышением температуры до 75 °С, то есть возникает самовозгорание отходов.

Полигоны Московской области

Из всего объема ТБО только 10% подвергаются промышленной переработке на городских объектах, 62% вывозится на подмосковные полигоны,



24% подвергаются уплотнению на мусороперезгрузочных станциях. Наиболее активно используемые полигоны: ТБО «Тимохово» (Ногинский район) – 108 га и «Сабурово» (Щелковский район) – 15 га.

Мусоросжигательные заводы (МСЗ) в Москве

На сегодняшний день на территории столицы работают три мусоросжигательных завода, способных перерабатывать около 1 млн тонн отходов в год:

1. «ГУП «Спецзавод № 2», является самым первым МСЗ, построенным на территории России, способен перерабатывать до 160 тыс. тонн отходов в год.

2. ГУП «Спецзавод № 3», мощность переработки мусора составляет 360 тыс. тонн в год;

3. ГУП «Спецзавод № 4», это самый мощный завод, способен перерабатывать более 600 тыс. тонн мусора в год, используются передовые технологии по очистке дыма, соответствует нормам европейских государств.

Завод «Эколог» до 2015 г. являлся предприятием Подмоскovie (Люберцы), осуществлял утилизацию биологических и опасных медицинских,

Сравнительный анализ методов утилизации ТБО

Мусорные полигоны открытого типа	Характерны для большинства стран постсоветского пространства и слаборазвитых стран	Самый низкоэффективный способ и наносит огромный вред окружающей среде
Слоевое сжигание	Отходы сжигаются без подготовки в котлоагрегатах	Выделяется большое количество загрязняющих веществ
Пиролиз	Известен достаточно мало, особенно в нашей стране, из-за своей дороговизны	Может стать дешевым и не отравляющим окружающую среду методом обеззараживания отходов
Сжигание в кипящем слое	В этом случае температура, при которой происходит уничтожение отходов, составляет более 1500 °С	Он годится исключительно для того, чтобы уничтожать очень однородные по своему составу отходы
Плазменная газификация	В процессе газификации отходы разжижаются и доходят до плазменного состояния	Это дорогостоящий метод утилизации бытовых отходов, который не обеспечивает экологическую безопасность
Брикетирование	Позволяет удалить практически всю влагу из ТБО	Повышает эффективность транспортировки ТБО, ибо позволяет экономить средства на их вывоз
Технология гидромеханического сепарирования	Технология гидросепарации работает по всему миру	Позволяет эффективно разделять мусор на фракции – а затем перерабатываемые на вторсырьё продукты

патологических отходов. Мощность утилизации составляла более 25 тыс. тонн в год. Завод полностью снесли в 2015 г. Сейчас на его месте ровное поле. Верхние три метра зараженного грунта были заменены новым. В ближайшее время планируется построить новый МСЗ по сжиганию опасных биологических отходов.

Карта зоны загрязнения МСЗ

Сейчас в столице три МСЗ, радиус загрязнения от которых составляет до 24 км. Один расположен в промзоне Руднево, второй – на Алтуфьевском шоссе и третий – в районе Братеево. Они перерабатывают мусор в песок, разогревая его под большим давлением. Зоны проживания рядом с такими заводами считаются неблагоприятными. Самые опасные территории, прилегающие к этим заводам, возле метро «Царицыно», «Орехово», «Аннино», «Улица академика Янгеля», «Пражская», «Южная», «Чертановская», «Кантемировская», а также «Владыкино», «Тимирязевская», «Петровско-Разумовская», «Отрадное», «Алтуфьево», «Ул. Милашенкова», «Бибирево» и «Ботанический сад».

Воздействие мусоросжигательных заводов

Из одной тонны мусора получается 300 кг ядовитой золы, остальное напрямую попадает в наши легкие. Мы получаем тяжелые металлы: ртуть, кадмий, свинец, большое количество оксидов азота и соды. Одна тонна мусора при сжигании выделяет тонну углекислого газа. А самые опасные вещества – это диоксины.

Основные причины смерти людей в результате воздействия МСЗ:

58% – легочные болезни и болезни системы кровообращения;

20% – рак (в основном системы пищеварения и органов дыхания – атмосфера и скверное питание);

7% – отравление.

В настоящее время официально в Подмосковье насчитывается всего 37 свалок. Еще около 15 тыс. – несанкционированные. Общая площадь составляет 915 га. Доступ на вывоз ТБО имеют не только коммунальные предприятия, но и специальные организации, в том числе и частные.

Количество действующих полигонов в Московской области, как уже указывалось выше, составляет 18, их суммарной мощности хватит не более чем на три года.

Полигоны Подмосковья, наиболее близко расположенные к жилым массивам:

- «Тарбеево» (Ново-Рязанское шоссе) – около 350 метров;

- «Саяново – 2» (Балабановское шоссе) – в населенном пункте;



- «Заречье» (Киевское шоссе) – возле музея индустриальной культуры;

- «Володарка» (Каширское шоссе) – к аэропорту «Домодедово»;

- «Обухово» (Горьковское шоссе) – в населенном пункте;

- «Малое Брянцево» (Варшавское шоссе) – около 414 м;

- «Становое» (Ново-Рязанское шоссе) – около 300 м;

- «Дмитровский» (Дмитровское шоссе, 5 км) – около 800 м;

- «Картино» (Каширское шоссе) – около 100 м;

- «Царево» (г. Пушкино) – около 28 м;

- «Дзержинский» – около 70 м;

- «Каргашино» (12 га) – в городском поселении Пироговский (рядом с Пироговским водохранилищем).

Недействующие полигоны наносят огромный вред окружающей среде, если не предусматривается их правильная консервация и рекультивация. Но эффективно консервировать полигоны ТБО в стране начали недавно, и на этих мероприятиях подрядные организации, как правило, экономят.

Подсчитаем, сколько надо времени Москве, чтобы создать полигон, равный Тимоховскому по площади и высотой 15 метров. Площадь Тимоховского полигона примерно 2 км² или $S = 2$ млн м². Объем свалки высотой 15 м: $V = S \cdot 15 = 30$ млн м³.

По норме человек производит 0,7 кг мусора в день. Пусть это будет 0,7 литра + 0,0007 м³/день.



На вывоз отходов Москва тратит около 10 млрд рублей в год. Раздельный сбор мусора позволит значительно сократить эту сумму, поскольку уменьшится количество отходов, вывозимых на полигоны и мусоросжигательные заводы. Ожидается, что через 12 лет на раздельный сбор мусора перейдет до 60% москвичей.

В декабре 2016 г. Правительство РФ утвердило Национальный проект «Чистая страна», цель которого – уменьшить экологический ущерб, связанный с захоронением ТБО. Для этого в стране планируется построить пять мусоросжи-

гательных заводов: четыре в Московской области, один в Татарстане. В Правительстве заявили, что это позволит к 2030 г. сократить объем мусора в Московской области на 30%, а в Казани – до «нулевого захоронения».

На сегодняшний день Росприроднадзор согласовал строительство пяти новых полигонов и четырех заводов по термическому обезвреживанию отходов в Московской области в Новой Москве, Воскресенске, Солнечногорске, Наро-Фоминске и Электростали.

15 млн москвичей производят в день мусора $V_d = 10\,500\text{ м}^3/\text{день}$ или в год: $V_g = V_d \cdot 365 = 3\,832\,500\text{ м}^3$.

$V / V_g = 7828$ лет, то есть примерно через 8 лет мы будем иметь экологическую катастрофу еще в каком-то уголке Подмосквы, а затем еще через 8 лет в другом – возможно, рядом с вашей дачей.

Пути утилизации ТБО

Использование вторичного сырья. Для утилизации ТБО необходимо создать систему рециклинга (то есть переработки), что предусматривает строительство сортировочных и перерабатывающих производств, внедрение метода раздельного сбора отходов от нежилого и от жилого сектора города.



Общие выводы

1. На начало 2017 г. закрыли 21 полигон ТБО, ожидается увеличение нагрузки на оставшиеся 18 лицензированных.
2. Наиболее оптимальный вариант развития событий – внедрять сортировку отходов и макси-



мально перерабатывать те отходы, которые подвергаются переработке; 90% московского мусора – упаковка, и это главная проблема. Как правило, упаковочные материалы – это пластик, полиэтилен, алюминий.

3. После того, как в городе появится полноценная инфраструктура по переработке мусора, можно массово ставить фандоматы и собирать макулатуру.

4. В Москве необходимо создать сеть приемных пунктов ТБО, один пункт на 10 тысяч жителей. Коммунальные службы должны создать такую сеть и в дальнейшем эти пункты могут быть проданы или переданы в аренду малым предприятиям, которые будут вести всю работу по сбору отходов. Таким образом, затраченные городом средства будут возвращены в бюджет.



5. В настоящее время объективным сдерживающим фактором в развитии городской системы сбора, переработки отходов производства и потребления можно назвать следующие проблемы:

- отсутствие нормативной базы, адекватной современным требованиям к состоянию экологической среды;
- отсутствие контроля транспортировки отходов, их хранения, переработки, сбыта переработанного сырья.

6. Процесс сбора и утилизации отходов сегодня непрозрачен, даже введением новой «территориальной схемы» обращения с отходами в Подмосковье не решить эту проблему. Поэтому необходим общественный экологический контроль, который поможет обеспечить честность и эффективность работы «мусорной отрасли» региона.

7. Использовать существующие методы и технологии космического мониторинга объектов захоронения отходов в интересах обеспечения экологической безопасности территории.

8. Рассмотреть вопросы анализа и синтеза систем мониторинга объектов захоронения отходов преимущественно средствами дистанционного зондирования по космическому и наземному мониторингу объектов захоронения отходов.

Литература

1. Мелконян Р.Г. Экология: Афоризмы, изречения, высказывания, мысли ... Казань, Экоцентр, 2010. – 82 с.

2. Мелконян Р.Г. Хранение, захоронение и утилизация отходов. Ч. 5. Образование, хранение и утилизация твердых бытовых и промышленных отходов// Учебное пособие. – М.: МГТУ, 2011. 126 с.

3. Шахрамьян М.А., Рихтер А.А. Методы и технологии космического мониторинга объектов захоронения отходов в интересах обеспечения экологической безопасности территорий// Учебное пособие. – М.: РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, – 2013. – 241с.

Garbage Crisis of Moscow and the Moscow Region

R.G. Melkonyan, doctor of technical sciences, professor of «Safety and Ecology of Mining» department of Mining institute of National University of Science and Technology «the Moscow institute of steel and alloys»; Moscow

e-mail: mrg-kanazit@mail.ru

Summary. In this article problems of utilization of the municipal solid waste (MSW) in Moscow and the Moscow region are considered. It is shown that the amount of MSW in the territory of the megalopolis grows, and the area of dumps all the time increases. The composition of MSW containing different types of garbage, appearing in the habitat, without processing, very long decays, at the same time, as a rule, pollute air, water and the soil toxic substances. The analysis of a situation with MSW in the megalopolis shows what on 1 person in Moscow is made garbage 3 times bigger, than in other cities of Russia. By experts it is counted, that annually the gain of household waste in the capital makes 2,5%. It means that the quantity of garbage doubles each 40 years. It is shown also that from all volume of MSW only 10% are exposed to industrial processing on city objects, 62% are taken out on grounds situated near Moscow, and 24% are exposed to consolidation on garbage-reloading stations. Today in the territory of the capital three operating incineration plants capable to process about 1 million tons of waste a year work.

Keywords: garbage, glass waste, processing of waste, secondary raw materials, recycling, recycling of waste, municipal solid waste, ground, incineration plant

References:

1. Melkonyan R.G. Ecology: Aphorisms, sayings, statements, thoughts (third series). 643 sayings, 302 thinkers. *Ecocenter*. 2010. Kazan, 82 p.

2. Melkonyan R.G. Storage, burial and recycling. Part 5. Education, storage and utilization of solid household and industrial wastes. The manual on discipline «Storage, burial and recycling for specialty 330200 «Engineering environment protection». *Moscow state humanities university*. 2011, Moscow, 126 p.

3. Shakhramanian M.A., Rikhter A.A. Methods and technologies of space monitoring of subjects to waste disposal for the benefit of ensuring ecological safety of territories. *Publishing center of Gubkin Russian State University of Oil and Gas*. 2013. Moscow, 241 p.

Система проточной лазерной диагностики жидкостей при генерации оптоакустического сигнала на рассеивателях сферической формы

Д.А. Кравчук

доцент кафедры электрогидроакустической и медицинской техники Южного федерального университета ИНЭП; г. Ростов-на-Дону

e-mail: denik545@ya.ru

Аннотация. Разработана лабораторная установка для проведения экспериментальных исследований оптоакустического эффекта в неподвижных и движущихся жидких средах. Разработана теория возбуждения оптоакустического сигнала на рассеивателях сферической формы. Разработан алгоритм методики проведения проточной диагностики жидкости.

Ключевые слова: лазер, диагностика, оптоакустические волны, биожидкость, виртуальный прибор.

Введение

Актуальность данного исследования определяется быстрым развитием в настоящее время методов оптоакустической диагностики, использующих в качестве информационного параметра ультразвуковой отклик исследуемого образца. При этом возникает необходимость в изучении свойств импульсного звукового отклика в подвергнутых лазерному облучению реальных жидких средах: суспензиях, смесях, растворах, биологических пробах.

Принцип диагностики состоит в том, что исследуемый поток зондируется лазерным пучком, в котором измеряются параметры прошедшего через среду излучения. Так как лазерный пучок характеризуется совокупностью параметров: мощностью, поляризацией, длиной волны, частотой, фазой и направлением распространения, то по изменению этих параметров можно судить о процессах, происходящих в исследуемом потоке.

Оптико-акустический эффект (ОА), который приводит к возбуждению акустических волн при поглощении переменного светового потока, вызывает интерес с точки зрения прикладного использования в области медико-биологических измерений как перспективный метод диагностики биопроб [1–5].

Оптоакустические источники звука имеют ряд преимуществ перед давно известными аку-

стическими излучателями: дистанционность, отсутствие непосредственного контакта со средой, в которой распространяется звук.

Взаимодействие интенсивного оптического излучения со средой может приводить к генерации звука. Физические механизмы оптоакустического эффекта весьма разнообразны, но при умеренной интенсивности света основным является тепловой эффект [1, 3]. Его сущность сводится к тому, что вызванное поглощением света быстрое нагревание отдельных участков среды приводит, вследствие теплового расширения, к возмущению плотности, распространяющемуся в виде звуковых волн. Излучение акустической волны сжатия при этом происходит в результате быстрого расширения паровой полости.

Рассмотрим возможность возбуждения оптоакустического сигнала в жидкости при наличии там сферических и цилиндрических источников генерации сигнала.

Сферические источники, генерирующие оптоакустический сигнал

Распределение температуры в результате теплового нагрева, взятого в момент $t = \tau$, представляющего собой пространственное распределение Гаусса со значением e^{-1} , расположенным при $r = (4k_T\tau)^{1/2}$, где $k_T = [m^2/c]$ – коэффициент кинематической вязкости, использовалось в [5], чтобы описать распределение температуры при $t = 0$ для случая лазерного нагрева некоторого конечного объема источника сигнала. Если E_a представляет собой энергию лазерного импульса, поглощенную объемом источника за «короткое» время, то пространственное и временное распределение температуры после нагрева при $t = 0$ описывается формулой:

$$\Delta T(r, t) = \frac{E_a}{\rho c_p \pi^{3/2} (r_0^2 + 4k_T\tau)^{3/2}} \exp\left(-\frac{r^2}{r_0^2 + 4k_T\tau}\right). \quad (1)$$

При $t = 0$ это соответствует гауссовскому распределению в пространстве $1/e$ с радиусом r_0 . Предположение о коротком лазерном импульсе подразумевает, что температурный профиль источника ОА-сигнала существенно не изменяется во время нагрева лазера и что длительность нагрева, равная длительности лазерного импульса, на-

много меньше длительности генерируемого звука. Характерное время сигнала r_0/v , и если оно намного меньше r_0^2/k_t , диффузия тепла происходит медленно по сравнению с длительностью ОА-сигнала. Это приводит к минимальному значению для r_0 : $r_0 \gg k_t/v = 9,3 \cdot 10^{-11}$ м для воды или $6,4 \cdot 10^{-11}$ м для мягкой ткани [5]. Для всех практических случаев это будет верно. Руководствуясь данными предположениями и используя начальное распределение Гаусса по температуре, которое описано формулой (4) при нулевом времени для сферически-симметричной геометрии, найдем решение волнового уравнения (справедливое для малых амплитуд):

$$P(r, t) = -P_{\max} \frac{\sqrt{2e}v}{r_0} \left(t - \frac{r}{v} \right) \exp \left\{ - \left[\frac{v}{r_0} \left(t - \frac{r}{v} \right) \right]^2 \right\}; \quad (2)$$

$$P_{\max} = -P_{\min} = \frac{\beta E_\alpha v^2}{(2\pi)^{3/2} \sqrt{e} c_p r_0^2 r},$$

где давление задается в виде амплитудного коэффициента $P_{\max}$, умноженного на нормированную функцию. Эта функция эквивалентна первой производной гауссовской функции с запаздывающим временем $t - r/v$ как переменной, состоящей, таким образом, из положительного (сжатия) импульса с последующим отрицательным (разрежение) пиком (рис. 1). Точка изгиба нормального распределения расположена в $x = \sigma$, квадратный корень дисперсии. Пиковые амплитуды сферического ОА-импульса расположены при $t = r/v \pm \tau_{pp}/2$, где $\tau_{pp} = 2\sigma = 2^{1/2}r_0/v$. Таким образом, положение мак-

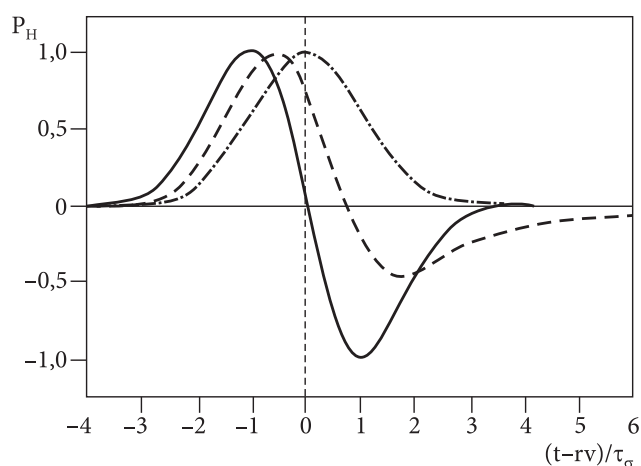


Рис. 1. Временные профили нормированных ОА-импульсов, генерируемых сферическим (сплошная линия), цилиндрическим (пунктирная) и плоским источником (пунктир с точкой) для временной функции дельта-импульсного нагрева. Происходит запаздывание времени прохождения звука от центра источника до точки наблюдения

симумов соответствует максимумам градиента распределения поглощения. Было показано, что ОА-импульс, генерируемый мгновенно нагретым сферическим источником, является абсолютно антисимметричным в зависимости от времени относительно времени прохождения звука $t = r/v$ от центра источника до точки наблюдения. Импульс не показывает эту симметрию как функцию сферической координаты r , обусловленную зависимостью амплитуд импульсов давления от r^{-1} . Для цилиндрического источника пик сжатия имеет более широкий, но меньший пик разрежения.

Пик разрежения ОА-импульса не обусловлен охлаждением источника, поскольку диффузия тепла пренебрежимо мала по временному масштабу импульса. В работе [6] предполагали, что разрежение вызвано инерцией массы, в то время как многие авторы в [4, 5, 7] вообще не упоминают физическую интерпретацию.

Легко убедиться в том, что в одномерном случае (в частности, плоский источник конечной толщины, внедренный в бесконечную среду с одинаковым акустическим сопротивлением) генерируются два импульса сжатия, которые распространяются в противоположных направлениях, инерция массы не объясняет разрежение в явном виде. С другой стороны, граничные условия для генерации ОА-импульса плоским, цилиндрическим или сферическим источником практически идентичны, если источник не расположен вблизи границы раздела с различным акустическим сопротивлением. Именно геометрию источника ОА-сигнала необходимо рассматривать как решающий фактор. В принципе, с решением волнового уравнения для временной и пространственной дельта-импульсной функции нагрева все остальные источники ПА могут быть построены по принципу суперпозиции.

На рис. 1 показаны три теоретических зависимости, характерные для различных геометрических форм источников оптоакустического сигнала, нормированные. Сферический сигнал соответствует теории [4]. Цилиндрический сигнал численно генерируется линейным источником, состоящим из перекрывающихся гауссовских сферических источников. По отношению к сферическому сигналу для цилиндрического сигнала максимальное сжатие, точка перехода через ноль и максимальное разрежение приходят позже, а пик разрежения расширяется и уменьшается по амплитуде. Полученный результат хорошо согласуется с теорией в [7] для гауссова цилиндрического источника.

Экспериментальная установка

На предварительном этапе исследования было проведено моделирование возбуждения короткого

акустического импульса. С этой целью для излучения использовался пьезоэлектрический излучатель. Импульсы длительностью 84 нс и периодом следования 10 кГц формировались с помощью генератора. Прием импульсов, излучаемых в модельную жидкость, осуществлялся пьезоэлектрическим преобразователем, выполненным на основе пьезокерамического материала ЦТС-19.

Сигнал обрабатывался и записывался с помощью модульного измерительного комплекса NI PXI 1042Q (полоса пропускания – до 1 ГГц, максимальная частота дискретизации в реальном времени – 2 ГГц), предназначенного для проведения широкого спектра испытаний [1, 8–10].

Виртуальный прибор, разработанный на базе LabVIEW, содержит фильтр верхних частот, полосовой фильтр и систему записи данных на выходе каждого из устройств. Полученные экспериментальные данные по команде записываются в документ формата «.txt». Рабочие блоки программы представлены на рис. 2.

На поверхность биожидкости падает лазерный луч (рис. 3). Жидкость приводится в движение с помощью насоса, через трубки поступает в кювету, где на движущийся поток воздействует лазер. Действие света на вещество вызывает возмущения среды, сопровождающиеся излучением звука.

На рис. 3 показаны кювета, наполненная жидкостью, приемный преобразователь и насос для прокачки жидкости.

Разработка алгоритма диагностики биопроб проточным методом

Установка для диагностики клеток в кровотоке состоит из следующих функциональных частей: лазерного комплекса, ПК с программой для записи данных, УЗ-датчика с усилителем и фильтра низких частот, подключенного к цифровому

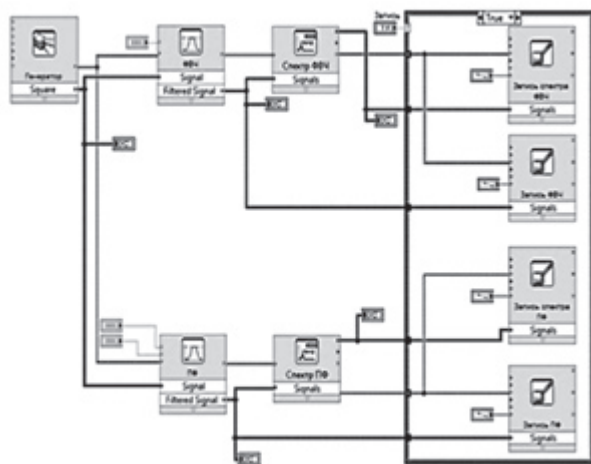


Рис. 2. Блок-диаграмма виртуального прибора

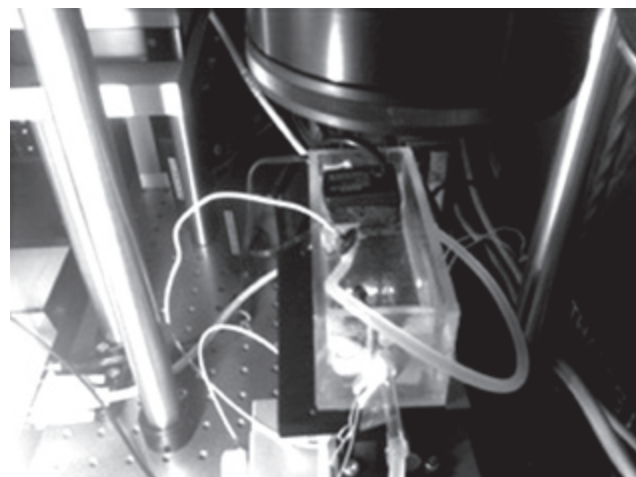


Рис. 3. Внешний вид экспериментальной установки

осциллографу. Алгоритм обследования начинается с одновременного запуска этих частей. ПК и цифровой осциллограф работают в непрерывном режиме. Далее лазер формирует световые импульсы, направленные на биопробу. При наличии бактериальных клеток с наночастицами в биопробе генерируется акустический отклик, который регистрируется УЗ-преобразователем и далее проходит фильтрацию и усиление. Далее сигнал поступает на цифровой осциллограф, который формирует осциллограмму и выводит ее на ПК. В реальном времени мы можем просматривать осциллограмму и сохранять данные, поступившие на ПК для дальнейшей обработки и анализа. Затем подсчитываются пики амплитуды, соответствующие акустическим откликам от скопления наночастиц на бактериальных клетках, выводится и сохраняется результат исследования. На рис. 4 представлена блок-схема алгоритма проведения обследования методом проточной цитометрии.

Заключение

Лазерная диагностика движущегося потока состоит в том, чтобы при известных параметрах зондирующего излучения и известных оптических параметрах потока найти параметры прошедшего или рассеянного излучения или излучения, генерирующегося в среде под воздействием лазера. Очевидно, что это возможно сделать при условии, что известны связи между физическими параметрами потока (температурой, скоростью, концентрацией и размером частиц, плотностью, давлением и т.д.) и его оптическими характеристиками (комплексным показателем преломления, градиентом показателя преломления, матрицей рассеяния и т.д.). Поэтому термооптическое возбуждение звука широко применяется в задачах диагностики жидкостей.

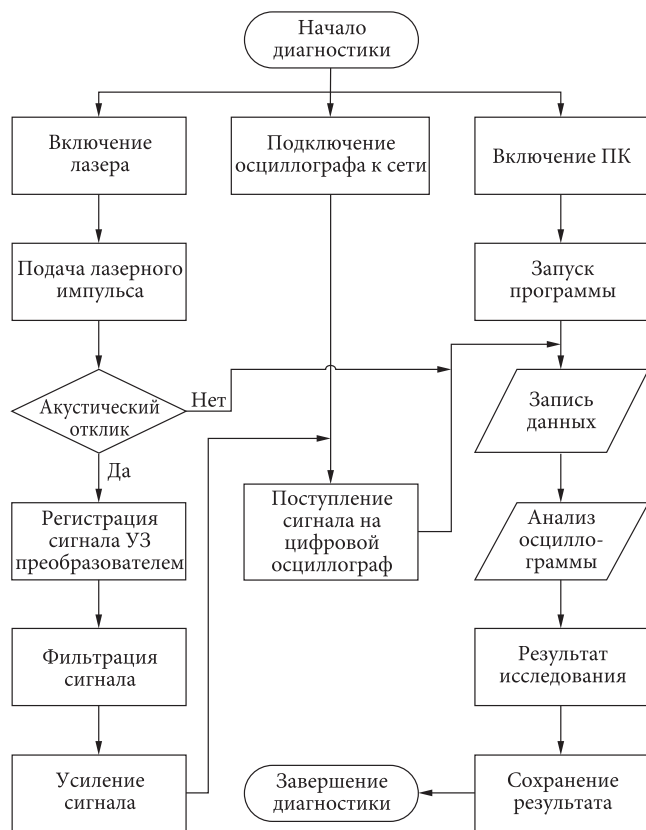


Рис. 4. Блок-схема алгоритма методики проведения проточной диагностики жидкости

Установлено, что наблюдаемые в средах оптоакустические эффекты выходят за рамки основополагающих разработанных моделей для идеальных сред, поэтому была предложена теория генерации оптоакустических волн сферическими источниками, а также схема-алгоритм проведения проточной диагностики жидкости. Таким образом, можно заключить, что описанный в данном исследовании метод возбуждения оптико-акустического сигнала имеет большой потенциал для исследований и измерения свойств жидкостей.

Литература

1. Кравчук Д.А., Орда-Жигулина Д.В., Слива Г.Ю. Экспериментальные исследования оптоакустического эффекта в движущейся жидкости// Известия ЮФУ. Технические науки. 2017, № 4 (189). – С. 246–254.
2. Карабутов А.А., Пеливанов И.М., Подымова Н.Б., Скипетров С.Е. Измерение оптических характеристик рассеивающих сред оптико-акустическим методом // Квантовая электроника. 1999. – Т. 29, № 3. – С. 215.
3. Ботыгина Н.Н., Букатый В.И., Хмелевцов С.С. Генерация акустических волн, возникающих в процессе взаимодействия лазерного им-

пульса с водой// Акустический журнал. Том XXII. Вып. 5. – 1976. С 652–657.

4. M.W. Sigrist and F.K. Kneubühl, «Laser generated stress waves in liquids», J. Acoust. Soc. Am. 64, 1652–1663. 1978.

5. D.L. Balageas, J.C. Krapez, and P. Cielo, «Pulsed photothermal modelling of layered materials», J. Appl. Phys. 59, 348–357. 1986.

6. C.-L. Hu, «Spherical model of an acoustic wave generated by rapid laser heating in a liquid», J. Acoust. Soc. Am. 46, 728–736. 1969.

7. H.M. Lai and K. Young, «Theory of the pulsed optoacoustic technique», J. Acoust. Soc. Am. 72, 2000–2007. 1982.

8. Кравчук Д.А. Система регистрации оптоакустического эффекта в жидкости. Результаты эксперимента// Успехи современной науки и образования. 2016. – Т. 5. № 12. – С. 131–134.

9. Кравчук Д.А. Моделирование системы регистрации акустического сигнала в результате возбуждения оптико-акустического эффекта в жидкости// Успехи современной науки и образования. 2016. – Т. 4. № 11. – С. 121–123.

10. Кравчук Д.А. Экспериментальные исследования и моделирование процесса генерации оптоакустических волн// Электронный научный журнал «Инженерный вестник Дона», № 2 (2017). URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2017/4234.

The System of Flowing Laser Diagnostics of Liquids at Generation of an Optoacoustic Signal on Lenses of Spherical Shape

D.A. Kravchuk, associate professor of department of electrohydroacoustic and medical equipment of the Nanotechnologies, electronics and instrument making, Southern Federal University; Rostov-on-Don

e-mail: denik545@ya.ru

Summary. Laboratory installation is developed for conducting pilot studies of optoacoustic effect in motionless and moving liquid environments. The theory of excitement of an optoacoustic signal on lenses of spherical shape is developed. The algorithm of a technique of performing flowing diagnostics of liquid is developed.

Keywords: laser, diagnostics, optoacoustic waves, bio-liquid, virtual device.

References:

1. Kravchuk D.A., Orda-Zhigulina D.V., Sliva G.Yu. Pilot studies of optoacoustic effect in moving liquid. *News of Southern Federal University. Technical science*. 2017. No. 4 (189). Pp. 246–254.
2. Karabutov A.A., Pelivanov I.M., Podymova N.B., Skipterov S.E. Measurement of optical characteristics of the disseminating environments by an optoacoustic

method. *Quantum electronics*. 1999. Volume 29, No. 3. p. 215.

3. Botygipa N.N., Bukaty V.I., Khmelevtsov S.S. Generation of the acoustic waves arising in the course of interaction of a laser impulse with water. *Acoustic magazine*. Volume XXII. Release 5. 1976. Pp. 652–657.

4. Sigrist M.W., Kneubühl F.K. Laser generated stress waves in liquids. *Journal Acoust. Soc. Am.* 64. 1978. Pp. 1652–1663.

5. D.L. Balageas, J.C. Krapez, P. Cielo Pulsed photothermal modelling of layered materials. *Journal Appl. Phys.* 59. 1986. Pp. 348–357.

6. C.-L. Hu Spherical model of an acoustical wave generated by rapid laser heating in a liquid. *Journal Acoust. Soc. Am.* 46. 1969. Pp. 728–736.

7. H.M. Lai, K. Young Theory of the pulsed optoacoustic technique. *Journal Acoust. Soc. Am.* 72. 1982. Pp. 2000–2007

8. Kravchuk D.A. The system of registration of optoacoustic effect in liquid. Results of an experiment. *Progress of modern science and education*. 2016. Volume 5. No. 12. Pp. 131–134.

9. Kravchuk D.A. Modeling of system of registration of an acoustic signal as a result of arousing optoacoustic effect in liquid. *Achievements of modern science*. 2016. Volume 4. No. 11. Pp. 121–123.

10. Kravchuk D.A. Pilot studies and modeling of process of generation of optoacoustic waves. Online scientific magazine «Engineering bulletin of Don», No. 2 (2017). [URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2017/4234.]

О методе моделирования оптоакустических сигналов от источников сферической формы на примере эритроцитов

Д.А. Кравчук

доцент кафедры электрогидроакустической и медицинской техники Южного федерального университета ИНЭП; г. Ростов-на-Дону

e-mail: denik545@ya.ru

Аннотация. Разработана теория возбуждения оптоакустического сигнала на рассеивателях сферической формы, для моделирования агрегированных и не агрегированных эритроцитов. Исследование агрегации эритроцитов необходимо для установления количества агрегатов, т.к. гиперагрегация является патологией.

Ключевые слова: лазер, диагностика, оптоакустические волны, биожидкость, эритроциты, сферические источники.

Введение

Оптоакустическая (ОА) визуализация является активной областью биомедицинских исследований, которая привлекает большое внимание в последние годы. При ОА-визуализации ткани обычно облучаются лазером с коротким импульсом. Ткани поглощают энергию падающего излучения, нагреваются, подвергаются термоупругим расширениям и затем испускают волны давления. По существу, оптические и термоупругие свойства ткани исследуются путем обнаружения волн давления с использованием ультразвуковых технологий после освещения лазерным излучением. Оптоакустический метод никогда не использовался для изучения агрегации эритроцитов в крови человека. Хотя агрегация эри-

троцитов (красных кровяных клеток) в крови человека – это нормальное явление, гиперагрегация является патологическим состоянием. Она связана с широким спектром патологических состояний, таких как острый инфаркт миокарда, церебральная ишемия, диабет и серповидно-клеточная анемия. Это происходит из-за присутствия в крови больших белков плазмы, что при ненормальных уровнях [1] и может приводить к различным сердечно-сосудистым расстройствам.

Агрегация эритроцитов косвенно оценивается для клинических целей через скорость оседания эритроцитов (СОЭ), но этот метод плохо коррелирует с агрегацией эритроцитов [2]. В работе [3] для измерения агрегации эритроцитов использовался метод оптической когерентной томографии в доплеровском спектре. Результаты показали, что дисперсия спектра частот Доплера способна дифференцировать неагрегирующие и агрегирующие эритроциты при гематокритах от 30% до 55%.

Постановка задачи

Цель работы – показать, что ОА-метод может быть реализован на практике для оценки неинвазивного уровня агрегации эритроцитов.

Волновое уравнение для давления, создаваемого при поглощении оптического излучения (теплопроводность остается равной нулю до того, как импульс давления запущен):

$$\nabla^2 p - \frac{1}{v_s^2} \frac{\partial^2 p}{\partial t^2} = -\frac{\beta}{C_p} \frac{\partial H}{\partial t},$$

где β – коэффициент изобарного теплового расширения, C_p – теплоемкость на единицу массы, v_s – скорость звука в освещенной области, H – тепловая энергия, выделяемая оптическим излучением в единицу времени в единичном объеме.

Решение волнового уравнения сводится к решению следующей системы:

$$\nabla^2 p + k^2 p = \begin{cases} \frac{i\omega\mu\beta I_0}{C_p} & \text{Внутри поглотителя} \\ 0 & \text{Снаружи поглотителя} \end{cases},$$

где k – волновое число.

Аналитическое решение этой системы можно получить для различных форм поглотителей (цилиндра, сферы, слоя).

Давление ОА-сигнала для равномерного освещения сферического поглотителя на расстоянии r в окружающей среде можно найти как

$$p_f^{one}(\hat{q}) = \frac{i\omega\mu\beta I_0 v_s \alpha}{C_p(r/a)} \frac{[\sin \hat{q} - \hat{q} \cos \hat{q}] e^{ik_f(r-\alpha)}}{\hat{q} \left[(1-\hat{q}) \left(\frac{\sin \hat{q}}{\hat{q}} \right) - \cos \hat{q} + i\hat{\rho}\hat{v} \sin \hat{q} \right]},$$

где безразмерная частота $\hat{q}$ определяется как $\hat{q} = \omega\alpha/v_s$, α – радиус поглощающей сферы. Аналогично, безразмерные величины $\hat{\rho} = \rho_s/\rho_f$ и $\hat{v} = v_s/v_f$ представляют собой отношения плотности и скорости звука, соответственно.

Давления ОА-сигнала, создаваемое совокупностью поглощающих сфер, можно записать в виде линейной суперпозиции сферических волн, испускаемых отдельными источниками, в виде:

$$p_f^{several}(\hat{q}) = \frac{i\mu\beta I_0 v_s^2 \alpha}{C_p} \times \frac{[\sin \hat{q} - \hat{q} \cos \hat{q}]}{\hat{q}^2 \left[(1-\hat{q}) \left(\frac{\sin \hat{q}}{\hat{q}} \right) - \cos \hat{q} + i\hat{\rho}\hat{v} \sin \hat{q} \right]} \sum_{n=1}^N \frac{e^{ik_f(|r-r_n|-\alpha)}}{|r-r_n|}.$$

Суммарный член учитывает интерференцию волн давления, генерируемых многими источниками, расположенными в пространстве.

Разработана методика агрегации клеток до максимального состояния кластеризации агрегатов (99%) с помощью метода гексагональной упаковки для двумерного моделирования агрегированных и неагрегированных образцов. Эри-

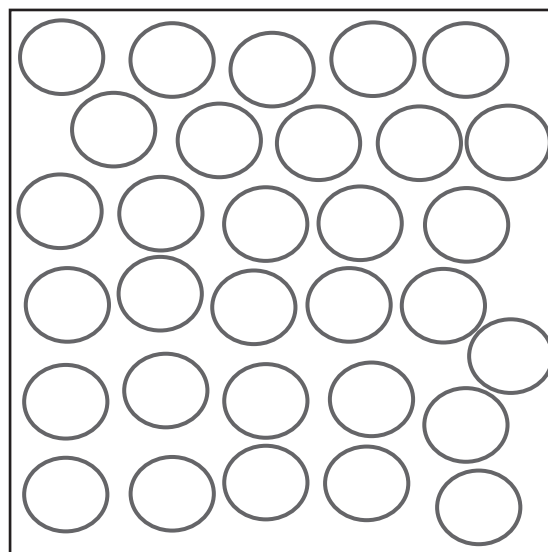


Рис. 1. Случайным образом расположенные эритроциты

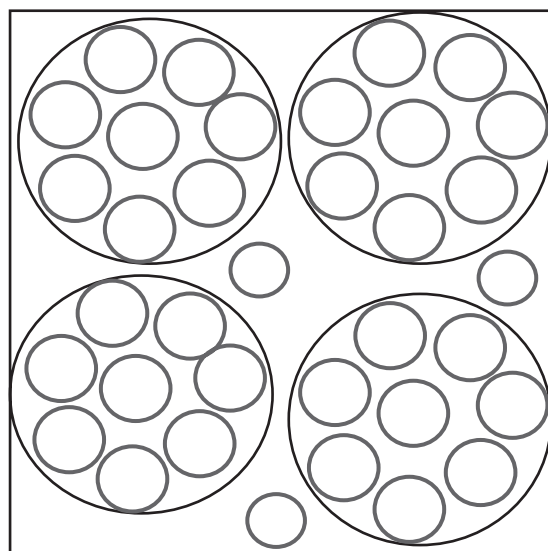


Рис. 2. Случайным образом расположенные кластеры эритроцитов

троциты – наиболее многочисленные клетки крови (до 98%), вклад лейкоцитов и тромбоцитов не учитывался. Следовательно, эритроциты можно считать основными поглотителями оптического излучения [4].

Представленная здесь модель использовалась для изучения варьирования амплитуды ОА-сигнала и спектра мощности в зависимости от уровня агрегации эритроцитов. Результаты моделирования необходимы для продолжения разработок системы проточной цитометрии, которые описаны в [5–7]. В дальнейшем предстоит рассчитать по разработанной модели распределение давления, частотный спектр для проб крови, содержащих неагрегированные эритроциты при различных гематокритах.

Литература

1. H. Baumler, B. Neu, E. Donath, and H. Kiese-wetter, «Basic phenomena of red blood cell rouleaux formation,» *Biorheology* 36, 439–442 (1999).
2. R.B. Ami, G. Barshtein, D. Zeltser, Y. Goldberg, I. Shapira, A. Roth, G. Keren, H. Miller, V. Prochorov, A. Eldor, S. Berliner, and S. Yedgar, «Parameters of red blood cell aggregation as correlates of the inflammatory state,» *Am. J. Physiol. Heart Circ. Physiol.* 280(5), H1982–H1988 (2001).
3. X.Xu, L. Yu, and Z. Chen, «Velocity variation assessment of red blood cell aggregation with spectral domain Doppler optical coherence tomography,» *Ann. Biomed. Eng.* 38, 3210–3217 (2010).
4. K.K. Shung, Y.W. Yuan, D.Y. Fei, and J.M. Tarbell, «Effect of flow disturbance on ultrasonic backscatter from blood,» *J. Acoust. Soc. Am.* 75, 1265–1272 (1984).
5. Кравчук Д.А., Орда-Жигулина Д.В., Слива Г.Ю. Экспериментальные исследования оптоакустического эффекта в движущейся жидкости// Известия ЮФУ. Технические науки. 2017, № 4 (189). – С. 246–254.
6. Кравчук Д.А. Экспериментальные исследования и моделирование процесса генерации оптоакустических волн// Электронный научный журнал «Инженерный вестник Дона», № 2 (2017). URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2017/4234.
7. Теоретические исследования генерации оптоакустических волн в жидкости цилиндрическими поглотителями/ Электронный научный журнал «Инженерный вестник Дона», № 2 (2017). URL: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/N3y2017/4350> ISSN 2073-8633.

About the Method of Modelling of Optoacoustic Signals from Sources of Spherical Shape on the Example of Erythrocytes

D.A. Kravchuk, associate professor of department of electrohydroacoustic and medical equipment of the Nanotechnologies, electronics and instrument making, Southern Federal University; Rostov-on-Don

e-mail: denik545@ya.ru

Summary. The theory of excitement of an optoacoustic signal on the lenses of spherical shape, for modeling aggregated and not aggregated erythrocytes is developed. The research of aggregation of erythrocytes is necessary for establishment of number of units since hyper aggregation is pathology.

Keywords: laser, diagnostics, optoacoustic waves, bio-liquid, erythrocytes, spherical sources.

References:

1. H. Baumler, B. Neu, E. Donath, H. Kiese-wetter Basic phenomena of red blood cell rouleaux formation. *Biorheology* 36. 1999. Pp. 439–442
2. R.B. Ami, G. Barshtein, D. Zeltser, Y. Goldberg, I. Shapira, A. Roth, G. Keren, H. Miller, V. Prochorov, A. Eldor, S. Berliner, S. Yedgar Parameters of red blood cell aggregation as correlates of the inflammatory state. *Am. J. Physiol. Heart Circ. Physiol.* 280(5), H1982–H1988 (2001).
3. X. Xu, L. Yu, Z. Chen Velocity variation assessment of red blood cell aggregation with spectral domain Doppler optical coherence tomography. *Ann. Biomed. Eng.* 38, 3210–3217 (2010).
4. K.K. Shung, Y.W. Yuan, D.Y. Fei, and J.M. Tarbell, «Effect of flow disturbance on ultrasonic backscatter from blood,» *J. Acoust. Soc. Am.* 75, 1265–1272 (1984).
5. Kravchuk D.A., Orda-Zhigulina D.V., Sliva G.Yu. Pilot studies of optoacoustic effect in moving liquid. *News of Southern Federal University. Technical science.* 2017. No. 4 (189). Pp. 246–254.
6. Kravchuk D.A. Pilot studies and modeling of process of generation of optoacoustic waves. Online scientific magazine *Engineering bulletin of Don*, No. 2 (2017). [URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2017/4234.]
7. Theoretical researches of generation of optoacoustic waves in liquid cylindrical absorbers. Online scientific magazine «The engineering bulletin of Don», No. 2 (2017). [URL: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/N3y2017/4350> ISSN 2073-8633]



Вопросы реализации глобальных тенденций в информационных технологиях как фактора качества жизни

Ю.В. Доронина

д.т.н., профессор кафедры «Информационные системы» Севастопольского государственного университета; г. Севастополь

e-mail: juvado@yandex.ru

Аннотация. В статье рассматриваются информационные аспекты, связанные с глобализацией. Несмотря на ее неизбежность и повсеместность, определены причины, влияющие на снижение уровня качества жизни человека в связи с процессами глобализации. Отмечено, что всеобщая сетизация ведет к накоплению информационного мусора и, наряду с проблемами информационного загрязнения, – вплоть до информационной агрессии, а сетизация, как формат глобализации, должна быть включена в задачи информационной экологии.

Ключевые слова: информационная система, информационный мусор, качество жизни, сетизация, глобализация.

Введение. В ответ на вызовы современного мира общество ждет качественного изменения жизни. Современные инновационные процессы, связанные с глобализацией и виртуализацией, как следствия радикальных инноваций, трансформируют социокультурную среду [1]. Эти процессы развиваются когерентно и порождают сетизацию, т.е. новый принцип самоорганизации в общественно-культурных реалиях – их сетевой структуре [1]. Этого нельзя не видеть и не учитывать при анализе качественных процессов в различных сферах жизни. Но всегда, когда устанавливается новый социокультурный порядок, требуется глубокий комплексный анализ его ограничений, условий перехода в негативные сферы, поиск и определение факторов, приводящих к этим переходам. Другими словами, следует проанализировать последствия развития глобализации, виртуализации и сетизации на системном уровне. В данной работе принята попытка постановки задачи такого анализа для области информационных технологий (ИТ) как фундамента радикальных инноваций.

Обзор проблемы. На сегодняшний день уже не так бескомпромиссно выдвигаются задачи повсеместного внедрения ИТ как тенденции глобализационных процессов [2–4]. Безусловно, ИТ повышают

качество жизни в целом, и их прикладное значение для автоматизации рутинных работ широко известно. Но неизбежным спутником автоматизации в целом и ИТ в различных областях является избыточность информации. Это связано как с необходимым дублированием (в рамках особенностей построения ИТ), так и с накоплением «лишней» информации в связи с удешевлением ее хранения: дешевле сохранить излишнюю, продублировать текущую информацию, чем создавать методы ее фильтрации и отбора. Этим, например, объясняется переход на безмодельный подход в современных хранилищах данных и применение так называемого NoSQL, при котором способ структуризации данных заключается в избавлении от ограничений при хранении и использовании информации. Базы данных NoSQL, используя неструктуризованный подход, предлагают много эффективных способов обработки данных в отдельных случаях, например при работе с хранилищем текстовых документов [5].

С другой стороны, рост объемов информации определяется технологиями Big data (большие данные) [6, 7]. Объемы данных растут с угрожающей скоростью. Председатель совета директоров Google Эрик Шмидт утверждает: «С момента возникновения цивилизации до 2003 года человечество создало 5 эксабайтов данных. Теперь мы создаем 5 эксабайтов за два дня, и скорость лишь увеличивается» [6]. Согласно исследованию IDC Digital Universe, в ближайшие пять лет объем данных на планете вырастет до 40 зеттабайтов, то есть к 2020 г. на каждого, живущего на Земле, человека будет приходиться по 5200 Гб [7]. Однако какой бы избыточной не казалась хранимая информация, реализация деятельности государства по сохранению безопасности своих граждан требует этих масштабов и «избыточности». В Российском союзе промышленников и предпринимателей подсчитали, что к началу 2019 г. объем информации, хранимой только одним из крупных операторов связи (по антитеррористическому «пакету Яровой»), может достигнуть 20 эксабайт [8].

В связи с ростом объемов информации следует обратить внимание на ее состав: наряду с качественной информацией от источников различного типа (в том числе дублированной, реплицированной, архивированной) растут объемы некачественной, т.е. непроверенной, не точной, не достоверной

информации, информации, намеренно искаженной (вследствие процессов политического и экономического характера), а также незначимой, потоковой информации – «мусора». Под информационным мусором (ИМ) понимается сумма потребляемой человеком информации, которая не только не снижает уровень энтропии человека, как приемника этой информации, но и способствует ее росту. Безусловно, это лишь рамочное определение ИМ, но оно дает понимание тех его свойств, которые являются неявными факторами разбалансировки показателей качества жизни человека.

Таким образом, по разным причинам: как прагматичным, связанным с безопасностью, так и по причинам информационного «наводнения» вследствие сетизации и виртуализации социокультурной среды, рост информационного хаоса очевиден.

Сопровождающий ИТ рост информационного хаоса также проникает и в сознание человека, при котором его мозг, приспосабливаясь к условиям работы в информационном мусоре, может действовать непродуктивно. Следует учесть и направленные воздействия информационной среды на человека, такие как: информационный вандализм, криминал, терроризм, то есть активное информационное воздействие на человека с целью формирования устойчивых мотивационных факторов человеческой деятельности.

В работе профессора А.А. Борисенко [9] предложено рассматривать две формы информации: структурную и свободную, причем их сумма на разных этапах работы системы постоянна. Качество энергии в системе с точки зрения эффективности и сложности выполняемой работы зависит от соотношения в ней количества информации и неупорядоченного движения информации – хаоса [9, с. 154].

Таким образом, показатель информационного мусора может быть оценен как энтропийный рост в сознании человека относительно суммы его не-энтропийных показателей, связанных с основаниями качества жизни: биосферно-ноосферными, экономическими, социальными, духовными.

Примером такой разбалансировки человеческого сознания может служить виртуализация его повседневной жизни, начиная от личных решений, принимаемых по согласованию с подписчиками в социальных сетях; принятие навязанных (в том числе специальными сетевыми агентами или даже так называемыми «ботами») образов и траекторий мышления; абсолютизм технологий «интернета вещей» как однозначного показателя прогресса.

Здесь как раз и возникает вопрос, поставленный в начале статьи: где проходит граница безусловной прогрессивности ИТ в частности и гло-

бализации в целом? Например, того же «интернета вещей», когда эта технология является единственной нитью, связывающей человека с ограниченными возможностями с миром, и технологии, которая проникает в дом обывателя, следит за его частной жизнью посредством камеры на смарт-телевизоре?

Вывод однозначен: анализ экологичности технологий должен быть неизбежен и обязателен, как список противопоказаний к лекарственному средству. Противодействием этому процессу, возможно, станет бизнес, навязывающий человеку «сверхтехнологичность» в рамках псевдо-повышения качества жизни, а главное – собственной прибыли. Государство, на мой взгляд, должно выступить врачом, предлагающим человеку технологии как рецепт с вариантами применения, взаимодействия с другими технологиями и последствиями ее применения. Ведь вряд ли найдется родитель, выслушавший объяснения пагубности длительной виртуализации его ребенка и ее конкретных последствий из официальных источников (а не со страниц тех же социальных сетей или телевизионных передач, зачастую дающих противоположные «советы»), будет продолжать развивать свое чадо именно таким способом. Известны катастрофические последствия сетизации подростков, связанные с суицидами и психотравмами («си-ние киты», секты и т.п.).

Следовательно, наряду с глобализационными изменениями, касающимися информатизации и влияющими на качество жизни человека, должны быть выявлены и применены принципы оценки эффективности этих изменений.

Формирование решений. Стратегия развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 гг. от 9.05.2017 г. предусматривает применение термина «экосистема цифровой экономики» (ЭЦЭ) как партнерство организаций, обеспечивающее постоянное взаимодействие принадлежащих им технологических платформ, прикладных интернет-сервисов, аналитических систем, информационных систем органов государственной власти РФ, организаций и граждан. В «Стратегии» говорится, что значительное увеличение объема данных, источниками и средствами распространения которых являются промышленные и социальные объекты, различные электронные устройства, приводит к формированию новых технологий. Повсеместное применение таких технологий способствует развитию нового этапа экономики – цифровой экономики и образованию ее экосистемы.

Эти и ряд других положений данного документа напрямую относят к целесообразности формирования оценки качественных преобразований, в том числе в области реализации экосистемы цифровой экономики.

Возникает актуальная задача совершенствования критериев качества жизни с принципиальным разграничением экологии как науки о взаимодействии живых существ в природной среде и информационной экологии как системы принципов совершенствования информационной среды, влияющей на человека.

Безусловно, шаги в этом направлении уже предпринимаются, но количественные оценки информационных процессов, обуславливающих качество жизни человека, в том числе с учетом экологической составляющей как цифровой экономики в частности, так и экологичности ИС в целом, пока не получены.

На рис. 1. схематично изображены задачи, связанные с формированием критериев оценки качества жизни с включенным этапом оценки качества ЭЦЭ. Представляется важным уточнение моделей формирования и анализа критериев, что предполагает создание систем поддержки принятия решений (СППР) с учетом принципов информационной экологии.

Направление дальнейших исследований. Акцент на экологичности ИС как факторе качества жизни в целом не случаен: современное общество, переступившее порог глобализации, неизбежно столкнулось с отрицательными ее последствиями: информационным мусором, информационным хаосом, информационной агрессией. Понимание отрицательных черт современного мира должно быть частью образовательного и просветительского процессов.

Развитие вопросов, поставленных в статье, подразумевается в направлении как прикладной области (создания СППР локального уровня), так и в области создания моделей определения информативных параметров качества жизни для задач, реализуемых в режиме оперативного организационного управления. Эти задачи имеют большое значение при интенсивных экономических и политических процессах, а также при интенсификации гибкого управления локальными процессами на предприятиях и в организациях. Безусловно, эти вопросы должны решаться с привлечением знаний об экологии информационных процессов как в экосистемах цифровой экономики, так и всего общества в целом.

Литература

1. Бойцов Б.В., Крянев Ю.В. Внедренческий подход в концепции качества управления. Теоретико-методологические аспекты // Качество и жизнь № 4(12). Москва. – 2016. – С. 7–13.

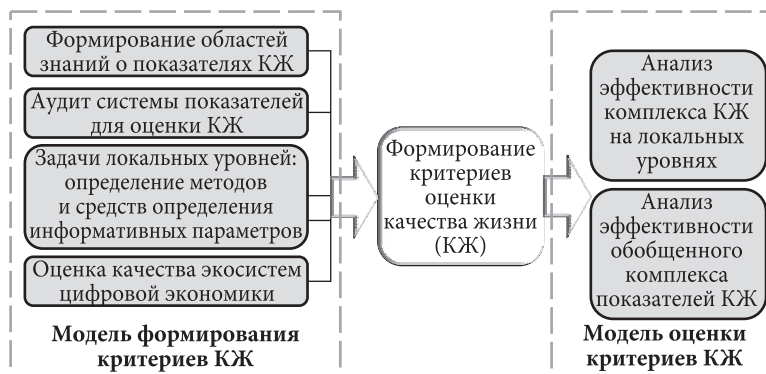


Рис. 1. Схема задач в рамках моделей формирования и анализа критериев оценки качества жизни

2. Юсупов Р.М. Наука и национальная безопасность. СПб.: Наука, 2006. Url: <http://www.myshared.ru/slide/337546/> (дата обращения: 20.02.2017).

3. Научно-методологические основы информатизации / Р.М. Юсупов, В.П. Заболотский: РАН, СПб. ин-т информатики и автоматизации СПб.: Наука, – 2000. – 456 с.

4. Бойцов Б.В., Кузнецов М.А., Элькин Г.И. Концепция качества жизни: проблемы в глобальном и региональном измерениях. Акад. проблем качества. Москва. 2007. – 238 с.

5. <https://tproger.ru/translations/sql-nosql-database-models/> (дата обращения: 22.05.2017).

6. <http://hr-portal.ru/blog/chto-takoe-bolshie-dannye-big-data> (дата обращения: 12.04.2017).

7. <http://lpgenerator.ru/blog/2015/11/17/chto-takoe-big-data-bolshie-dannye-v-marketinge-problemy-algoritmy-metody-analiza/> (дата обращения: 10.04.2017).

8. <https://cont.ws/@azovchanin77/582706> (дата обращения: 11.04.2017).

9. Борисенко А.А. Теория систем. Информационные подходы: монография. – Сумы: изд-во СумГУ, 2010. – 210 с.

Questions of Realization of Global Tendencies in Information Technologies as Factor of Quality of Life

Yu. V. Doronina, doctor of technical sciences, professor of department «Information systems» of the Sevastopol state university; Sevastopol

e-mail: juvado@yandex.ru

Summary. In article the information aspects connected with globalization are considered. Despite its inevitability and ubiquity, the reasons influencing decrease in level of quality of human life in connection with globalization processes are defined. It is noted that the general setization (networking) leads to accumulation of information garbage and along with problems of information pollution up to information aggression, and the setization (networking) as a globalization format, has to be included in problems of information ecology.

Keywords: Information system, information garbage, quality of life, setization (networking), globalization.

References:

1. Boytsov B.V., Kryanev Yu.V. Implementation approach in the concept of quality of management. Theoretic – methodological aspects. *Quality and Life*. No. 4(12). 2016. Moscow, Pp. 7–13.
2. Yusupov R.M. Science and national security. St. Petersburg. Science. 2006. Available at: <http://www.myshared.ru/slide/337546/> (date of the address: 2/20/2017).
3. Yusupov R.M., Zabolotsky V.P. Scientific and methodological bases of informatization. Russian Academy of Sciences, Saint-Petersburg. *Institute of informatics and automation. Science*. 2000. 456 p.

4. Boytsov B.V., Kuznetsov M.A., Elkin G.I. Concept of quality of life: problems in global and regional measurements. *Academy of problems of quality*. 2007. Moscow, 238 p.
5. <https://tproger.ru/translations/sql-nosql-database-models/> (accessed: 22.05.2017).
6. <http://hr-portal.ru/blog/chto-takoe-bolshie-dannye-big-data> (accessed: 12.04.2017).
7. <http://lpgenerator.ru/blog/2015/11/17/chto-takoe-big-data-bolshie-dannye-v-marketinge-problemy-algoritmy-metody-analiza/> (accessed: 10.04.2017).
8. <https://cont.ws/@azovchanin77/582706> (accessed: 11.04.2017).
9. Borisenko A.A. Theory of systems. Information approach: monograph. Publishing house of Sumy state university. 2010. 210 p.

Каузальные объяснения эффекта «зловещей долины» в робототехнике: теории и исследовательские данные

И.В. Катерный

к.филос.н., доцент МГИМО МИД России,
старший научный сотрудник Института
социологии ФНИСЦ РАН; Москва

e-mail: yarkus@mail.ru

Аннотация. Когнитивное восприятие роботов и аватаров в условиях активного развития гибридных коммуникаций становится важной сферой исследования человека и общества – от нейронауки до философии. Приписывание «когнитивного» статуса (когнитивных состояний) неоморфным объектам в повседневном взаимодействии влияет на то, станут ли роботы полноценными социальными ко-агентами по примеру того, как это уже происходит с животными и человеческими эмбрионами. Основная проблема, которая стала всесторонне изучаться в когнитивных исследованиях, начиная с 2005 г., касается восприятия т.н. андроидных роботов, максимально приближенных к образу и поведению человека. Эта проблема, получившая известность как феномен «зловещей долины», открывает возможность проникнуть не только в эволюционные структуры человеческого сознания, но и понять механизмы воспроизводства социального порядка в целом. В статье предлагается обзор социальных, культурных и когнитивных теорий происхождения эффекта «зловещей долины» и обобщается десятилетний опыт научных исследований в этой области.

Ключевые слова: зловещая долина, зловещий обрыв, зловещая стена, андроидные роботы, гуманоидные роботы, теория управления ужасом, теория анимализма, теория негативных установок, теория эмпатии, теория нарушения ожиданий, морфотаксис.

Когда в 1919 г. З. Фрейд в небольшом эссе [1] о немецких сказках под названием «*Unheimlich*» («жуткое», «зловещее») исследовал психоаналитические истоки чувства страха смерти («все то, что связано со смертью, с трупами и возвращением мертвых, с духами и призраками») и ужаса перед ее отдельными жуткими проявлениями («отрубленные члены, отсеченная голова, отрезанная от руки кисть, как в сказке Гауфа, ноги, пляшущие сами по себе, как в книге А. Шеффера, имеют в себе нечто необычайно зловещее, особенно когда они, как в последнем примере, наделяются еще и какой-то самостоятельной активностью»), он и не подозревал, как скоро все эти сказочные герои и события шагнут в реальную жизнь.

В 1970 г. японский робототехник Масахиро Мори на основе личного интроспективного наблюдения открыл и описал явление необычного психологического эффекта отторжения при восприятии искусственных объектов, максимально реплицирующих живого человека, а также его части тела. В частности, это касалось получавших в то время распространение довольно реалистичных миоэлектрических рук и протезов. Для небольшой заказной статьи о гуманоидной робототехнике, эра которой как раз начиналась в Японии, он построил гипотетический график, который, по его мнению, должен был отражать связь человекоподобности и перцептивной привлекательности разных субъектов и объектов, включая роботов. Гипотеза Мори состояла в утверждении, что чем сильнее объект похож на человека, тем более сильную симпатию он вызывает, но лишь до определенного предела, по-



сле которого возникает резкий спад. Этот эффект Мори, апеллируя к классической работе Фрейда, обозначил как «зловещая долина» (*bukimi no tani*). Более тридцати лет о работе Мори никто не слышал на Западе, и только с середины 2000-х гг., когда развитие робототехники по всему миру стало одним из главных направлений научно-технического творчества, возник настоящий бум интереса к этому феномену. Этому способствовал и первый перевод статьи Мори на английский язык, предпринятый американским исследователем из Университета Индианы К. МакДорманом [23]. Конструкторы и дизайнеры, занимающиеся созданием виртуальных персонажей и механических роботов «по образу и подобию» человека, узнали об интересном графике, созданном в свое время Мори (рис. 1).

Кардинальное отличие зоны «зловещей долины», изображенной на рис. 1 (провал), от крайней левой и крайней правой сторон графика заключается в том, что она включает в себя странные и гибридные создания, которые обладают смешанными

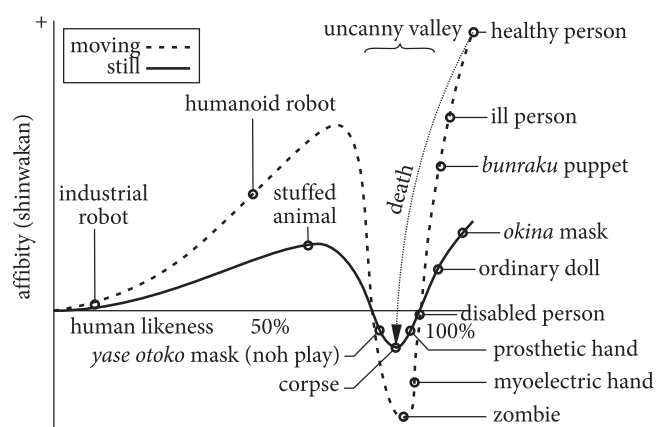


Рис. 1. Оригинальный график М. Мори 1970 г. (в переводе К. МакДормана) описывает связь между похожестью объекта на человека (ось абсцисс) и его привлекательностью (ось ординат). Чем более нечто похоже на живого человека, тем оно привлекательнее: движущийся гуманоидный робот (*humanoid robot*) и большая плюшевая игрушка в виде животного (*stuffed animal*) гораздо привлекательнее промышленного робота (*industrial robot*). Но на определенной фазе восприятия похожесть оборачивается отторжением и ужасом: маска демона (*yase otoko*) или старика (*okina*) из традиционного японского музыкального театра Но, реалистичная детская кукла (*ordinary doll*), человеческий труп (*corpse*), протез руки (*prosthetic hand*). При этом движущиеся объекты более подвержены эффекту «зловещей долины»: зомби (*zombie*), миоэлектрическая рука (*myoelectric hand*), марионетка (*bunraku puppet*) из традиционного японского кукольного театра Бунраку (способная моргать, высовывать язык, двигать бровями и пальцами). Пунктирная стрелка сверху вниз в нижнюю зону «зловещей долины» описывает ситуацию восприятия неожиданной смерти здорового человека [24]

характеристиками как «нормального» человека, так и неодушевленного (по некоторым своим проявлениям) объекта. Таким образом, данный график иллюстрирует предположение, что неожиданные резкие движения, неестественный цвет искусственной кожи, «мертвый» взгляд и другие детали поведения и внешности человекоподобного объекта способны вызвать страх и ужас, т.к. это *сигнализирует* о том, что перед нами не живое существо, а нечто чужеродное и опасное. Те же самые чувства могут возникать у человека при виде восковых кукол, зомби, покойников, одержимых, физических и умственных инвалидов и даже людей в припадке эпилепсии.

Конечно же, исследователи со всего мира принялись выяснять, существует ли валидный массив данных, способный подтвердить или опровергнуть ценность выдвинутой Мори гипотезы относительно восприятия неоморфов — гуманоидных (т.е. напоминающих человека) и особенно андроидных (т.е. максимально копирующих образ человека) роботов и аватаров. На момент окончания 2016 года были проведены десятки междисциплинарных эмпирических исследований, результаты которых весьма впечатляют, но единообразного научного ответа, тем не менее, не дают, т.к. разные гипотезы, методики и выборки в исследованиях приводили к различным выводам. Часть исследователей подтверждали существование нелинейного восприятия неоморфных объектов у взрослых людей [6, 10, 15, 21, 31, 33, 37], у детей [36], у младенцев [12, 18] и даже у приматов [32]. Другие исследования подтверждают альтернативные модели восприятия «жуткого», например, через паттерны «зловещего обрыва» (*uncanny cliff*) [2] или «зловещей стены» (*uncanny wall*) [34], а также отрицают усиление отталкивающего впечатления от восприятия движущихся андроидов [27, 38], что подразумевалось классической гипотезой Мори. В то же время, достаточных данных, полностью отрицающих наличие перцептивных отклонений в коммуникациях с андроидами, нет. Другими словами, вероятность возникновения «жуткого» впечатления от робота в той или иной степени сохраняется всегда. Более того, учет эффекта «зловещей долины» стал принципиально важен в области цифровой кинематографии, игровой индустрии и анимации после нескольких премьерных неудач в 2000-х гг. Стремление продюсеров максимально оживить цифровые образы людей (например, с помощью технологии «*motion-capture*») приводил к тому, что при восприятии их на экране у зрителя, особенно детского возраста, возникало неосознанное отторжение. Мелкие аномалии, которые сопровождают мимику, жестикуляцию и эмоциональное поведение

ние слишком похожего на обычного человека персонажа (например, т.н. эффект «мертвого глаза»), делают его «жутким». В качестве примеров исследователи приводят неудачные образы, созданные в «Последней фантазии» (2001), «Полярном экспрессе» (2004), «Беовульфе» (2007), «Приключениях Тин-Тина» (2011) [35].

Каковы же основные возможные причины вероятного проявления эффекта «зловещей долины» при контакте с андроидами?

Теория управления ужасом. Неспроста одной из первых гипотез, претендовавших на объяснение феномена «зловещей долины», стала теория управления страхом (ужасом), разработанная в 1980-х гг. социальными психологами Дж. Гринбергом, Ш. Соломоном и Т. Пышчински [8] на основе идей известного американского культурного антрополога и писателя Э. Беккера [4]. В ее основе лежит гипотеза «мортальной тревожности» (*mortal salience hypothesis*), которая подразумевает кардинальное знание человека о неизбежности своей смерти, но в то же время предполагает его кардинальное желание избегать мыслей и напоминаний об этом: сознательные мысли о смерти рационализируются (здоровый образ жизни и т.п.) или подавляются, неосознаваемые сигналы о смерти приводят в действие защитные механизмы, направленные на поддержание значения интегрирующих и жизнеутверждающих элементов культуры и личности (самоуважения) в обществе. В этом смысле страх смерти может быть или проксимальным (от осознаваемых прямых угроз), или дистальным (от непрямых неосознанных угроз), например со стороны враждебной пропаганды. Теория управления страхом на основе сотен проведенных экспериментов утверждает, что если базовая инкультурация позволяет действительно избавиться от постоянной мортальной тревожности (через прямые и символические объяснения возможности бессмертия), то дистальные угрозы через защитные психические механизмы будут вызывать усиление приверженности усвоенным культурным ценностям, что в частности, проявляется в предпочтении верить больше положительным, а не отрицательным оценкам своей страны [9], склоняться к выбору харизматических, а не демократических лидеров [7] и строго осуждать нарушения моральных норм [29]. Восприятие (на изображении) андроидных роботов также может иметь отношение к дистальным угрозам, поэтому одним из первых экспериментов, направленных на эмпирическое выявление эффекта «зловещей долины», был эксперимент, направленный на выявление связи между «жуткостью» изображений андроидов и проявлениями подсознательного управления

дистальным страхом смерти [13]. В итоге, экспериментальная группа, которая была подвергнута испытанию вызывания сублиминальной мортальной тревожности (изображением на экране компьютера головы и торса андроидного робота), действительно показала, отвечая после этого на вопросы специальной анкеты, более высокие показатели предпочтений харизматически окрашенных политических речей и привлекательности благоприятно отзывающегося об их стране иностранце (по отношению к более критически настроенному), по сравнению с контрольной группой, которая не видела предположительно «жуткие» изображения и тем самым не подвергалась мортальной тревоге. Однако, как указали сами экспериментаторы, результаты вышли все-таки не очевидными, т.к. оцениваемые эффекты дистального страха не могут быть надежным индикатором мортальной тревоги для изучения эффекта «зловещей долины» в виду его перцептуальной специфичности. Восприятие таких образов слишком сильно зависит от длительности, ситуации и индивидуальных аффективных реакций, которые не принимаются в расчет теорией управления ужасом. Таким образом, самый главный вопрос о том, что конкретно вызывает чувство «жуткости» в андроидах, остался без ответа и открывал простор для новых гипотез [*Ibid.*, с. 115].

Теория нарушения ожиданий. К. МакДорман и его коллега из Японии известный инженер Х. Исигуро для объяснения эффекта «зловещей долины» предложили гипотезу, которая развивает понятие «ошибки предсказания» и предполагает, что коммуникация с андроидами нарушает паттерн микроповеденческих взаимодействий, где любые действия становятся результатом реализации правильно понятых экспектаций, которые в свою очередь производятся и приписываются партнеру. Андрониды нарушают эту связь из-за перцептуальных и сенсомоторных недостатков в своем поведении, и нормальная модель человеческой интеракции разрушается. Другими словами, чем более критичны для человека ошибки в поведении робота, тем более он склонен к восприятию «жуткого» в нем [14].

Теория эмпатии. Эффект «зловещей долины» может возникать в ситуации, когда человек испытывает внутреннее напряжение (дистресс) в связи с такими проявлениями эмпатии, как дискомфорт или тревога. Андрониды могут вызвать дистресс несколькими способами. Во-первых, поскольку внешне они выглядят как люди, то их специфические движения могут напоминать приступы эпилепсии или какие-нибудь физические нарушения, впечатление от которых ведет к внутреннему дискомфорту. Во-вторых, роботы могут вызвать тревожность из-за подсознательного страха перед самостоятель-



но двигающимися, но мертвыми созданиями, что, как указывал еще Фрейд, является одним из наиболее сильных страхов человека. В-третьих, симпатия по отношению к роботу подсознательно блокируется из-за осознания того факта, что машина – это не человек и не живое создание, т.е. не отвечает концепции моральной феноменологии [19].

Теория «анимализма». Группа нейрофизиологов из Калифорнийского института технологий в 2011 году смогла обнаружить область в человеческом мозге, отвечающую исключительно за восприятие животных [25]. Этот своего рода «звериный плагин», эволюционно возникший на заре человечества, отвечает за такие эмоции как страх и ужас перед угрожающими жизни животными (медведи и т.п.). До этого было установлено, что еще одной эволюционной эмоцией, позволяющей человеку выживать, является отвращение к потенциально патогенным организмам, несущим угрозу заражения. Все отвратительные (для человека) объекты имеют животное (природное) происхождение (испражнения, тараканы, разлагающиеся тела и т.п.) [30, с. 22]. И в том, и другом случае действуют подсознательные сигналы об опасности, что также может быть применимо к восприятию неоморфных объектов, которые из-за своей странности могут выглядеть и вести себя опасно и отвратительно. Чувствительность к стимулированию анималистических угроз при виде андроидов также может создавать эффект «зловещей долины», напоминая человеку о его собственной биологичности, животности и смертности, что в свою очередь уже приводит в действие механизм управления ужасом.

Теория когнитивного диссонанса. На заре эмпирических исследований феномена «зловещей долины» в 2005 г. американский исследователь К. Рэйми высказал идею, что восприятие андроидов сталкивается с проблемой категоризации: две качественно различные категории – человек и робот – оказываются смешанными в количественных параметрах внешности и поведения (уровне человекоподобия) антроида [28]. Похожую картину, по Рэйми, можно наблюдать в дискуссиях о запрете абортов, где вопрос о том, с какого времени считать эмбрион живым человеком, остается неурегулированным. Когнитивная неопределенность в отношении андроидов может быть снята либо введением третьей категории, в которую будут входить все двойственные неоморфные создания, либо снятием базовой дихотомии и усвоением концепции онтологического единства всех наличных созданий как сложных физических механизмов. Однако перцептуальная (а не сугубо рациональная) природа «жуткого» делает эту задачу затруднительной и ставит вопрос о происхождении базовой бинарности «человек – машина».

Теория негативных установок. Популяризация достижений робототехнической отрасли имеет в качестве оборотной стороны распространение мнения об угрожающем характере роботизации жизни, что охотно педалируется образами массовой культуры («терминаторы» и т.п.). Негативное, эмоционально окрашенное отношение к антроидам может быть вызвано именно мировоззренческими принципами наподобие экологических установок. Даже в Японии, где, как считается, все любят роботов, на самом деле существует проблема эмоционального сближения с человекоподобными искусственными созданиями и люди скорее предпочитают иметь дело с людьми [3, с. 16]. Существует специальная анкета, измеряющая (по шкале Лайкерта) степень негативного отношения к роботам по трем основаниям: отношение к ситуациям взаимодействия с роботами (например, согласие/несогласие с утверждением «я бы чувствовал себя неловко на работе, где необходимо использовать роботов»); отношение к воздействию роботов на общество (например, согласие/несогласие с утверждением «я боюсь, что роботы будут доминировать в обществе будущего») и отношение к эмоциональному контакту с роботом (например, согласие/несогласие с утверждением «если бы у робота были бы эмоции, я бы запросто подружился с ним») [26]. Негативная эмоциональная составляющая установки на взаимодействие с роботами как раз может вызывать страх, тревогу и быть причиной проявления эффекта «зловещей долины».

Теория религиозного фундаментализма. Данная гипотеза развивает предыдущую теорию, но в более узком отношении. Предполагается, что ортодоксально настроенные представители авраамических религий более склонны, чем другие люди (атеисты или синтоисты), видеть андроидов жуткими [17]. Это может быть связано с мировоззрением, которое настроено негативно к техническому и социальному прогрессу и догматически резко различает онтологическую область существования человеческих существ и всю остальную сферу бытия, включая животных и искусственные создания. Андроиды, как негативная референтная группа (наравне с гомосексуалистами, язычниками, расистами и т.п.), угрожает онтологической безопасности человека. Помимо этого существование андроидов подсознательно разрушает концепцию «души» как источника жизни: машина, принимающая облик и роль человека, делает понятие человеческой души избыточным. Более того, возможность замены и перестановки частей тела антроида подрывает концепцию эксклюзивного человеческого бессмертия, что способно вызывать страх, тревогу и ужас.

В одном из наиболее масштабных исследований пионера американской андроид-науки К. МакДормана (совместно со С. Энтезари) некоторые из этих теорий прошли операционализацию и были изучены на выборке около 600 (на разных этапах) человек на предмет их перцептуальной чувствительности [*Ibid.*]. Все участники сначала прошли тесты на подверженность тем или иным факторам, описанным в различных гипотезах (в основном по шкале Лайкерта), после чего просматривали видеоролики с шестью движущимися изображениями робота-пылесоса, гуманоидного робота, трех андроидов с бросающимися в глаза девиациями во внешности и человека. Эффект «зловещей долины» оценивался через индикаторы «жуткости», т.е. отталкивающего впечатления, и «теплоты».

Как видно из табл. 1, были проанализированы девять характеристик личности, интерпретированных как факторы чувствительности к эффекту «зловещей долины»: негативные установки по отношению к роботу; подсознательное отвращение («анимализм») в восприятии; диссонанс при категоризации андроида в когнитивной бинарности «человек – машина»; тревожность; невротичность; озабоченность ошибками в поведении («перфекционизм»); эмпатический дистресс; религиозный фундаментализм; когнитивная вы-

деленность андроидов в отдельную категорию окружающих объектов («человек – робот – андроид»). Поскольку принимались в расчет два индикатора, описывающие «зловещую долину» («жуткость» и «теплота»), то наиболее слабые корреляции показали факторы озабоченности ошибками и когнитивной категоризации «человек – робот – андроид».

После проведения межфакторного анализа были выявлены пять основных характеристик, которые имеют максимальные значения по индикаторам «зловещей долины» и высокие коэффициенты взаимной корреляции. Их причинно-следственная связь была смоделирована методом структурных уравнений (рис. 2).

Религиозный фундаментализм, «анимализм» и повышенная тревожность, чувствительные к девиациям во внешнем облике и поведении робота, оказывают косвенное влияние на эффект «зловещей долины», тогда как когнитивная приверженность жесткой категоризации «человек-машина» и негативные эмоции к роботам напрямую увеличивают жуткость или снижают теплоту в восприятии андроида. При этом разные факторы имеют неодинаково выраженное направление. Например, религиозный фундаментализм и перцептивный диссонанс сильнее коррелируют с индикатором (снижения) «теплоты», а «анимализм» и тревожность больше

Таблица 1

Коэффициенты корреляции Пирсона между анализируемыми факторами «зловещей долины» и оценками «жуткости» и «теплоты» при восприятии андроидов; Альфа Кронбаха надежности анализируемого фактора с учетом количества полученных ответов; среднее и стандартное отклонение полученных значений [17]

Факторы/Индикаторы	«Жуткость»	«Теплота»	Альфа Кронбаха	Среднее	Стандартное отклонение
Негативные установки по отношению к робототехнике	.41***	-.38***	.86 (n=575)	-0.11	1.65
Подсознательное отвращение к роботам	.34***	-.21***	.83(n=571)	-0.22	1.38
Перцептивный диссонанс при восприятии робота (смешение «живого» и «неживого»)	.28***	-.37***	.89 (n=573)	0.93	1.31
Тревожность из-за «необычного» поведения робота	.18***	-.13***	.87 (n=563)	-0.20	1.10
Страх и другие неврозы при контакте с роботами	.16***	-.12***	.77 (n=571)	-0.16	1.18
Перфекционизм: чувствительность при восприятии ошибок в поведении робота	.13**	.01	.88 (n=576)	-0.38	1.30
Эмпатический дистресс при восприятии «неполноценности» робота	.12**	-.07	.83 (n=577)	-1.01	1.10
Религиозный фундаментализм: неприятие роботов как «божьих созданий»	.12**	-.24***	.96 (n=563)	-1.51	2.26
Отношение к андроидам как особому виду роботов	-0.03	.26***	.75 (n=570)	0.53	1.04

* p < .05. ** p < .01. *** p < .001.



воздействуют именно на усиление «жуткого». По словам К. МакДормана, это можно связать с природой этих характеристик – первые из них являются культурными паттернами, а вторые представляют собой механизмы биологической адаптации к обнаружению внешней угрозы [Ibid., с. 160].

Хотя это исследование К. МакДормана и С. Энтезари встретило ряд критических оценок методологического характера [5], для нас более важным являются выводы, которые мы можем сделать в целом, исходя из опыта десятилетнего изучения феномена «зловещей долины».

Прежде всего, необходимо отметить, что исследование механизмов восприятия неоморфных объектов имеет куда большее значение для познания человека, нежели научное обеспечение дизайнерской работы по созданию привлекательных моделей новых роботов. Чем глубже мы погружаемся в тему, тем явственнее становится понимание того, что отторжение жуткого в человеческом восприятии является лишь поверхностным эффектом воспроизводства *морфотаксиса* – фундаментального порядка, который включает в себя и связывает между собой различные биологические, когнитивные и социальные и другие структуры. Прозопопический морфогенезис, связанный с активным вовлечением роботов и аватаров в социальное сообщество, сталкивается с сопротивлением ригидных морфотаксических элементов, встроенных в «базовую реальность» человека с целью обеспечения его выживания на физическом уровне и соответствующей институционализации норматив-

ных суперструктур. Особенностью морфотаксиса в этом смысле является его бинарная организация вокруг базовых эволюционных дихотомий, формирующих онтологические границы человеческого мира. Как показывают исследования, одними из таких онтологически кардинальных дихотомий являются (пересекающиеся) различия «человек – не-человек» и «живой – мертвый». Проблемы аборт, эвтаназии, искусственного интеллекта и андроидных роботов, по сути, манифестируют онтологическую напряженность именно этих полюсов.

Эффект «зловещей долины» указывает на то, что в основе солидарности социального сообщества (как людей, так и приматов) лежат не только механизмы морального и символического признания, но и более глубинные, а точнее – более фундаментальные механизмы *непризнания*. «Жуткое» как феномен непризнания пронизывает морфотаксис на биологическом уровне (характерная нейронная активность), бессознательном (страх перед смертью), когнитивном (чувства отвращения и ужаса), социальном (стигматизация) и культурном (непризнание морального статуса). И как, в частности, выяснилось в ходе последнего описанного исследования, несмотря на то, что большая часть испытуемых были атеистами, в среднем все они поддерживали тезис религиозного (а именно «авраамического») фундаментализма о том, что «люди фундаментально отличаются от роботов» [17, с. 161]. Таким образом, создание андроидов по ту сторону «зловещей долины» оказывается вопросом не просто техническим. В близком или отдаленном будущем технически это, наверняка, станет достижимым, но, как мудро заметил сам М. Мори в одном из интервью, отвечая на вопрос о том, возможно ли это в принципе, он ответил: «Да, но зачем это нужно?», – подчеркивая тем самым фундаментальную необходимость сохранения, а не стирания онтологического разрыва между роботом и человеком во имя его собственного выживания и поддержания социального и морального порядка [11].

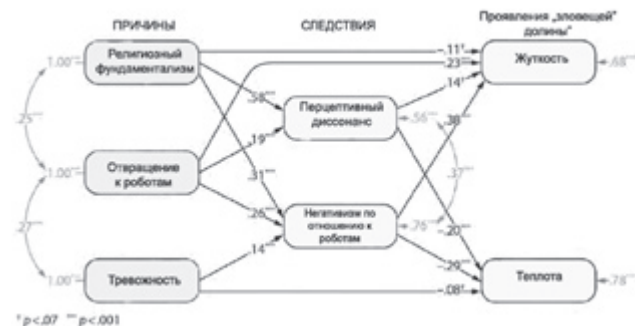


Рис. 2. Диаграмма путей в структурном уравнении причинно-следственных связей факторов, чувствительных к эффекту «зловещей долины» (слева направо): религиозный фундаментализм, отвращение к роботам («анимализм»), тревожность; перцептивный диссонанс, негативные эмоции по отношению к роботам. Индикаторы «зловещей долины»: (эмоциональная) жуткость, (эмоциональная) теплота. Стрелки указывают направление прямых причинно-следственных связей, дуги – не прямые связи. Цифры показывают относительные весовые значения оценки прямых и не прямых связей; звездочки – степень достоверности весовых значений связей [17]

Литература

1. Фрейд, З. Жуткое / З.Фрейд // Фрейд З. Собр. соч. Т.4: Психологические сочинения. – М.: «Фирма СТД», 2006. – С. 261–297.
2. Bartneck C., Kanda T., Ishiguro H., Hagita N. Is the Uncanny Valley an Uncanny Cliff? // Proceedings of the 16th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication, RO-MAN. 2007, 26-29 August, Jeju, Korea. New York: IEEE, 2007. P. 368–373.

3. Bartneck C., Suzuki T., Kanda T., Nomura T. The Influence of People's Culture and Prior Experiences with Aibo on their Attitude Towards Robots // *AI and Society*. 2007. Vol.21. № 1/2. P. 217–230.
4. Becker E. *The Denial of Death*. New York: Simon and Schuster, 1973.
5. Burleigh T.J. A Challenge to the Study of Individual Differences in Uncanny Valley Sensitivity: The importance of Looking at Individual-Level Response Patterns // *Interaction Studies*. 2015. Vol.16. № 2. P. 186–192.
6. Burleigh T.J., Schoenherr J.R., Lacroix G.L. Does the Uncanny Valley Exist? An Empirical Test of the Relationship between Eeriness and the Human Likeness of Digitally Created Faces. *Computers in Human Behavior*. 2013. Vol. 29. № 3. P. 759–771.
7. Cohen F., Solomon S., Maxfield M., Pyszcynski T., Greenberg J. Fatal Attraction: The Effects of Mortality Salience on Evaluations of Charismatic, Task-Oriented, and Relationship-Oriented Leaders // *Psychological Science*. 2004. Vol. 15. P. 846–851.
8. Greenberg J., Pyszcynski T., Solomon S. The Causes and Consequences of the Need for Self-Esteem: A Terror Management Theory // Baumeister R.F. (ed) *Public Self and Private Self*. New York: Springer-Verlag, 1986. P. 189–212.
9. Greenberg J., Pyszcynski T., Solomon S., Rosenblatt A., Veeder M., Kirkland S., Lyon D. Evidence for Terror Management Theory II: The Effects of Mortality Salience Reactions to Those who Threaten or Bolster the Cultural Worldview // *Journal of Personality and Social Psychology*. 1990. Vol. 58. P. 308–318.
10. Ho C.-C., MacDorman K.F., Dwi Pramono Z.A.D. Human Emotion and the Uncanny Valley: A GLM, MDS, and Isomap Analysis of Robot Video Ratings // *Proceedings of the 3d ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction*. 2008, March 12–15, Amsterdam, Netherlands. New York: ACM, 2008. P. 169–176.
11. Katayama L. How Robotics Master Masahiro Mori Dreamed Up the Uncanny Valley // *Wired*. 2011, 29 November. URL: http://www.wired.com/2011/11/pl_mori/ (дата обращения: 02.08.2016).
12. Lewkowicz D.J., Ghazanfar A.A. The Development of the Uncanny Valley in Infants // *Developmental Psychobiology*. 2012. Vol. 54. № 2. P. 124–132.
13. MacDorman K. Androids as an Experimental Apparatus: Why is There an Uncanny and Can We Exploit It? // *Proceedings of the CogSci-2005, XXVII Annual Conference of the Cognitive Science Society*. 2005, July 25–26, Stresa. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Ass., 2005. P. 108–118.
14. MacDorman K., Ishiguro H. The Uncanny Advantage of Using Androids in Social and Cognitive Science Research // *Interaction Studies*. 2006. Vol. 7. № 3. P. 297–337.
15. MacDorman K. F., Green R. D., Ho C.-C., & Koch C. Too Real for Comfort: Uncanny Responses to Computer Generated Faces // *Computers in Human Behavior*. 2009. Vol. 25. № 3. P. 695–710.
16. MacDorman K.F., Vasudevan S.K., Ho C.-C. Does Japan Really Have Robot Mania? Comparing Attitudes by Implicit and Explicit Measures // *AI and Society*. 2009. Vol. 23. № 4. P. 485–510.
17. MacDorman K.F., Entezari S.O. Individual Differences Predict Sensitivity to the Uncanny Valley // *Interaction Studies*. 2015. Vol.16. № 2. P.141–172.
18. Matsuda Y.T., Okamoto Y., Ida M., Okanoya K., Myowa-Yamakoshi M. Infants Prefer the Faces of Strangers or Mothers to Morphed Faces: The Uncanny Valley between Social Novelty and Familiarity // *Biology Letters*. 2012. Vol. 8. № 5. P. 725–728.
19. Misselhorn C. Empathy with Inanimate Objects and the Uncanny Valley // *Minds and Machines*. 2009. Vol.19. №.1. P. 345–359.
20. Mitchell W.J., Szerszen Sr K.A., Lu A.S., Schermerhorn P.W., Scheutz M., MacDorman K. F. A Mismatch in the Human Realism of Face and Voice Produces an Uncanny Valley // *i-Perception*. 2011. Vol. 2. № 1. P. 10–12.
21. Moosa M.M., Ud-Dean, S.M.M. Danger Avoidance: An Evolutionary Explanation of the Uncanny Valley // *Biological Theory*. 2010. Vol. 5 №1. P. 12–14.
22. Mori M. Bukimi No Tani [The Uncanny Valley] / trans. by K.F. MacDorman, T. Minato // MacDorman K. *Androids as an Experimental Apparatus: Why is There an Uncanny and Can We Exploit It? (Appendix B)* // *Proceedings of the CogSci-2005, XXVII Annual Conference of the Cognitive Science Society*. 2005, July 25–26, Stresa, Italy. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Ass., 2005. P. 108–118.
23. Mori M. The Uncanny Valley / trans. by K.F. MacDorman and N. Kageki // *IEEE Robotics and Automation*. 2012. Vol. 19. № 2. P. 98–100.
24. Mormann F., Dubois J., Kornblith S., Milosavljevic M., Cerf M., Ison M., Tsuchiya N., Kraskov A., Quiroga R., Adolphs R., Fried I., Koch Ch. A Category-Specific Response to Animals in the Right Human Amygdale // *Nature Neuroscience*. 2011. Vol. 14. № 10. P. 1247–1249.
25. Nomura T., Kanda T., Suzuki T. Experimental Investigation into Influence of Negative Attitudes toward Robots on Human-Robot Interaction // *AI and Society*. 2006. Vol. 20. № 2. P. 138–150.
26. Piwek L., McKay L.S., Pollick F.E. Empirical Evaluation of the Uncanny valley Hypothesis Fails to Confirm the Predicted Effect of Motion // *Cognition*. 2014. Vol. 130. № 3. P. 271–277.
27. Ramey C.H. The Uncanny Valley of Similarities Concerning Abortion, Baldness, Heaps of Sand, and Humanlike Robots // *Proceedings of the Workshop 'Views of the Uncanny Valley': 5th IEEE-RAS Interna-*



tional Conference on Humanoid Robots. 2005, December 05-07, Tsukuba, Japan. 2005. Los Alamitos: IEEE Computer Society Press. P. 8–13.

29. Rosenblatt A., Greenberg J., Solomon S., Pyszczynski T., Lyon D. Evidence for Terror Management Theory I: The Effects of Mortality Salience on Reactions to Those who Violate or Uphold Cultural Values // *Journal of Personality and Social Psychology*. 1989. Vol. 57. P. 681–690.

30. Rozin P., Fallon A.E. A Perspective on Disgust // *Psychological Review*. 1987. Vol. 94. P. 23–41.

31. Seyama J., Nagayama R.S. The Uncanny Valley: The Effect of Realism on the Impression of Artificial Human Faces // *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*. 2007. Vol. 16. № 4. P. 337–351.

32. Steckenfinger S. A., Ghazanfar A. A. Monkey Visual Behavior Falls into the Uncanny Valley // *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2009. Vol. 106. № 43. P. 18362–18366.

33. Tinwell A., Grimshaw M., Abdel Nabi D., Williams A. Facial Expression of Emotion and Per-

ception of the Uncanny Valley in Virtual Characters // *Computers in Human Behavior*. 2011. Vol. 27. № 2. P. 741–749.

34. Tinwell A., Grimshaw M., Williams A. The Uncanny Wall // *International Journal of Arts and Technology*. 2011. Vol. 4. № 3. P. 326–341.

35. Tinwell A. The Uncanny Valley in Games and Animation. Boca Raton, FL: CRC Press, 2014.

36. Tinwell A., Sloan R.J.S. Children's Perception of Uncanny Human-Like Virtual Characters // *Computers in Human Behavior*. 2014. Vol. 36. P. 286–296.

37. Tinwell A., Grimshaw M., Abdel Nabi D. The Effect of Onset Asynchrony in Audio Visual Speech and the Uncanny Valley in Virtual Characters // *International Journal of Mechanisms and Robotic Systems*. 2015. Vol. 2. № 2. P. 97–110.

38. Thompson J.C., Trafton J.G., McKnight P. The Perception of Humanness from the Movements of Synthetic Agents // *Perception*. 2011. Vol. 40. № 6. P. 695–704.

Causal Explanations of the Uncanny Valley Effect in Robotics: Theories and Applied Research

I.V. Katernyi, *Candidate of philosophical sciences, Associate Professor at MGIMO-University, Senior researcher at Institute of Sociology of the Federal Center of Theoretical and Applied Sociology of the Russian Academy of Sciences; Moscow*

e-mail: yarkus@mail.ru

Summary. Cognitive perception of robots and avatars in the conditions of active development of hybrid communications becomes the important sphere of a research of the person and society – from neuroscience to philosophy. Attributing of the «cognitive» status (cognitive states) to neomorphic objects in daily interaction influences whether robots will be full social co-agents alongside animals, pets and human embryos. The main problem which began to be studied comprehensively in cognitive studies since 2005, concerns deviations when communicating with android robots constructed to have humanlike appearance and behavior as much as possible. This problem which has become popularized as the «uncanny valley» effect opens new avenues to get not only into evolutionary structures of human consciousness, but also to understand mechanisms of reproduction of a social order in general. In the article, some relevant theories to explain the uncanny phenomenon and a related body of research data are provided.

Keywords: uncanny valley, uncanny cliff, uncanny wall, android robots, humanoid robots, terror management theory, animal reminder sensitivity, negative attitudes to robots.

References:

1. Freud Z. Terrible. Collected works. V. 4: Psychological compositions. *Firm STD*. 2006. Moscow, pp. 261–297.

2. Bartneck C., Kanda T., Ishiguro H., Hagita N. Is the Uncanny Valley an Uncanny Cliff? Proceedings of the 16th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication, RO-MAN. 2007. Korea. New York: IEEE. 2007. pp. 368–373.

3. Bartneck C., Suzuki T., Kanda T., Nomura T. The Influence of people's culture and prior experiences with aibo on their attitude towards robots. *AI and Society*. 2007. V. 21. pp. 217–230.

4. Becker E. The denial of death. New York: Simon and Schuster. 1973.

5. Burleigh T.J. A Challenge to the study of individual differences in uncanny valley sensitivity: The importance of looking at individual-level response patterns. *Interaction Studies*. 2015. V. 16. No. 2. P. 186–192.

6. Burleigh T.J., Schoenherr J.R., Lacroix G.L. Does the uncanny valley exist? An empirical test of the relationship between eeriness and the human likeness of digitally created faces. *Computers in Human Behavior*. 2013. V. 29. No. 3. pp. 759–771.

7. Cohen F., Solomon S., Maxfield M., Pyszczynski T., Greenberg J. Fatal attraction: the effects of mortality salience on evaluations of charismatic, task-oriented, and relationship-oriented leaders. *Psychological science*. 2004. V. 15. pp. 846–851.

8. Greenberg J., Pyszczynski T., Solomon S., Baumeister R.F. The causes and consequences of the need for self-esteem: A terror management theory. *Public Self and Private Self*. 1986. New York: Springer-Verlag, pp. 189–212.

9. Rosenblatt A., Veeder M., Kirkland S., Lyon D. Evidence for terror management theory II: The effects of mortality

salience reactions to those who threaten or bolster the cultural worldview. *Journal of personality and social psychology*. 1990. V. 58. pp. 308–318.

10. Ho C.-C., MacDorman K. F., Dwi Pramono Z.A.D. Human Emotion and the Uncanny Valley: A GLM, MDS, and isomap analysis of robot video ratings. Proceedings of the 3d ACM/IEEE international conference on human-robot interaction. New York: ACM. 2008. Amsterdam, Netherlands, pp. 169–176.

11. Katayama L. How robotics master Masahiro Mori dreamed up the uncanny valley. Wired. 2011, Available at: http://www.wired.com/2011/11/pl_mori/ (accessed: 02.08.2016).

12. Lewkowicz D.J., Ghazanfar A. A. The Development of the uncanny valley in infants. *Developmental Psychobiology*. 2012. V. 54. No. 2. pp. 124–132.

13. MacDorman K. Androids as an experimental apparatus: Why is there an uncanny and can we exploit it? Proceedings of the cogSci-2005, XXVII annual conference of the cognitive science society. Stresa, Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Ass. 2005. pp. 108–118.

14. MacDorman K., Ishiguro H. The Uncanny advantage of using androids in social and cognitive science research. *Interaction studies*. 2006. V. 7. No. 3. pp. 297–337.

15. MacDorman K. F., Green R. D., Ho C.-C., & Koch C. Too real for comfort: uncanny responses to computer generated faces. *Computers in human behavior*. 2009. V. 25. No. 3. pp. 695–710.

16. MacDorman K.F., Vasudevan S.K., Ho C.-C. Does Japan really have robot mania? Comparing attitudes by implicit and explicit measures. *AI and society*. 2009. V. 23. No. 4. pp. 485–510.

17. MacDorman K.F., Entezari S.O. Individual differences predict sensitivity to the uncanny valley. *Interaction Studies*. 2015. V. 16. No. 2. pp. 141–172.

18. Matsuda Y. T., Okamoto Y., Ida M., Okanoya K., Myowa-Yamakoshi M. Infants prefer the faces of strangers or mothers to morphed faces: The uncanny valley between social novelty and familiarity. *Biology letters*. 2012. V. 8. No. 5. pp. 725–728.

19. Misselhorn C. Empathy with inanimate objects and the uncanny valley. *Minds and machines*. 2009. V. 19 №.1. pp. 345–359.

21. Mitchell W.J., Szerszen Sr K.A., Lu A.S., Schermerhorn P.W., Scheutz M., MacDorman K.F. A mismatch in the human realism of face and voice produces an uncanny . *I-Perception*. 2011. V. 2. No. 1. pp. 10–12.

22. Moosa M.M., Ud-Dean, S.M.M. Danger avoidance: an Evolutionary explanation of the uncanny valley. *Biological theory*. 2010. V. 5 No. 1. pp. 12–14.

23. Mori M. Bukimi No Tani, MacDorman K.F., Minato T. [The Uncanny Valley] Androids as an experimental apparatus: Why is there an uncanny and can we exploit It? Proceedings of the CogSci-2005, XXVII Annual conference of the cognitive science society. Italy. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Ass., 2005. pp. 108–118.

24. Mori M., Kageki N., MacDorman K.F., The uncanny valley. *IEEE Robotics and automation*. 2012. V. 19. No. 2. pp. 98–100.

25. Mormann F., Dubois J., Kornblith S., Milosavljevic M., Cerf M., Ison M., Tsuchiya N., Kraskov A., Quiñero Quiroga R., Adolphs R., Fried I., Koch Ch. A category-specific response to animals in the right human amygdala. *Nature neuroscience*. 2011. V. 14. No. 10. pp. 1247–1249.

26. Nomura T., Kanda T., Suzuki T. Experimental investigation into influence of negative attitudes toward robots on human-robot interaction. *AI and society*. 2006. V. 20. No. 2. pp. 138–150.

27. Piwek L., McKay L.S., Pollick F.E. Empirical evaluation of the uncanny valley hypothesis fails to confirm the predicted effect of motion. *Cognition*. 2014. V. 130. No. 3. pp. 271–277.

28. Ramey C.H. The uncanny valley of similarities concerning abortion, baldness, heaps of sand, and humanlike robots. Proceedings of the Workshop 'Views of the uncanny valley': 5th IEEE-RAS International conference on humanoid robots. *IEEE Computer Society Press*. 2005. pp. 8–13.

29. Rosenblatt A., Greenberg J., Solomon S., Pyszczynski T., Lyon D. Evidence for terror management theory I: The effects of mortality salience on reactions to those who violate or uphold cultural values. *Journal of personality and social psychology*. 1989. V. 57. pp. 681–690.

30. Rozin P., Fallon A.E. A Perspective on disgust. *Psychological review*. 1987. V. 94. pp. 23–41.

31. Seyama J., Nagayama R. S. The Uncanny valley: The effect of realism on the impression of artificial human faces. *Presence: teleoperators and virtual environments*. 2007. V. 16. No. 4. pp. 337–351.

32. Steckenfinger S.A., Ghazanfar A.A. Monkey visual behavior falls into the uncanny valley. *Proceedings of the national academy of sciences*. 2009. V. 106. No. 43. pp. 18362–18366.

33. Tinwell A., Grimshaw M., Abdel Nabi D., Williams A. Facial expression of emotion and perception of the uncanny valley in virtual characters. *Computers in human behavior*. 2011. V. 27. No. 2. pp. 741–749.

34. Tinwell A., Grimshaw M., Williams A. The Uncanny wall. *International journal of arts and technology*. 2011. V. 4. No. 3. pp. 326–341.

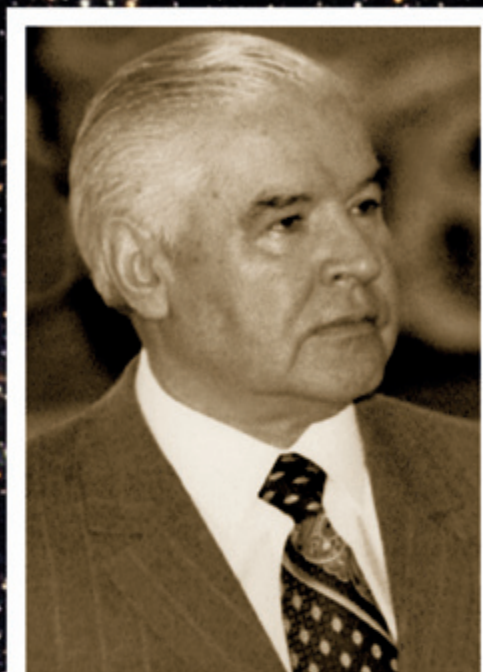
35. Tinwell A. The Uncanny valley in games and animation. *Boca raton, CRC Press*. 2014.

36. Tinwell A., Sloan R.J.S. Children's perception of uncanny human-like virtual characters. *Computers in human behavior*. 2014. V. 36. pp. 286–296.

37. Tinwell A., Grimshaw M., Abdel Nabi D. The Effect of onset asynchrony in audio visual speech and the uncanny valley in virtual characters. *International journal of mechanisms and robotic systems*. 2015. V. 2. No. 2. pp. 97–110.

38. Thompson J.C., Trafton J.G., McKnight P. The perception of humanness from the movements of synthetic agents. *Perception*. 2011. V. 40. No. 6. pp. 695–704.

Память делает имя человека бессмертным. Жизнь ярких и самобытных личностей навсегда останется в скрижалях истории. Именем Василия Васильевича Бойцова названа одна из малых планет Солнечной системы.



И если, вопреки всем препятствиям, которые ставит на пути таких людей фантастическая жизнь, людям все-таки удастся сделать крупное дело, – я лично очень высоко ценю людей, создавших его.

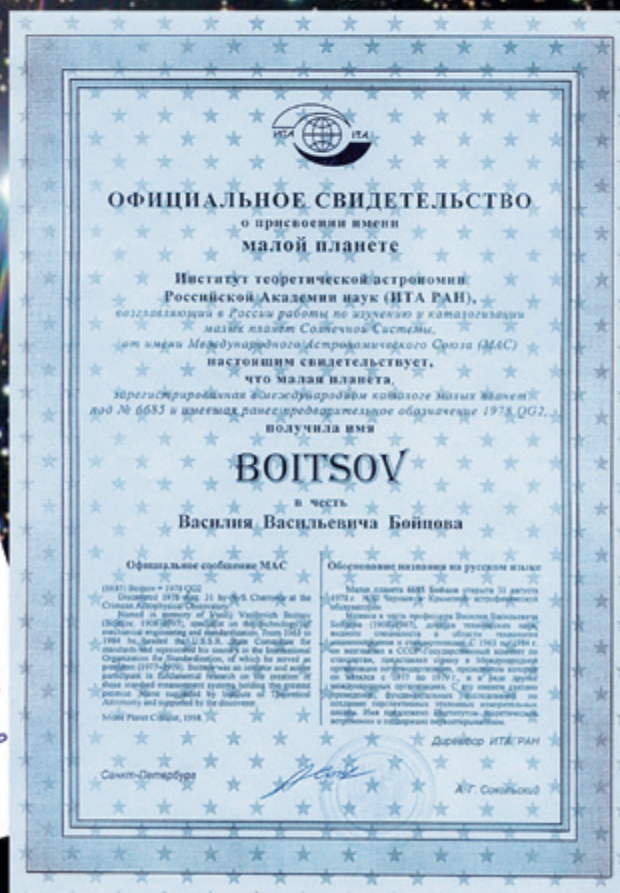
А.М. Горький

ISO
 Специальная резолюция 5/1979

Совет единодушно признает огромный вклад в работу, внесенный док. Бойцовым за время исполнения им обязанностей Президента.

Совет считает, что Президент Бойцов продемонстрировал выдающиеся при руководстве и справедливость при учете всех точек зрения, в направлении действий Совета к быстрой выработке согласованных позиций и рекомендаций.

Совет искреннейшим образом благодарит своего Президента, док. Бойцова и желает ему дальнейших успехов и крепкого здоровья с тем, чтобы он продолжал и впредь вносить свой весомый вклад в дело международной стандартизации.



Группы специальностей журнала:

- **Машиностроение
и машиноведение (05.02)**
- **Приборостроение,
метрология
и информационно-
измерительные
приборы и системы (05.11)**
- **Информатика,
вычислительная техника
и управление (05.13)**
- **Транспорт (05.22)**
- **Безопасность
деятельности человека (05.26)**

