



Қазақстан Республикасы
Ұлттық инженерлік академиясының

ХАБАРШЫСЫ

ВЕСТНИК

Национальной инженерной академии
Республики Казахстан

№ 1 (47)

Алматы
2013

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
ВЕСТНИК НАЦИОНАЛЬНОЙ ИНЖЕНЕРНОЙ АКАДЕМИИ РК**

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР
академик Б. Т. ЖУМАГУЛОВ

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

академик **Н. К. Надиров** – заместитель главного редактора, член-корреспондент **Н. С. Шарипова** – ответственный секретарь, академик **Ж. М. Адилов**, академик **А. Ч. Джомартов**, академик **Р. А. Алшанов**, академик **М. Ж. Битимбаев**, член-корреспондент **М. М. Бекмагамбетов**, академик **А. В. Болотов**, академик **А. И. Васильев** (Украина), академик **Б. В. Гусев** (Россия), академик **Г. Ж. Жолтаев**, академик **П. Г. Никитенко** (Белоруссия), академик **К. К. Кадыржанов**, академик **А. Х. Катаев** (Республика Таджикистан), академик **К. С. Кулажанов**, академик **А. А. Кулибаев**, академик **А. М. Пашаев** (Азербайджан), академик **Х. Милошевич** (Сербия), академик **М. М. Мырзахметов**, академик **А. Ш. Татыгулов**, академик **А. К. Тулешов**, академик **Ю. И. Шокин** (Россия)

**INTERNATIONAL
SCIENTIFICALLY-TECHNICAL JOURNAL
HERALD TO NATIONAL ENGINEERING ACADEMY
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN**

B. T. ZHUMAGULOV
Editor-in-Chief, academician

THE EDITORIAL BOARD:

N. K. Nadirov, academician – Deputy Editor, **N. S. Sharipova**, associate member – Managing Editor, **Zh. M. Adilov**, academician, **A. Ch. Dzhomartov**, academician, **R. A. Alshanov**, academician, **M. Zh. Bitimbayev**, academician, **M. M. Bekmagambetov**, associate member, **A. V. Bolotov**, academician, **A. I. Vasilyev**, academician (Ukraine), **B. V. Gusev**, academician (Russia), **G. Zh. Zholtayev**, academician, **P. G. Nikitenko**, academician (Belorussia), **K. K. Kadyrzhanov**, academician, **A. H. Kataev**, academician (Republic Tadzhiistan), **K. S. Kulazhanov**, academician, **A. A. Kulibayev**, academician, **A. M. Pashayev**, academician (Azerbaijan), **H. Miloshevich**, academician (Serbiya), **M. M. Myrzakhmetov**, academician, **A. Sh. Tatygulov**, academician, **A. K. Tuleshov**, academician, **Yu. I. Shokin**, academician (Russia)

УЧРЕДИТЕЛЬ:

Республиканское общественное объединение
«Национальная инженерная академия Республики Казахстан».

Издается с 1997 года.

Выходит 4 раза в год.

Свидетельство о регистрации издания № 287 от 14.11.1996 г.,
выдано Национальным агентством по делам печати и массовой информации
Республики Казахстан.

Свидетельство о перерегистрации № 4636-Ж от 22.01.2004 г.,
выдано Министерством информации Республики Казахстан.

Журнал включен Комитетом науки Министерства образования и науки Республики Казахстан
в перечень изданий для публикации основных результатов научно-технических работ соис-
кателей ученых степеней доктора философии PhD и доктора по профилю и ученых званий
доцента и профессора.

Журнал включен в международную англоязычную базу реферативных данных по техниче-
ским наукам INSPEC.

Подписку на журнал можно оформить в отделениях связи АО «Казпочта» и
ТОО Агенстве «Евразия пресс».

Подписной индекс:

для физических лиц – **75188**,
для юридических лиц – **25188**.

Подписка продолжается в течение года.

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Богенбай батыра, 80, к. 415.

Тел. 8-7272-915290, факс: 8-7272-915190,

e-mail: nia_rk@mail.ru, shns2004@mail.ru, www.neark.kz

FOUNDER:

Republic public association
“National Engineering Academy of the Republic of Kazakhstan”.

Published since 1997 year.

Issued 4 times a year.

Certificate about registration the edition N 287, November, 14, 1996,
was given by National agency on affaires of press and mass information
of the Republic of Kazakhstan.

Certificate about re-registration N 4636-Zh, January, 22, 2004,
was given by Ministry of information of the Republic of Kazakhstan.

The Committee of Science of Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan has included the Journal into the list of issues for publication of the main results of scientific-technical investigations of applicants for scientific degrees (Doctor philosophy PhD, Doctor on specialization) and academic ranks (Professor and Associate professor).

The Journal was included into international English-language abstracts database on technical sciences “INSPEC”.

Subscription to journal may be drawn up at post offices of OJSC “Kazpochta” and in PLL Agency “Evraziya press”.

Subscription index:

for natural persons – **75188**,
for juristic persons – **25188**.

Subscription continues during a year.

Address of editorial offices: 050010, Almaty city, Bogenbay Batyr str., 80, off. 415.

Tel. 8-7272-915290, fax: 8-7272-915190,

e-mail: nia_rk@mail.ru, shns2004@mail.ru, www.neark.kz

КЛЮЧЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ИНЖЕНЕРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

ЗАСЕДАНИЕ ПРЕЗИДИУМА НАЦИОНАЛЬНОЙ ИНЖЕНЕРНОЙ АКАДЕМИИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

11 января 2013 года в Национальной инженерной академии Республики Казахстан, объединяющей научно-инженерный потенциал страны, состоялось расширенное заседание Президиума НИА РК, посвященное обсуждению Послания Президента Н. А. Назарбаева народу Казахстана *«Стратегия “Казахстан-2050”: новый политический курс состоявшегося государства»* и задач, стоящих перед учеными по его реализации.

В заседании приняли участие члены Президиума и Высшего совета, председатели отделений и филиалов академии, представители научно-инженерной общественности, ректора вузов и руководители ведущих научно-производственных предприятий страны.

С основным докладом выступил первый вице-президент НИА РК, академик Н. К. Надиров, который подчеркнул масштабность и глобальность Послания Лидера нации, являющегося стратегическим планом страны на ближайшие десятилетия. В связи с этим необходимо переосмыслить задачи, которые предстоит выполнить казахстанцам по основным направлениям политического, экономического и социального развития страны. Их решение позволит Казахстану до 2050 года войти в число 30 самых развитых стран мира. Более подробно Н. К. Надиров остановился на вопросах, связанных с бережным отношением людей к природным богатствам, использованием «зеленых технологий» – заменой традиционных источников энергии на альтернативные и возобновляемые.

В обсуждении Послания участвовали ректора национальных высших учебных заведений, ученые в области энергетики, транспорта, химических технологий, нефтехимии, машиностроения из филиалов и отделений академии. Собравшиеся поддержали поставленные перед учеными задачи, отметили необходимость мобилизации интеллектуальных ресурсов академии на решении научно-технических проблем промышленных предприятий регионов, ускоренного внедрения на местах индустриально-инновационных проектов. Руководители региональных филиалов академии рассказали о планах их участия в решении таких задач, как обеспечение населения качественной питьевой водой, развитие сельского хозяйства, создание международной организации «Зеленый мост», реализация проекта GREEN4 на базе четырех городов-спутников вокруг Алматы, и многом другом.

В Послании Лидер нации особое внимание уделяет молодому поколению казахстанцев, новой концепции государственной молодежной политики, подготовке востребованных экономикой квалифицированных специалистов. Ректора вузов выступили и предложили программу совместных работ с академией по реализации и модернизации подготовки кадров нового поколения.

Особое внимание было уделено вопросам выхода исследований казахстанских ученых на мировой уровень и обеспечения прямого подключения науки к инновационному процессу. Для выполнения этого поручения Президента были обсуждены пути полноценного участия казахстанских ученых и инженерно-технических специалистов в масштабных республиканских проектах, особенно в подготовке и участии в выставке «ЭКСПО-2017», проведение которой будет содействовать дальнейшему развитию отечественной науки.

Члены Президиума Национальной инженерной академии обсудили и утвердили план мероприятий по разработке и реализации программы содействия индустриально-инновационному развитию экономики в свете задач, поставленных Президентом страны Н. А. Назарбаевым в Послании «Стратегия “Казахстан-2050”: новый политический курс состоявшегося государства», и план работы Национальной инженерной академии РК на 2013 год. Для их реализации Президиумом Национальной инженерной академии РК приняты следующие решения:

- утвердить план работ Национальной инженерной академии РК на 2013 год;
 - принять участие в выполнении республиканских и международных научно-технологических программ и инновационных проектов по реализации задач, поставленных Главой государства Н. А. Назарбаевым в его Послании народу Казахстана «Стратегия “Казахстан – 2050”: новый политический курс состоявшегося государства», и по подготовке к международной выставке «ЭКСПО-2017»;
 - содействовать открытию новых инженерных специальностей в технических вузах в соответствии с потребностями Третьей индустриальной революции;
 - принять участие совместно с АО “Казгеология” в подготовке «Национальной программы развития минерально-сырьевой базы Казахстана до 2030 г.» для обеспечения сырьем действующих и новых предприятий горно-металлургической отрасли и создания производств на базе новых месторождений по выпуску металлов, ранее не производимых в Казахстане;
 - одобрить совместный проект НИА РК и Института устойчивых инновационных технологий Республики Словении и создать на основе заключенного между ними Меморандума Казахстанско-Словенский центр трансферта передовых технологий и обучения специалистов для их использования на предприятиях Республики Казахстан;
 - одобрить совместный проект НИА РК, Института ядерной физики Комитета по атомной энергии Министерства индустрии и новых технологий РК и Объединенного института ядерных исследований РФ (г. Дубна) о создании **Физико-энергетического института** (ФЭИ) на базе Евразийского национального университета им. Л. Н. Гумилева; целью создания ФЭИ является проведение научных исследований и разработок высоких технологий в области физики, альтернативной (в том числе атомной) и возобновляемой энергетики, а также подготовки высококвалифицированных специалистов физического, инженерно-физического и инженерно-технологического профиля.
- В торжественной обстановке были вручены дипломы членам академии, избранным в 2012 году.

ДЕТАЛЬНО ОСМЫСЛИТЬ И НАЧИНАТЬ РАБОТУ

Глубинный смысл нынешнего Послания Лидера нации «Стратегия “Казахстан-2050”: новый политический курс состоявшегося государства» заключается в том, что наша страна вступает в новую эпоху развития.

Послания Главы государства народу Казахстана мы с нетерпением ждем каждый год. Они стали одним из важнейших механизмов выработки стратегического курса развития страны, эффективным инструментом консолидации интересов и устремлений народа и власти.

Этап становления завершен. Казахстан состоялся как сильное государство с мощной экономикой, грамотной социальной политикой и, безусловно, очень высоким международным авторитетом. Базовые направления и показатели, установленные в Стратегии «Казахстан-2030», практически достигнуты, и стратегия де-факто выполнена досрочно.

Казахстанцы во главе с Лидером нации успешно выдержали самый жесткий экзамен начала третьего тысячелетия – глобальный финансово-экономический кризис. Выстроенная Первым Президентом современная социально-экономическая и политическая модель молодой суверенной республики продемонстрировала устойчивость даже в столь неблагоприятный для стран всего мира период суровых испытаний на прочность.

Мы эти испытания прошли с минимальными потерями, и поступательное развитие экономики Казахстана неуклонно продолжается.

Теперь наступает иное время, и Президент ставит принципиально новые цели. Выдвинутая Лидером нации Стратегия развития Казахстана до 2050 года – документ поистине глобального масштаба. В нем приведен всеобъемлющий и научно выверенный анализ ведущих мировых тенденций и вызовов века. И ставятся крайне серьезные задачи, решение которых в корне изменит жизнь всех казахстанцев. Для этого устанавливаются совершенно новые принципы дальнейшего развития экономики, и главный из них – всеобъемлющий прагматичный подход.

Соответственно меняются базовые ориентиры Государственной программы форсированного индустриально-инновационного развития. Правительству дано четкое поручение – считать дальнейшую индустриализацию страны главной задачей Стратегии развития Казахстана до 2050 года, консолидировать на решение данной задачи все необходимые внутренние ресурсы, выработать максимально прагматическую стратегию трансферта необходимых для страны технологий. Будет внедряться принципиально новая система управления природными ресурса-



ми. Устанавливаются новые системные векторы для развития науки, образования, инноваций.

Большое внимание уделено молодому поколению казахстанцев, новой концепции государственной молодежной политики, воспитанию истинных патриотов Казахстана, востребованных экономикой квалифицированных специалистов. Ведь именно сегодняшней молодежи предстоит стать главной движущей силой политического курса страны, как подчеркнул в своем выступлении Нурсултан Абишевич.

В стране теперь будет выстраиваться новая социальная модель, существенным отличием которой станет гарантирование каждому гражданину Казахстана нормального социального стандарта в условиях жизни, образовании, здравоохранении... Кардинально будет повышена эффективность работы всей системы государственного управления.

Приведенным, конечно, далеко не исчерпывается проблематика выдвинутой Лидером нации Стратегии «Казахстан-2050». Это фундаментальный документ, который охватывает весь спектр важнейших направлений развития страны на новом качественном уровне состоявшегося сильного государства, его органичного взаимодействия с мировым сообществом и активного участия в глобальных процессах развития человечества.

Теперь нам предстоит детально осмыслить этот масштабный документ, задачи в сфере нашей деятельности и, как говорится, засучив рукава, начать конкретную работу по их решению.

В области образования и науки эти задачи столь же масштабны, как и во всем Послании. Постоянное внимание к этой важнейшей сфере развития человеческого капитала проходит красной нитью в политике Лидера нации с первых дней независимости нашей страны. Поэтому совершенно справедливо, что в проекте Общенационального плана мероприятий по реализации Послания, который уже 15 декабря рассматривался на заседании Правительства, вопросам образования и науки посвящена почти треть позиций – это очень высокая ответственность.

В соответствии с Посланием нам, в частности, предстоит выйти на 100-процентный охват детей дошкольной подготовкой. Хочу подчеркнуть, что такой показатель еще не достигался за всю нашу историю. Решение данной задачи станет важным фактором развития социальной сферы на благо всех казахстанцев.

Профессионально-техническое и высшее образование однозначно должны быть ориентированы на реальные потребности экономики Казахстана. Это непростая задача, требующая совершенно нового уровня прогнозирования потребностей рынка труда в высококвалифицированных специалистах, коренного пересмотра учебных планов и программ, перестройки структуры государственного заказа в соответствии с новыми целями и показателями, установленными в Стратегии. Здесь нужен и совершенно иной уровень взаимодействия всех ключевых участников рынка труда – граждан страны, системы образования и бизнеса, эффективных форм государственно-частного партнерства.

Подготовленных в вузах и колледжах молодых специалистов теперь будет ожидать независимое подтверждение полученной квалификации с участием объединенных крупнейших работодателей. Данную систему мы формируем в соответствии с

недавними указаниями Главы государства на базисе анализа и адаптации самого передового международного опыта. Она станет еще одной гарантией реальной востребованности выпускников рынком труда и их высокой конкурентоспособности в современных условиях технологического развития. И прежде всего такая система будет ориентирована на развитие инженерного образования и современных технических специальностей с присвоением сертификатов о квалификации, соответствующих мировым требованиям.

Все это позволит вывести казахстанское образование на передовые позиции в мире, снять ряд социальных диспропорций в молодежной среде, количественно и качественно повысить уровень занятости молодежи. И тем самым обеспечить отечественному профессиональному образованию роль важнейшего социального лифта в жизни казахстанцев.

На потребности экономики должна ориентироваться и казахстанская наука. Президент поставил две важнейших цели – вывести наши исследования на мировой уровень и обеспечить прямое подключение науки к инновационному процессу. Для выполнения этого поручения мы должны обеспечить полноценное участие казахстанских ученых в масштабных международных научно-исследовательских проектах, стимулировать получение результатов мировой значимости и их публикацию в высокорейтинговых международных научных изданиях, то есть эффективно интегрироваться в мировой научный процесс. В данном направлении работа уже начата, и новая Стратегия развития страны дает ей еще более сильный импульс. И, думаю, самая ответственная задача для ученых страны – обеспечить востребованность науки экономикой, действенную кооперацию исследований и бизнеса. Для этого будет интенсивно развиваться научно-инновационная направленность работы ведущих казахстанских вузов, их соответствующая инфраструктура, бизнес-мышление специалистов и руководителей. Системным ориентиром здесь выступает Назарбаев Университет, созданный и работающий по самым современным международным стандартам, и создаваемый вокруг него интеллектуально-инновационный кластер. Данный опыт будет последовательно транслироваться на другие вузы страны, в первую очередь на исследовательские университеты и университеты инновационной направленности. В целом научно-исследовательская и инновационная деятельность должна стать ведущим приоритетом их развития.

Большой пласт работы казахстанских ученых лежит и в сфере развития языка, медицины, трансферта технологий, энергетики, особенно в связи с предстоящей выставкой «ЭКСПО-2017» в Астане, которая даст мощный импульс подключению отечественной науки к лучшим мировым достижениям.

Казахстанская правда
16.12.2012 г.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА

УДК 004.942

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА И ПРИМЕНЕНИЕ ВАРИАЦИОННЫХ АЛГОРИТМОВ

**Б. Т. ЖУМАГУЛОВ¹, Н. М. ТЕМИРБЕКОВ², С. Ж. РАХМЕТУЛЛИНА²,
Е. М. ТУРГАНБАЕВ², Н. Ф. ДЕНИСОВА², И. Т. БИТИМБАЕВ²**

¹Национальная инженерная академия Республики Казахстан

²Восточно-Казахстанский государственный технический университет
им. Д. Серикбаева

Статья посвящена вопросам разработки информационной системы экологического мониторинга «ЭКО Прогноз». В результате внедрения в г. Усть-Каменогорске автоматизированной системы наблюдений появилась возможность использования данных измерений в реальном времени для решения задач мониторинга. Представлена архитектура системы, описывается информационное и математическое обеспечение. Рассматриваются подход комплексного использования данных наблюдений, методов прямого и обратного моделирования процессов переноса загрязнений, а также задача о локализации точечного источника загрязнения по данным измерений, которая решается в рамках вариационного алгоритма. Приведен алгоритм решения задачи. Дан анализ результатов реализации описанного алгоритма.

Мақала «ЭКО болжау» экологиялық мониторингісінің ақпараттық жүйесін әзірлеу сұрақтарына арналған. Өскемен қаласында бақылаудың автоматтандырылған жүйесін енгізу нәтижесінде мониторинг есептерін шешу үшін берілген өлшемдерді нақты уақытта қолдану мүмкіндігі пайда болды. Жұмыста жүйенің архитектурасы көрсетілген, ақпараттық және математикалық қамтамасыз ету сипатталған. Ластанудың тасымалдау үдерістерінің тура және кері үлгілеу әдістерін, бақылауды кешендік қолдану тұрғысынан қарастырады. Вариациялық алгоритм шегінде шешілетін берілген өлшемдер бойынша ластанудың нүктелік көздерін оқшаулау туралы есеп қарастырылды. Есептің шешу алгоритмі келтірілген. Сипатталған алгоритмді жүзеге асыру нәтижелерінің талдауы жүргізілген.

The paper is devoted to problems of the “ECO Prognoz” Information System of Ecological Monitoring development. By introduction of the automated system of observations at Ust-Kamenogorsk city, the possibility appeared to use real-time observation data for the solving problems of monitoring. The information system architecture and description of software used are given. An approach of complex using of the observation data and methods of both direct and inverse simulation of processes of pollutants transfer are considered. It was studied the problem of localization of point source of pollution by measurement data, which is solved within the scope of variation algorithm. Algorithm of the problem solving is specified. Analysis of results of this algorithm realization has been completed.

В системе экологического мониторинга атмосферного воздуха г. Усть-Каменогорска функционирует автоматизированная система наблюдений за качеством воздуха, метеопараметрами, радиационным фоном, уровнем воды [1]. В результате внедрения этой системы появилась возможность использования оперативных данных мониторинга состояния атмосферного воздуха и базы данных ретроспективных наблюдений для решения задач, связанных с природоохранным прогнозированием. Актуальными в системе мониторинга качества атмосферного воздуха промышленного города являются задачи моделирования и прогнозирования загрязнения атмосферного воздуха, локализации и оценки мощностей источников загрязнения, определения зон, наиболее подверженных влиянию источников. Совместное использование методов математического моделирования, современных информационных технологий, ГИС, WEB технологий и данных наблюдений является эффективным инструментом для решения задач экологического мониторинга.

В статье рассматривается информационная система (ИС) мониторинга загрязнения атмосферного воздуха г. Усть-Каменогорска и представлены результаты применения вариационных алгоритмов при ее разработке.

Информационная система экологического мониторинга «ЭКО Прогноз». Специалистами ВКГТУ им. Д. Серикбаева разрабатывается ИС экологического мониторинга «ЭКО Прогноз» [2]. Система построена на клиент-серверной архитектуре, состоящей из:

- серверной части, физически размещенной на центральном сервере системы и состоящей из веб-сервера и сервиса прогнозирования;
- клиентской части, организованной по технологии «тонкий клиент».

Взаимодействие пользователей с системой осуществляется посредством интуитивно понятного графического веб-интерфейса (рис. 1).

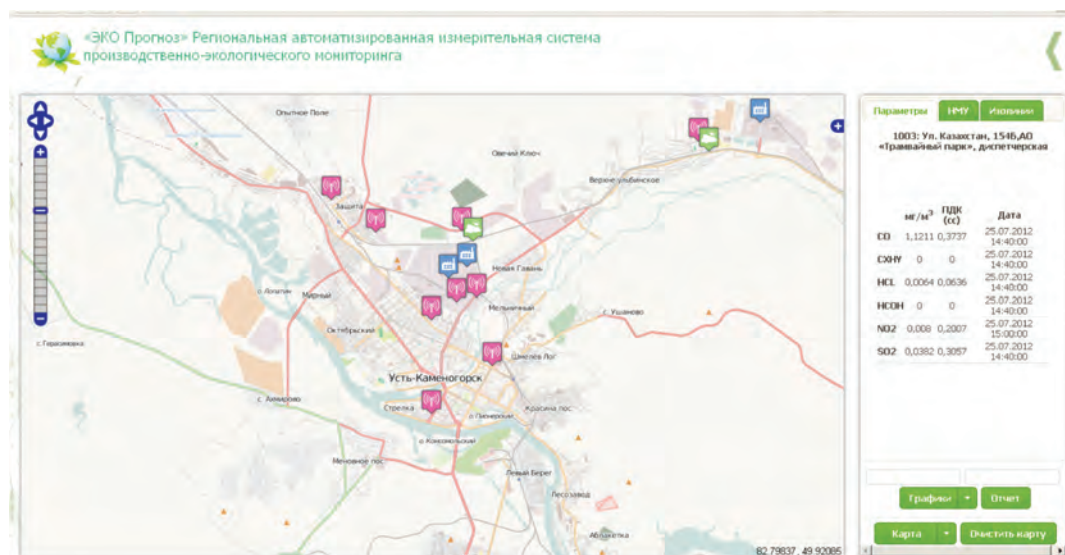


Рис. 1. Окно информационной системы

В состав системы входят модули расчета поля ветра, расчета концентраций загрязняющих веществ в атмосфере, определения источников выбросов, визуализации данных.

Схема взаимодействия этих модулей показана на рис. 2.

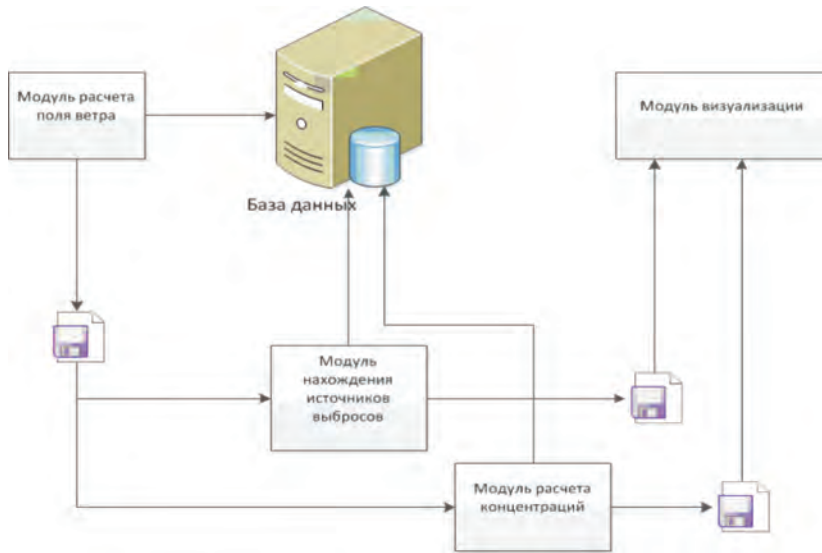


Рис. 2. Схема взаимодействия модулей системы

Для получения необходимых для расчетов оперативных данных используется база данных (БД). Результаты расчетов передаются в модуль визуализации данных, который, выполнив визуализацию, сохраняет результаты в файлах. При обращении пользователя файлы изолиний считываются и в формате XML отправляются пользователю посредством технологии AJAX. Схема взаимодействия представлена на рис. 3.

Информационное обеспечение системы формируется из различных источников: «пункты наблюдения», «источники загрязнения», «гео».



Рис. 3. Визуализация данных

База данных «пункты наблюдения» создается в процессе функционирования автоматизированной системы мониторинга. База данных «источники загрязнения» содержит сведения из официальных данных предприятий – природопользователей. Картографические данные «гео» представлены в виде xls-файлов, хранящих описание карты землепользования. БД обеспечивает архивирование и долговременное хранение информации, полученной в результате работы датчиков и каналов передачи данных.

БД выполнена в виде набора взаимосвязанных реляционных таблиц и вспомогательных объектов, обеспечивающих корректную обработку и хранение данных. Контроль данных в БД осуществляется с помощью встроенных средств СУБД (проверок ссылочной целостности, формирования ключей, индексов). Данные считываются посредством параметрических SQL запросов.

Математическое обеспечение системы, вариационные алгоритмы. Наиболее перспективным для решения задач оценки и прогнозирования природных процессов является подход, базирующийся на классическом вариационном принципе Лагранжа с использованием сопряженных уравнений. Фундаментальными разработками в области вариационных алгоритмов занимаются ученые ИВМ и МГ СО РАН [3–7].

В соответствии с этим подходом с помощью интегральных тождеств математические модели записываются в вариационной форме. Метрика и функционалы для определения этих тождеств выбираются таким образом, чтобы согласовать описание процессов различных пространственно-временных масштабов и объединить различные по содержанию модели в единый комплекс.

Основной функционал для организации моделирования строится с учетом в комплексе моделей, доступных данных об источниках, результатов наблюдений различных типов с учетом минимизации влияния неопределенности включаемых в функционал моделей и данных.

Дискретизация функционалов осуществляется с использованием методов слабой аппроксимации, расщепления и декомпозиции. Окончательные дискретные аппроксимации моделей и алгоритмы моделирования получаются из условий стационарности моделей к вариациям компонентов функции состояния.

Роль сопряженных задач в вариационном моделировании заключается в формировании связей между возмущениями объектов, определенных в пространстве функций состояния с возмущениями характеристик из пространства параметров; технология прогнозирования осуществляется на основе соотношений чувствительности.

Задача о нахождении источников загрязнения по данным измерений. Рассмотрим задачу о нахождении источников загрязнения по данным измерений. Диффузионное приближение уравнения распространения субстанций в атмосфере описывается следующим уравнением [8]:

$$\frac{\partial \varphi}{\partial t} + \operatorname{div} \bar{u} \varphi = f + \frac{\partial}{\partial z} \left(\mu_z \frac{\partial \varphi}{\partial z} \right) + \bar{\Delta} \varphi, \quad \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0, \quad (1)$$

где

$$\operatorname{div} \bar{u} \varphi = u \frac{\partial \varphi}{\partial x} + v \frac{\partial \varphi}{\partial y} + w \frac{\partial \varphi}{\partial z}, \quad \bar{\Delta} \varphi = \frac{\partial}{\partial x} \mu_x \frac{\partial}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y} \mu_y \frac{\partial}{\partial y}.$$

Здесь t – время; f – функция, описывающая источники примесей; μ_x, μ_y – горизонтальные коэффициенты турбулентности; μ_z – вертикальный коэффициент турбулентности; u, v, w – компоненты вектора скорости ветра в направлениях декартовых координат; φ – концентрация загрязняющего вещества.

Задача (1) решается в области $D = \{0 \leq x \leq X, 0 \leq y \leq Y, h \leq z \leq H, 0 \leq t \leq T\}$ при начальных и краевых условиях. Начальное условие: $\varphi = \varphi_0$ при $t = 0$. В качестве краевых условий примем:

$$\begin{aligned} \mu_x \frac{\partial \varphi}{\partial x} &= 0 \text{ при } x = 0, X; \quad \mu_y \frac{\partial \varphi}{\partial y} = 0 \text{ при } y = 0, Y; \\ -\mu_z \frac{\partial \varphi}{\partial z} &= q_i - V_a \varphi \text{ при } z = h; \quad \mu_z \frac{\partial \varphi}{\partial z} = 0 \text{ при } z = H. \end{aligned}$$

где q_i – источники примесей на нижней границе; V_a – скорость оседания примесей.

Гидродинамический фон для расчета поля концентрации загрязняющего вещества формируется с помощью модели циркуляции атмосферы.

Первым этапом нахождения численного решения является аппроксимация по времени. Уравнение модели (1) в дифференциальной форме имеет вид

$$\begin{aligned} \frac{\partial \varphi}{\partial t} + A_x \varphi + A_y \varphi + A_z \varphi &= f, \\ \varphi|_{t=0} &= \varphi_0, \end{aligned}$$

где A_x, A_y, A_z – дифференциальные операторы.

Введем аппроксимацию по времени и рассмотрим чисто неявную схему:

$$\frac{\varphi^n - \varphi^{n-1}}{\tau} + (\Lambda_x + \Lambda_y + \Lambda_z) \varphi^n = f^n, \quad \varphi^0 = \varphi_0, \quad (2)$$

где $\Lambda_x, \Lambda_y, \Lambda_z$ – разностные операторы, соответственно аппроксимирующие A_x, A_y, A_z ; τ – шаг по времени; n – индекс по времени, $0 \leq n \leq N_T$. Эволюционная задача (2) с помощью расщепления по пространственным переменным сводится к последовательному решению ряда задач [9]:

$$(E + \tau \Lambda_z) \varphi_1^n - (\varphi_3^{n-1} + \tau f^n) = 0;$$

$$(E + \tau \Lambda_x) \varphi_2^n - \varphi_1^n = 0;$$

$$(E + \tau \Lambda_y) \varphi_3^n - \varphi_2^n = 0,$$

где $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$ – значения функции φ на дробных шагах расщепления, $\varphi_3^n = \varphi^n$; E – единичная матрица.

В соответствии с вариационными принципами соотношения, связывающие неизвестную функцию источников с данными измерений, выглядят следующим образом [9]:

$$\begin{aligned}\varphi^{*N_T} &= \varphi_1^{*N_T} = 0; \\ (E + \tau\Lambda_y)^* \varphi_3^{*n} &= \varphi_1^{*n+1} + \tau p_m^n; \\ (E + \tau\Lambda_x)^* \varphi_2^{*n} &= \varphi_3^{*n}; \\ (E + \tau\Lambda_z)^* \varphi_1^{*n} &= \varphi_2^{*n};\end{aligned}\tag{3}$$

где φ^* – сопряженная функция; p_m – функция измерений в точке m , в системе мониторинга это точка расположения газоанализатора. Если сопряженная функция удовлетворяет (3), то выполняется тождество Лагранжа:

$$\langle \varphi, p_m \rangle = \langle \varphi_m^*, f \rangle.\tag{4}$$

Из тождества Лагранжа для фактов измерений можно получить систему

$$\Gamma f = \psi,\tag{5}$$

где Γ – матрица сопряженных функций, соответствующих множеству функционалов наблюдений; ψ – данные измерений; f – искомая функция источника. Решение системы (5) позволяет по матрице сопряженных функций и данным измерений определить расположение источников загрязнения.

Результаты применения вариационного алгоритма для локализации источников загрязнения. Для проверки алгоритма рассмотрен двумерный случай. Точечный источник расположен в точке $x = 30$, $y = 30$, момент его действия $t = 1$. Результаты определения координат источника представлены на рис. 4. Источник изображен в виде окружности красного цвета. Координаты источника восстановлены по данным наблюдений на момент времени $t = 60$ и матрице сопряженных функций. Координаты пунктов наблюдений (30,40); (10,30); (20,25); (10,10); (20,15), пункты наблюдений обозначены окружностями зеленого цвета. Процесс поиска координат источника представлен в динамике, начиная с момента времени $t = 60$, когда был проведен замер, заканчивая моментом действия источника $t = 1$. Изолинии на рисунках отображают восстановленный источник. Найденные с помощью описанного алгоритма координаты источника и координаты заданного источника согласуются, что подтверждает возможность использования описанного алгоритма в системе мониторинга.

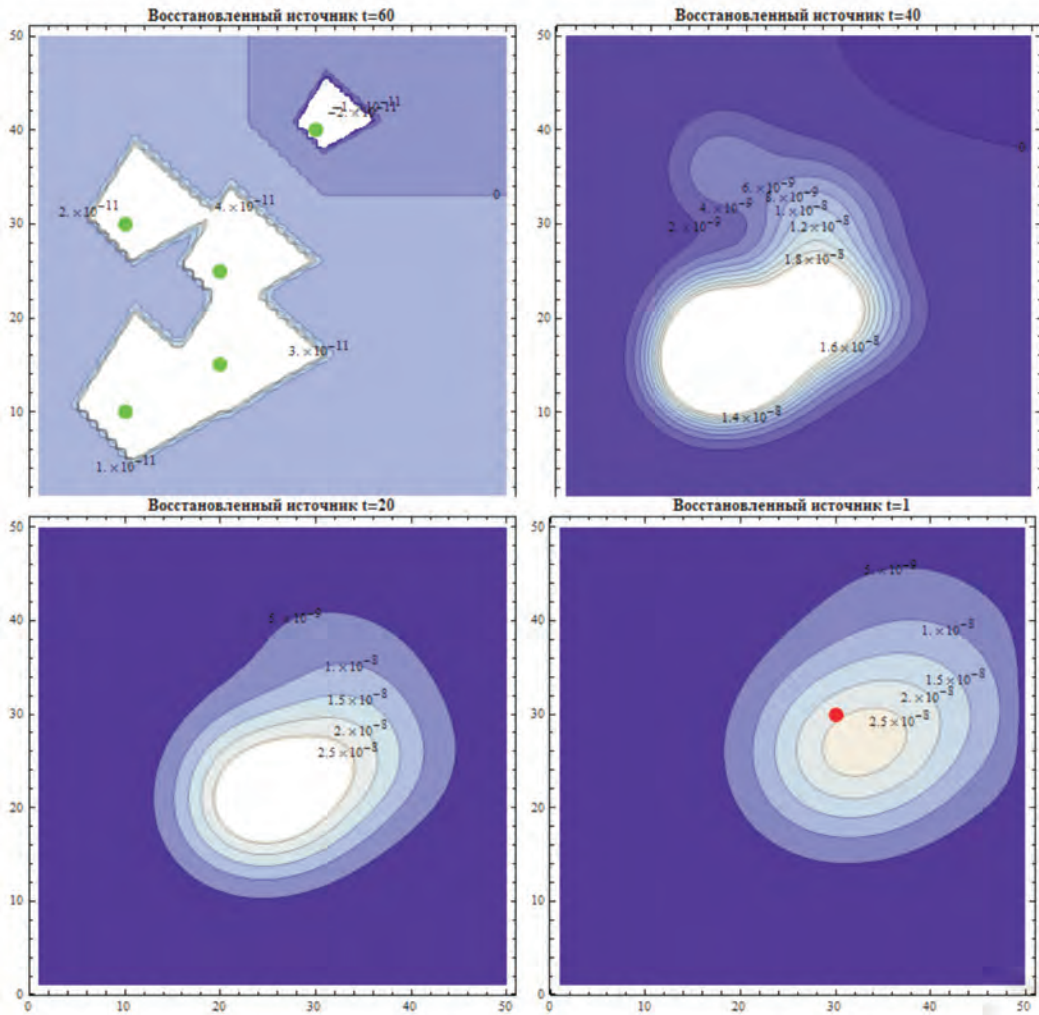


Рис.4. Результаты определения источника

Таким образом, разработка информационной системы мониторинга загрязнения атмосферного воздуха, включающей в себя функции ГИС и имеющей web интерфейс, является одним из актуальных и значимых направлений развития информационных технологий экологического мониторинга. Работа над расширением аналитической составляющей системы по использованию вариационных алгоритмов показала, что алгоритм нахождения точечного источника дает удовлетворительный результат и может быть применен в системах экологического мониторинга. На данном этапе программный модуль, реализующий алгоритм нахождения источника, внедряется в информационную систему мониторинга за качеством воздуха г. Усть-Каменогорска «ЭКО Прогноз». Кроме этого, осуществляется реализация такого алгоритма для постоянно действующих и множественных источников.

Работа проводилась в рамках государственного заказа по бюджетной программе 120 «Грантовое финансирование Комитета науки Министерства образования и науки Республики Казахстан».

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Корешков Г.Л. Центр экологической безопасности: ответственность за решение проблем // Экосфера. – 2012. – №12. – С.25–29.
- 2 Рахметуллина С.Ж., Денисова Н.Ф., Битимбаев И.Т. Применение вариационных алгоритмов в системе экологического мониторинга // Информатизация общества: мат-лы. III Межд. науч.-практич. конф. – Астана, 2012. – С. 322–325.
- 3 Пененко В.В. Вариационное усвоение данных в реальном времени // Вычислительные технологии. – 2005. – Т.10, № 8. – С. 9–20.
- 4 Penenko V.V., Tsvetova E.A. Variational technique for environmental risk/vulnerability assessment and control. Air, Water and Soil Quality Modelling for Risk and Impact Assessment / Ebel A. and Davitashvily T. (eds.). Springer, Dordrecht, The Netherlands. – 2007. P. 15–28.
- 5 Penenko V., Tsvetova E. Discrete-analytical methods for the implementation of variational principles in environmental applications // Journal of Computational and Applied Mathematics. – 2008. doi:10.1016/j.cam.2008.08.018.
- 6 Пененко В.В. Численные схемы для адвективно-диффузионных уравнений с использованием локальных сопряженных задач. – Новосибирск: Сиб. отд-ние ВЦ, 1993. – № 948. – С. 1–50.
- 7 Пененко В.В., Алоян А.Е. Модели и методы для задач охраны окружающей среды. – Новосибирск: Наука, 1985. – 254 с.
- 8 Рахметуллина С.Ж. Математическое обеспечение подсистемы прогноза информационной системы мониторинга атмосферного загрязнения // Региональный вестник Востока. – 2010. – № 1. – С. 35–42.
- 9 Пененко В.В., Пененко А.В. Технологии численного моделирования. Вариационные принципы в природоохранном прогнозировании: Методические указания. – Усть-Каменогорск: ВКГТУ, 2011. – 24 с.

ВЛИЯНИЕ КОММУНИКАЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ ОБЩЕСТВА НА ДИНАМИКУ ВНЕДРЕНИЯ ИННОВАЦИЙ

И. Т. ПАК¹, И. Э. СУЛЕЙМЕНОВ²

¹Институт проблем информатики и управления МОН РК

²АО «Алматинский университет энергетики и связи»

Рассмотрены возможные пути уточнения известной диффузионной модели Басса по отношению к задаче продвижения инновации на рынок на начальных этапах. Путем анализа диффузионной модели Басса, характеризующейся обыкновенным дифференциальным уравнением, отражающим связанности коммуникационных пространств, доказано существенное влияние коммуникационной структуры на динамику продвижения инновации. Показано, что для детального описания динамики внедрения инновации и новых товаров и услуг на рынок требуется последовательный учет коммуникационной структуры общества.

Бастапқы сатыларда инновацияларды нарыққа шығару мақсатына қатысты Баастың белгілі диффузиялық үлгісін нақтылау жолдары қарастырылды. Коммуникациялық кеңістіктің байланысын көрсететін қарапайым дифференциалды теңдеумен сипатталатын, Бастың диффузиялық үлгісін талдау жолымен коммуникациялық кеңістіктің инновацияның алға басу серпініне айтарлықтай әсер ететіні дәлелденген. Инновациялар мен жаңа тауарлар, қызмет көрсетуді нарыққа енгізу серпінін нақты сипаттау үшін қоғамның коммуникациялық құрылымының кезектік есебі қажет.

In the paper possible ways of refinement of the known Bass diffusion model for the problem of innovation market promotion at the initial stages are considered. By analysis of Bass diffusion model characterizing by standard differential equation, presenting coherence of communication spaces, essential influence of communication structure on dynamic of innovation promotion was proved. It was shown that for detailed description of dynamics of innovation introduction and new products and services promotion sequential account of communication structure of society is required.

Для описания динамики внедрения инноваций (новых товаров или услуг) на рынок и прогнозирования объема продаж в настоящее время используется ряд моделей. Широко известна, в частности, диффузионная модель Басса [1], которая приводит к логистической кривой, описывающей зависимость объема продаж нового товара (услуги) от времени.

Известны также многочисленные попытки разработать уточнения к модели [1], в частности [2–5]. Например, в работе [5] в уравнение, описывающее динамику продвижения инноваций на рынок, вводится дополнительный стохастический член, призванный отразить влияние неконтролируемых факторов и тем самым оценить точность прогноза на основе модели [1].

В статье уточнения в модель [1] вводятся на основе представлений о коммуникационной структуре общества. В частности, это позволяет объяснить, почему именно непрямые методы коммуникационного менеджмента часто оказываются намного более эффективными, нежели традиционные рекламные мероприятия. На этой основе показано, что учет факторов, обусловленных коммуникационной структурой общества, является наиболее важным на начальных стадиях внедрения инновации.

Установлено также, что упомянутые факторы позволяют поставить и решить задачу о выработке оптимальной стратегии продаж на новых рынках на основе данных, относящихся к уже освоенным.

Модель [1] может быть сформулирована в терминах дифференциального уравнения, отражающего динамику продаж:

$$\frac{dN}{dt} = \alpha(N_0 - N)N + \beta(N_0 - N), \quad (1)$$

где коэффициентами α и β характеризуют интенсивность информационных воздействий, определяющих динамику продвижения инновации на рынок; N_0 – потенциал рынка по отношению к данному товару или услуге; $N(t)$ – число потребителей в момент времени t . Традиционно член, пропорциональный α , связывают с межличностными коммуникациями, а член, пропорциональный β , – с воздействием средств массовой информации.

Решение этого уравнения может быть записано в виде

$$N(t) = \frac{N_0 - cN_1 \exp(-t/\tau)}{1 + c \exp(-t/\tau)}, \quad (2)$$

где $N_1 = \beta/\alpha$, $\frac{1}{\tau} = \alpha(N_0 + N_1) = \alpha N_0 + \beta$, а постоянная определяется из начального условия как

$$N(0) = \frac{N_0 - cN_1}{1 + c}. \quad (3)$$

Выражение (2) можно записать также через традиционно используемую логистическую (сигмоидальную) кривую

$$N(t) = \frac{N_0 + N_1}{1 + c \exp(-t/\tau)} - N_1. \quad (4)$$

Запись (4) подчеркивает, что при $\beta \neq 0$ и $t \rightarrow -\infty$ решение уравнения (1) принимает отрицательные значения, что, однако, не противоречит физическому смыслу задачи, так как решение уравнения (1) обладает смыслом только при $t > 0$.

Указание явной связи между параметрами логистической кривой и начальным значением рассматриваемого решения подчеркивает следующее обстоятельство, которому в литературе не уделялось должного внимания. А именно прогнозирование продаж по существу требует решения **двух** независимых задач. Одна из них касается собственно прогноза продаж на основе данных об известном поведении функции $N(t)$ на начальном этапе и сводится к решению уравнения (1) или его аналогов, а вторая предусматривает предварительное определение начальных условий. Первая из указанных задач подробно анализируется в литературе. Вторая освещена намного менее полно.

Целью этой работы является исследование возможности прогноза именно начальных условий, т.е. разработка алгоритма для максимально полного предварительного прогноза продаж.

Поставленную задачу можно сформулировать несколько иначе, как задачу прогноза динамики продаж именно на начальном этапе внедрения инновации.

Для ее решения рассмотрим обобщение уравнения (1), учитывающее коммуникационную структуру общества (или его фрагмента). Такое обобщение может быть записано в виде

$$\frac{df(\mathbf{v}, t)}{dt} = (f_0(\mathbf{v}) - f(\mathbf{v}, t)) \int_{\mathfrak{R}} \alpha(\mathbf{v}, \mathbf{v}', t) f(\mathbf{v}', t) d\mathbf{v}' + \beta(\mathbf{v}, t) (f_0(\mathbf{v}) - f(\mathbf{v}, t)), \quad (5)$$

где через вектор \mathbf{v} обозначена совокупность переменных, описывающих экономическую и коммуникационную структуру рассматриваемого фрагмента социума (города, региона и т.д.). В простейшем случае имеет место

$$\mathbf{v} = \{\mathbf{r}, u\}, \quad (6)$$

где \mathbf{r} – вектор пространственных координат; u – переменная, характеризующая распределение потребителей по уровню доходов. $f(\mathbf{v})$ есть функция распределения потребителей в пространстве \mathfrak{R} векторов \mathbf{v} . Функции $\alpha(\mathbf{v}, \mathbf{v}', t)$ и $\beta(\mathbf{v}, t)$ имеют тот же смысл, что и для соотношения (1), однако относятся к определенным группам потребителей. В частности, функция $\alpha(\mathbf{v}, \mathbf{v}', t)$ характеризует воздействие потребителей (уже приобретших рассматриваемый товар) из окрестности точки \mathbf{v}' на потребителей (еще не купивших товар) в окрестности точки \mathbf{v} . Функция $f_0(\mathbf{v})$ характеризует динамику продаж в условиях установления равновесия на рынке.

Напомним, что в этой работе рассматривается динамика продаж на начальном этапе внедрения инновации. Соответственно можно считать, что выполняется условие

$$f(\mathbf{v}', t) \ll f_0(\mathbf{v}). \quad (7)$$

При выполнении (7) уравнение (6) переходит в

$$\frac{df(\mathbf{v}, t)}{dt} \approx f_0(\mathbf{v}) \int_{\mathfrak{R}} \alpha(\mathbf{v}, \mathbf{v}') f(\mathbf{v}', t) d\mathbf{v}' + \beta(\mathbf{v}) f_0(\mathbf{v}), \quad (8)$$

где учтено, что функцию $\alpha(\mathbf{v}, \mathbf{v}')$, которая собственно и характеризует коммуникационную структуру общества, можно считать независимой от времени. По крайней мере, она меняется значительно медленнее, чем характерное время продвижения инновации на рынок (порядка 1 года). Предполагается также, что функция $\beta(\mathbf{v})$ не зависит от времени.

Определим не зависящую от времени функцию $\varphi(\mathbf{v})$, такую, что

$$-\int_{\mathfrak{R}} \alpha(\mathbf{v}, \mathbf{v}') \varphi(\mathbf{v}') d\mathbf{v}' + \beta(\mathbf{v}) = 0. \quad (9)$$

Тогда функция $f'(\mathbf{v})$, такая, что

$$f(\mathbf{v}, t) = f'(\mathbf{v}, t) - \varphi(\mathbf{v}), \quad (10)$$

будет удовлетворять уравнению

$$\frac{df'(\mathbf{v}, t)}{dt} \approx f_0(\mathbf{v}) \int_{\mathfrak{R}} \alpha(\mathbf{v}, \mathbf{v}') f'(\mathbf{v}', t) d\mathbf{v}'. \quad (11)$$

Уравнение (8) допускает решение методом разделения переменных, а именно будем искать его решение в виде

$$f'(\mathbf{v}, t) = F(\mathbf{v})Q(t). \quad (12)$$

Тогда

$$F(\mathbf{v}) \frac{dQ(t)}{dt} \approx Q(t) f_0(\mathbf{v}) \int_{\mathfrak{R}} \alpha(\mathbf{v}, \mathbf{v}') F(\mathbf{v}') d\mathbf{v}'. \quad (13)$$

Разделив (13) на произведение (12), получим

$$\frac{1}{Q(t)} \frac{dQ(t)}{dt} \approx \frac{f_0(\mathbf{v})}{F(\mathbf{v})} \int_{\mathfrak{R}} \alpha(\mathbf{v}, \mathbf{v}') F(\mathbf{v}') d\mathbf{v}'. \quad (14)$$

Правая и левая части соотношения (14) зависят от разных переменных, соответственно это равенство может выполняться только при условии, что эти части равны некоторой константе ξ_n , т.е.

$$f_0(\mathbf{v}) \int_{\mathfrak{R}} \alpha(\mathbf{v}, \mathbf{v}') F(\mathbf{v}') d\mathbf{v}' = \xi_n F(\mathbf{v}) \quad (15)$$

и

$$\frac{dQ(t)}{dt} = (\xi_n + \beta) Q(t). \quad (16)$$

Уравнение (15) показывает, что константа деления переменных ξ_n представляет собой одно из собственных значений

$$\mathbf{A}F = \xi_n F,$$

оператора \mathbf{A} , определяемого равенством

$$\mathbf{A}F = f_0(\mathbf{v}) \int_{\mathfrak{R}} \alpha(\mathbf{v}, \mathbf{v}') F(\mathbf{v}') d\mathbf{v}'. \quad (17)$$

Спектр оператора такого вида, вообще говоря, может быть как дискретным, так и непрерывным. В обозначениях, отвечающих случаю дискретного спектра, общее решение рассматриваемой задачи следует записать как

$$f(\mathbf{v}, t) = -\varphi(\mathbf{v}) + \sum_{n=1}^{\infty} C_n \exp(\xi_n t) F_n(\mathbf{v}), \quad (18)$$

где C_n – константы, подлежащие определению из начального условия.

Решение (18) позволяет, в частности, объяснить, почему соотношение (2), вытекающее из диффузионной модели Басса, выполняется с высокой точностью при продвижении инноваций в регионах (или государствах), обладающих различающейся коммуникационной структурой.

Действительно, при возрастании в разложении (18) будет доминировать только одно слагаемое в силу экспоненциального роста каждого из них. Можно сказать, что продвижение инновации на рынок в любом случае определяется главной коммуникационной модой, соответствующий коэффициент в дальнейшем будем обозначать C_1 .

Этого, однако, нельзя сказать относительно начального этапа продвижения инноваций. Действительно, начальное условие при продвижении любой инновации, строго говоря, должно записываться в виде

$$f(\mathbf{v}, 0) = 0 \quad (19)$$

или

$$-\varphi(\mathbf{v}) + \sum_{n=1}^{\infty} C_n F_n(\mathbf{v}) = 0. \quad (20)$$

Применим к равенству (20) оператор \mathbf{A} . Имеем

$$\sum_{n=1}^{\infty} C_n \xi_n F_n(\mathbf{v}) = \beta(\mathbf{v}). \quad (21)$$

С точки зрения обсуждения задач коммуникационного менеджмента это соотношение является наиболее важным. Покажем это, рассматривая для наглядности случай, когда оператор \mathbf{A} является симметричным, т.е.

$$\int_{\mathfrak{R}} g_1(\mathbf{v}) a(\mathbf{v}, \mathbf{v}') g_2(\mathbf{v}') d\mathbf{v}' = \int_{\mathfrak{R}} g_2(\mathbf{v}) a(\mathbf{v}, \mathbf{v}') g_1(\mathbf{v}') d\mathbf{v}'. \quad (22)$$

В данном случае все собственные функции оператора \mathbf{A} ортогональны, т.е.

$$\langle F_m(\mathbf{v}), F_n(\mathbf{v}) \rangle = \int_{\mathfrak{R}} F_m(\mathbf{v}) F_n(\mathbf{v}) d\mathbf{v} = 0. \quad (23)$$

Умножая скалярно (21) на $F_m(\mathbf{v})$, имеем

$$C_m \xi_m \langle F_m(\mathbf{v}), F_m(\mathbf{v}) \rangle = \langle F_m(\mathbf{v}), \beta(\mathbf{v}) \rangle, \quad (24)$$

так как остальные члены ряда обращаются в ноль в силу (23).

Таким образом, для коэффициента C_1 , определяющего вклад главной коммуникационной моды, можно записать

$$C_1 = \frac{\langle F_1(\mathbf{v}), \beta(\mathbf{v}) \rangle}{\xi_1 \langle F_1(\mathbf{v}), F_1(\mathbf{v}) \rangle}. \quad (25)$$

Видно, что начальный этап продвижения товара в значительной мере определяется коммуникационной структурой региона.

Действительно, функция $\beta(\mathbf{v})$ по существу отражает характер усилий, затрачиваемых компанией на продвижение товара на начальном этапе (они могут быть неоднородно распределены по географическим и территориальным зонам, социальным группам и т.д.). Однако из всех членов разложения $\beta(\mathbf{v})$ по собственным функциям оператора \mathbf{A} только первый член действительно влияет на продажи. Остальные составляющие вектора $\beta(\mathbf{v})$ (и соответствующие им затраты на продвижение инновации) в действительности пропадают втуне.

Таким образом, коммуникационная структура общества самым существенным образом влияет на динамику продвижения инновации даже тогда, когда это явно не вытекает из вида кривых, отражающих динамику продаж. Учет такой структуры необходим для адекватного формирования стартовых условий продвижения новых товаров и услуг на рынок.

ЛИТЕРАТУРА

1 Bass F. M. A new product growth model for consumer durables // *Mgmt Sci.* – 1969. – N15. – P. 215-227.

2 Parker P. M. Aggregate diffusion forecasting models in marketing: a critical review // *Int. J. Forecasting.* – 1994. – N10 – P.353-380.

3 Chatterjee R. and Eliashberg J. The Innovation Diffusion Process in a Heterogeneous Population: A Micromodeling Approach // *Management Science*. – 1990. – N 36(9). – P.1057–1079.

4 Skiadas C. H., Giovanis A. N. A stochastic Bass innovation diffusion model for studying the growth of electricity consumption in Greece // *Applied stochastic models and data analysis*. – 1997. – N13. – P.85–101.

5 Skiadas C. H., Giovanis A. N. and Dimoticalis J. A sigmoid stochastic growth model derived from the revised exponential / In J. Janssen and C. H. Skiadas (eds) // *Applied Stochastic Models and Data Analysis*. – Singapore, 1993. – P. 864–870.

ОЦЕНКА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ОБРАЗЦА КЛАСТЕРНОЙ ГИБРИДНОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ НА БАЗЕ GPU-ПРОЦЕССОРОВ

Д. Ш. АХМЕДОВ, С. А. ЕЛУБАЕВ, Р. Д. ПОВЕТКИН

ДТОО «Институт космической техники и технологий»

АО «Национальный центр космических исследований и технологий»

Современные графические ускорители обладают не только колоссальными вычислительными возможностями, но и достаточно сложной архитектурой, затрудняющей их эффективное использование при решении некоторых задач. При адаптации алгоритмов под графические ускорители достаточно часто узким местом оказываются не производительность GPU, а недостаточный объем какого-либо типа памяти, затраты на подготовку данных центральным процессором или неэффективность использования потоковых процессоров. Проведено тестирование экспериментального образца кластерной гибридной вычислительной системы в целях определения реальной производительности системы. Для этого был выбран специализированный тест производительности для гибридных вычислительных машин CUDA Accelerated Linpack.

Қазіргі графикалық үдеткіштер мол есептеуіш мүмкіндіктермен ғана емес, кейбір саладағы есептеулер кезінде оларды тиімді пайдалануын қиындататын едәуір күрделі архитектураға ие. Графикалық үдеткіштерге алгоритмдердің бейімделуі кезінде GPU-дың осал жері өнімділігі емес, жады көлемінің жеткіліксіздігі немесе орталық процессордың мәліметтерді әзірлеу шығындары алде ағынды процессорларды қолданудың тиімсіздігі болып табылады.

Осы жұмыста, жүйенің нақты өнімділігін анықтау мақсатында, кластерлік гибридік есептеуіш жүйенің тәжірибелі үлгісі тасталды. Тестіні өткізу үшін гибридік есептеу машиналарына арналған Cuda Accelerated Linpack тасталды.

Modern graphics accelerators have great computational capabilities but at the same time, much enough complex architecture that makes difficult their effective using for solving problems in some fields. Often, when adapting algorithms for graphics accelerators, bottleneck is not GPU productivity but insufficient volume of any type of memory, time consumption for data preparation by CPU or inefficient of stream processors using.

In this paper, results of carried out testing of experimental sample of the cluster hybrid computing system for the purpose of evaluation of real productivity of system are presented. To the test realization hybrid computers specialized software "Cuda Accelerated Linpack" was selected.

С увеличивающейся сложностью расчетов возрастают требования к вычислительным ресурсам. В этой связи альтернативу дорогостоящим суперкомпьютерам составляют персональные гибридные вычислительные системы (ПГВС) на базе графических карт [1]. В свою очередь, архитектурные особенности ПГВС накладывают ограничения на производительность. Так, максимальная производительность персональной гибридной вычислительной системы в форм-факторе MiniTower ограничивается 3 ТFlops одинарной точности и 1,5 ТFlops двойной точности. Существуют задачи, для которых недостаточно этой производительности и требуются мощности нескольких вычислительных систем, объединенных в один кластер. Особенностью кластера является масштабируемость, то есть возможность увеличения количества узлов системы с пропорциональным ростом производительности.

В этой работе проведено тестирование экспериментального образца кластерной гибридной вычислительной системы (КГВС) в целях определения реальной производительности образца.

Кластерная гибридная вычислительная система. Разработан экспериментальный образец кластерной гибридной вычислительной системы на базе GPU-процессоров. Под кластерной гибридной вычислительной системой на базе GPU-процессоров понимается кластерная сеть, узлы которой представляют собой адаптированные для такой цели персональные гибридные вычислительные системы на базе GPU-процессоров. Узлы этого кластера соединяются с помощью высокоскоростной шины InfiniBand, предназначенной как для внутрисистемных, так и для межсистемных соединений. InfiniBand – одна из самых быстроразвивающихся технологий на рынке – в области высокопроизводительных вычислений InfiniBand стала фактическим стандартом предпочтительной технологии межсистемных соединений.

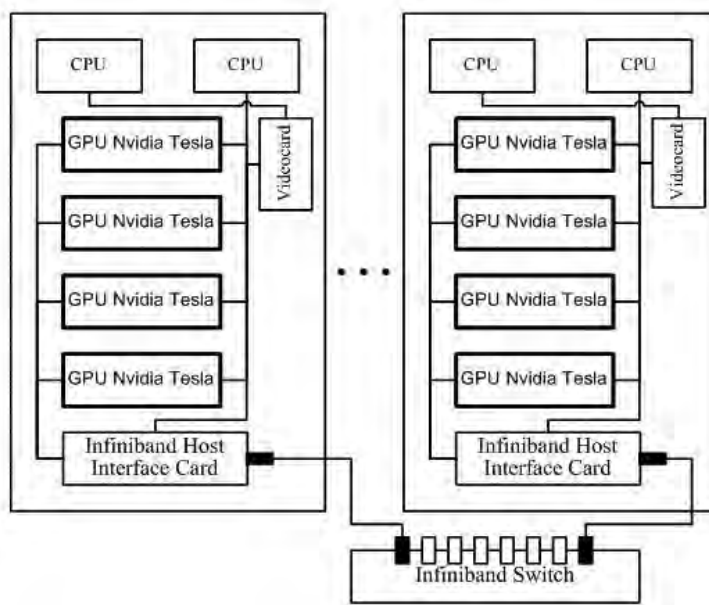


Рис. 1. Структурная схема кластерной гибридной вычислительной системы на базе графических процессоров

Построена обобщенная архитектура кластерной гибридной вычислительной системы на базе GPU-процессоров (рис. 1). Кластерная вычислительная система состоит из некоторого количества вычислительных узлов, объединенных в сеть при помощи коммутатора посредством кабелей. Каждый из вычислительных узлов может содержать от двух до трех графических процессоров и обладать пиковой производительностью от двух до трех Тфлопс одинарной точности (от 1 до 1,5 Тфлопс двойной точности). Также каждый вычислительный узел содержит канальный адаптер для соединения с коммутатором. Суммарная производительность вычислительного кластера определяется максимальным количеством вычислительных узлов в кластере и зависит от числа портов коммутатора. Использование восьмипортового коммутатора InfiniBand и пяти – восьми вычислительных узлов на базе графических процессоров

с производительностью 1,5 двойной точности и 3 Тфлопс одинарной точности позволит обеспечить пиковую производительность от 8 до 12 Тфлопс двойной точности и от 16 до 24 Тфлопс одинарной точности.

Тестирование производительности кластерной системы. Производительность кластера зависит от основных двух параметров: производительности отдельных узлов кластера и производительности коммуникационной среды.

Основными характеристиками быстродействия сети являются *латентность* (latency) и *пропускная способность* (bandwidth) [2].

Под *пропускной способностью* R сети понимают количество информации, передаваемой между узлами сети в единицу времени (байт в секунду). Очевидно, что реальная пропускная способность снижается программным обеспечением за счет передачи разного рода служебной информации.

Латентностью (задержкой) называется время, затрачиваемое программным обеспечением и устройствами сети на подготовку к передаче информации по данному каналу. Полная латентность складывается из программной и аппаратной составляющих.

Тестирование совершенно необходимо и его результаты явно или опосредованно используются на всех этапах жизненного цикла вычислительной кластерной системы.

Результаты тестов позволяют:

- на стадии проектирования принимать решения о примерном составе будущей вычислительной системы;
- на стадии отладки и ввода в эксплуатацию путем сравнения с аналогами принимать решение о достижении необходимых характеристик;
- на стадии эксплуатации/модификации выявлять узкие места системы.

Это делает тестирование необходимой составляющей всех этапов процесса работы с кластерной вычислительной системой.

Применительно к тестированию кластерных систем в настоящий момент традиционно преобладают тесты, относящиеся к классу ядер (Linpack, NAS Parallel Benchmarks), приложений (NAS Parallel Benchmarks) и некоторых микротестов, как правило, тестирующих коммуникационную составляющую (Netperf, тесты лаборатории параллельных информационных технологий НИВЦ МГУ).

Результаты тестирования. Анализ. Проведено тестирование производительности экспериментального образца КГВС на базе графических процессоров Nvidia Tesla M2090. Конфигурация экспериментального образца КГВС на момент тестирования отображена в табл. 1.

Таблица 1. Конфигурация экспериментального образца КГВС на момент проведения тестирования его производительности

Компонент	Модель/характеристики	Количество
Центральный процессор	Intel Xeon E5-2620	6
Оперативная память	8Гб DDR3 RAM 1600MHz ECC Reg	12
Графический процессор	Nvidia Tesla M2090	12
Сетевой адаптер	Mellanox InfiniHost III Lx	3

Для определения реальной производительности экспериментального образца кластерной гибридной вычислительной системы следует использовать специализи-

рованный тест производительности для гибридных вычислительных систем CUDA Accelerated Linpack [5–7].

Каждая серия тестов соответствовала объему оперативной памяти каждого вычислительного узла от 2 до 32 Гб с шагом 2 Гб, всего 16 серий. Каждый этап проводился с различными размерностями сегментов декомпозиции исходных данных тестов. Полученные значения реальной производительности для каждого объема используемой оперативной памяти приведены в табл. 2, графическое представление результатов показано на рис. 2.

Табл. 2. Производительность экспериментального образца кластерной гибридной вычислительной системы при различных объемах оперативной памяти

Номер теста	Объем оперативной памяти, Гб	Размер матрицы N	Размер сегмента матрицы Nb	Производительность, Гфлопс
1	2	14273	512	1226,226
2	4	20822	512	1778,379
3	6	25502	512	2270,892
4	8	29447	512	2583,017
5	10	32923	512	2833,742
6	12	36066	768	2969,729
7	14	38956	768	3061,022
8	16	41645	1024	3213,25
9	18	44171	1024	3315,51
10	20	46561	1024	3434,399
11	22	48833	1024	3572,377
12	24	52224	1024	3659,729
13	26	56853	1024	3685,37
14	28	60068	1024	3731,454
15	30	63284	1024	3790,725
16	32	66499	1024	3907,825

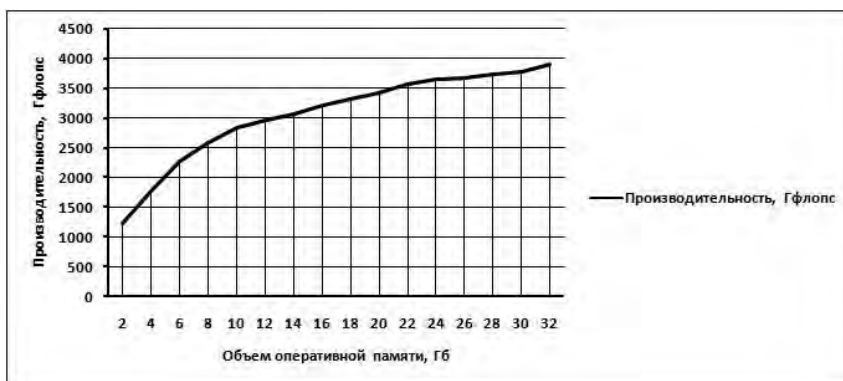


Рис. 2. Зависимость производительности экспериментального образца кластерной гибридной вычислительной от объема оперативной памяти

Как видно из полученных результатов, реальная производительность экспериментального образца кластерной гибридной вычислительной системы на базе графических процессоров Nvidia Tesla M2090 составляет 3908 Гфлопс, что соответствует 50% от пиковой производительности.

Также проведен сравнительный анализ влияния тактовой частоты оперативной памяти на производительность экспериментального образца персональной системы. На рис. 3 представлены полученные данные численных экспериментов по замеру реальной производительности одного вычислительного узла экспериментального образца кластерной гибридной вычислительной системы с двумя различными значениями тактовой частоты оперативной памяти – 1066 МГц и 1333 МГц.

Численные эксперименты показывают, что среднее значение прироста производительности при повышении тактовой частоты памяти с 1066 до 1333 МГц, т.е. на 25%, составляет 4,72%, или 38,49 Гфлопс. Ввиду одинаковых характеристик вычислительных узлов можно с уверенностью говорить, что увеличение тактовой частоты оперативной памяти каждого вычислительного узла экспериментального образца кластерной гибридной вычислительной системы ведет к росту производительности системы в целом.

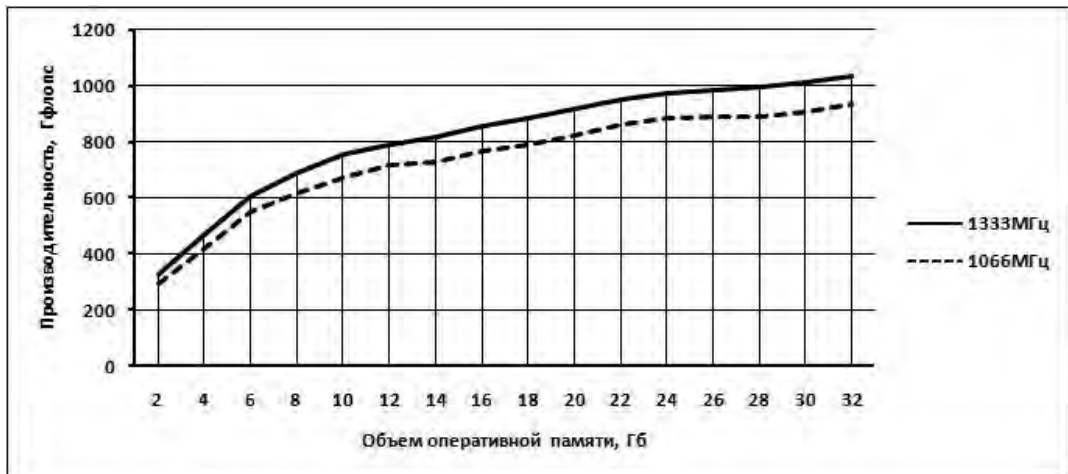


Рис. 3. Зависимость производительности одного вычислительного узла экспериментального образца кластерной гибридной вычислительной системы от частоты оперативной памяти

Таким образом, в результате анализа результатов тестирования производительности экспериментального образца кластерной гибридной вычислительной системы была определена зависимость реальной производительности системы от основных характеристик оперативной памяти – объема и тактовой частоты. Установлено, что экспериментальный образец кластерной гибридной вычислительной системы на базе графических процессоров имеет реальную производительность 3908 Гфлопс. Эта величина не является предельной и зависит от характеристик основных компонентов системы, а именно центрального процессора и оперативной памяти, а также от количества узлов кластера.

ЛИТЕРАТУРА

1 Ахмедов Д.Ш., Елубаев С.А., Бопеев Т.М., Муратов Д.М., Поветкин Р.Д. Персональная гибридная вычислительная система на базе графических процессоров для научных работ и других специальных приложений // Сборник тезисов V всемирного конгресса инжиниринга и технологий WCET – 2012 «Наука и технологии: шаг в будущее» 1-2 июня 2012. – Алматы, 2012. – С. 291 – 293.

2 Материалы информационно-аналитического центра НИВЦ МГУ – www.parallel.ru

3 Сервер, содержащий большое количество документации и программных пакетов для высокоскоростных вычислений и измерения производительности www.netlib.org

4 Top500 Supercomputer sites: [Электронный ресурс]. 2000–2012. URL: <http://www.top500.org/lists/2012/06>

5 Тесты производительности компьютеров и системного ПО: [Электронный ресурс]. URL: <http://www.parallel.ru/computers/benchmarks>

6 NVIDIA Developer zone: [Электронный ресурс]. URL: <http://developer.nvidia.com>.

РАЗРАБОТКА ПЕРСОНАЛЬНЫХ И КЛАСТЕРНЫХ ГИБРИДНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ

Ф. Н. АБДОЛДИНА¹, Д. М. МУРАТОВ², Т. М. БОПЕЕВ²

¹Казахский национальный университет им. К. И. Сатпаева

²ДТОО «Институт космической техники и технологий»

АО «Национальный центр космических исследований и технологий»

Рассматриваются вопросы разработки персональных и кластерных гибридных вычислительных систем на базе графических процессоров для решения научных задач. Использование такого дорогостоящего оборудования, как суперкомпьютеры, пока недоступно для широкого круга казахстанских потребителей. Вычислительные мощности графических процессоров и технологии параллельных вычислений CUDA позволяют создавать относительно недорогие персональные и кластерные гибридные вычислительные системы в качестве альтернативы суперкомпьютерам. Создание подобных вычислительных систем даст возможность удовлетворить потребности в высокопроизводительном вычислительном оборудовании практически всех казахстанских высших учебных заведений, а также научно-исследовательских и опытно-конструкторских организаций, производственных компаний.

Мақалада ғылыми есептерды шешуі үшін арналған графикалық процессорлардың базасында жасалынған дербес және кластерлі буданды есептеуіш жүйелердің әзірлеудің сұрақтары қарастырылады. Суперкомпьютерлер сияқты қымбат бағалы жабдықты пайдалану қазақстандық тұтынушылардың кең шеңбері үшін қол жетпес болып табылады. График түрінде процессорлардың есептеуіш қуаттарын және CUDA қатарлас есептеу технологиясын пайдалану суперкомпьютер баламасына қатысты қымбат емес, дербес және кластер буданды есептеуіш жүйелеріді жасауға мүмкіндік береді. Мұндай есептеуіш жүйелерді жасау қазақстандық жоғары оқу орындарының бәрінде, сонымен қатар ғылыми-зерттеу және тәжірибелік-конструкциялық ұйымдарда, өндірістік компанияларда жоғары өнімді есептеуіш жабдығындағы қажеттіліктерді қанағаттандыруға мүмкіндік береді, және арнайы қосымшалар үшін пайдаланады.

In this paper problems of development of personal and cluster hybrid computing systems based on graphics processors for scientific problems solving are studied. Using such expensive equipment as super-computers is to-day not accessible for wide group of Kazakhstan's consumers. Using computational capability of graphics processor and technology of concurrent calculations CUDA will allow creating inexpensive personal and clustering hybrid computing systems as alternative to supercomputers. Development of such computing system will allow meeting needs in high-performance computers of practically all Kazakhstan's educational organizations, research institutes and manufacturing companies. In addition, they may be used for special computer applications.

Сегодня одним из главных векторов развития информационных технологий является развитие суперкомпьютеров. Во многих странах мира суперкомпьютерные технологии отнесены к числу важнейших направлений развития техники и технологий. Их активное и эффективное применение не только способствует глубокой модернизации промышленности, но и обеспечивает лидерство в глобальной экономической конкуренции.

Суперкомпьютеры, как отмечают эксперты, позволяют решить большое количество задач, которые невозможно проверить натурным экспериментом, и в настоящее время практически не осталось отраслей, где не были бы задействованы и суперкомпьютерное моделирование, и сами суперкомпьютеры.

Создание и применение современных суперЭВМ стало одним из основных направлений в ведущих странах мира. США относят успехи в этой области к основе своего стратегического превосходства в настоящее время и в следующем веке. Президент России Дмитрий Медведев заявил: «Любая страна, которая продвинулась на пути создания суперкомпьютеров, имеет преимущество и в конкурентоспособности, и в укреплении своей обороноспособности и безопасности».

Появившиеся возможности современной базы комплектующих для параллельных вычислений, и особенно резкое увеличение производительности графических видеокарт нового поколения, делают реальным самостоятельное создание и развитие суперкомпьютерных систем в Казахстане. Одним из перспективных направлений развития суперкомпьютерных технологий является использование вычислительных возможностей графических плат Tesla для создания гибридных вычислительных систем.

Персональные гибридные вычислительные системы. В результате анализа специальной литературы, Интернет-источников построено типовое решение персональной гибридной вычислительной системы в форм-факторе FullTower на базе графических процессоров. На рис. 1 представлена архитектура персональной гибридной вычислительной системы на базе гибридных процессоров с производительностью 1,5/3,0 Тфлопс двойной/одинарной точности. Персональная гибридная вычислительная система представляет собой персональную вычислительную машину, располагаемую непосредственно на рабочем месте пользователя. Состав персональной гибридной вычислительной системы в целом совпадает с составом персонального компьютера, за исключением того, что в его составе присутствуют специализированные высокопроизводительные графические процессоры Nvidia Tesla, собственно и осуществляющие быстрые вычисления. Наличие мощного центрального процессора и нескольких графических процессоров в совокупности образуют высокопроизводительную вычислительную систему, где ресурсоемкие задачи могут быть разделены между данными процессорами, тем самым обеспечивая высокую параллельность и скорость вычислений.

При проектировании персональной вычислительной системы основную сложность составляет расчет схемы оптимального соотношения мощного центрального процессора и графических процессоров, системы воздушного охлаждения, оптимальной схемы электропитания. Для обеспечения необходимого уровня охлаждения при интенсивной работе графических процессоров применяется эффективная система воздушного охлаждения, построенная таким образом, что бы воздушный поток свободно циркулировал между вычислительными узлами персональной вычислительной системы, не допуская их перегрева. Для этого применяются наиболее эффективные механические элементы системы охлаждения – вентиляторы с низким уровнем выделяемых шумов, а также специальный тип корпуса системного блока, позволяющий в некоторых пределах произвольно изменять расположение устройств охлаждения.

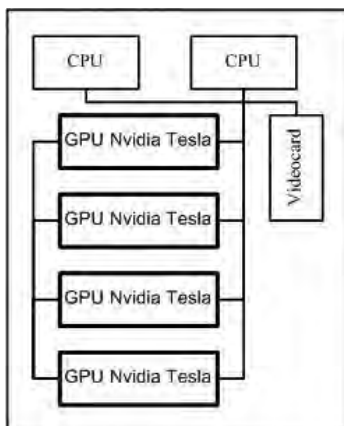


Рис. 1. Архитектура персональной гибридной вычислительной системы

Наличие нескольких графических процессоров, мощного центрального процессора, жестких дисков и других элементов требует обеспечения качественного электропитания. Для этого в составе системного блока вычислительной системы присутствует качественный блок питания с рассчитанной мощностью, достаточной для обеспечения продолжительной бесперебойной работы системного блока.

Кластерные гибридные вычислительные системы. На основе анализа специальной литературы, Интернет-источников определены принципы построения кластерной гибридной вычислительной системы на базе GPU-процессоров. Под кластерной гибридной вычислительной системой на базе GPU-процессоров понимается кластерная сеть, узлы которой представляют собой адаптированные для данной цели персональные гибридные вычислительные системы на базе GPU-процессоров. Узлы такого кластера соединяются с помощью высокоскоростной шины InfiniBand, предназначенной как для внутрисистемных, так и для межсистемных соединений. InfiniBand – одна из самых быстроразвивающихся технологий на рынке, в области высокопроизводительных вычислений InfiniBand стала фактическим стандартом предпочтительной технологии межсистемных соединений. Хотя первоначально InfiniBand применялась в средах высокопроизводительных вычислений благодаря своей высокой пропускной способности и потенциалу масштабирования, она очень быстро завоевала нишу в области разработок центров обработки данных. Примерами этого могут служить масштабные переносы СУБД-комплексов Oracle на InfiniBand, переход на InfiniBand обслуживающего сервиса Bing Maps в центр обработки данных Microsoft и т. д.

Построена обобщенная архитектура кластерной гибридной вычислительной системы на базе GPU-процессоров (рис. 2). Кластерная вычислительная система состоит из некоторого количества вычислительных узлов, объединенных в сеть при помощи коммутатора посредством кабелей. Каждый из вычислительных узлов может содержать в своем составе от двух до трех графических процессоров и обладать пиковой производительностью от двух до трех Тфлопс одинарной точности (от 1 до 1,5 Тфлопс двойной точности). Также каждый вычислительный узел содержит каналный адаптер для соединения с коммутатором. Суммарная производительность вы-

числительного кластера определяется максимальным количеством вычислительных узлов в кластере и зависит от количества портов коммутатора. Использование восьмипортового коммутатора InfiniBand и пяти – восьми вычислительных узлов на базе графических процессоров с производительностью 1,5 двойной точности и 3 Тфлопс одинарной точности позволит обеспечить пиковую производительность от 8 до 12 Тфлопс двойной точности и от 16 до 24 Тфлопс одинарной точности.

Для предварительной оценки возможностей использования вычислительных ресурсов графических карт и технологии параллельных вычислений CUDA разработан макет персональной гибридной вычислительной системы с одним графическим процессором Nvidia Tesla производительностью 0,5 Тфлопс двойной точности на базе персонального компьютера.

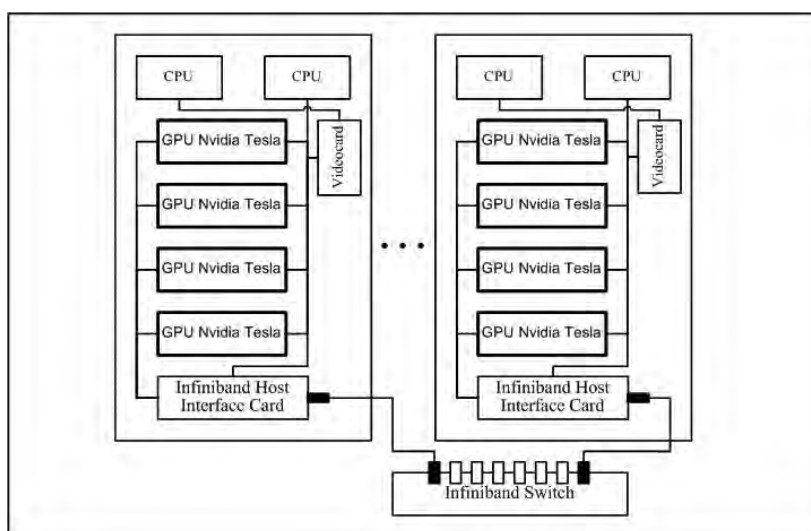


Рис. 2. Структурная схема кластерной гибридной вычислительной системы на базе графических процессоров

Тестирование производительности. Комплектация этой вычислительной системы приведена в табл. 1.

Таблица 1. Состав персональной гибридной вычислительной системы

Компонент	Характеристики
Процессор	Intel core i7-960 3.2Ghz
Графический процессор	Nvidia TeslaC2050 + GeForce 9800GTX+
Оперативная память	DDR3 (до 12Gb 667 Mhz)
Материнская плата	Asus Rampage III

Тестирование производительности макета персональной гибридной вычислительной системы проведено с помощью пакета Linpack. Выбор этого пакета обусловлен, во-первых, популярностью его использования. Пакет Linpack применяется при оцен-

ке производительности вычислительных систем из списка TOP500 [2]. Во-вторых, он предоставляет широкие возможности по настройке теста, позволяющие сконфигурировать его под определенную архитектуру, тем самым определить наиболее точно реальную производительность вычислительной системы. Это позволяет использовать данный тест как для персональных, так и для кластерных гибридных вычислительных систем. В-третьих, этот пакет оптимизирован для вычислительных систем на базе графических процессоров Nvidia Tesla, что дает возможность эффективно использовать графические процессоры при решении параллельных задач. Также такой пакет доступен для свободного применения.

Проведены численные эксперименты по замеру реальной производительности макета персональной гибридной вычислительной системы с помощью общепризнанных специализированных инструментов, таких, как LINPACK, HPL. Тесты показали реальную производительность макета персональной гибридной вычислительной системы 314,1 Гфлопс, что составляет 61,3% от пиковой производительности. Это позволяет говорить о степени соответствия разрабатываемой персональной гибридной вычислительной системы предъявляемым требованиям.

Тестирование производительности экспериментального образца персональной гибридной вычислительной системы проводилось при разных объемах оперативной памяти (табл. 2). Вычисления осуществлялись с числами двойной точности.

Таблица 2. Производительность персональной гибридной вычислительной системы в зависимости от объема оперативной памяти

№ п/п	Объем оперативной памяти, Гб	Реальная производительность (двойная точность), Гфлопс
1	2	189,3
2	4	255,6
3	8	298,7
4	12	314,1

График зависимости производительности персональной гибридной вычислительной системы от объема оперативной приведен на рис. 3.

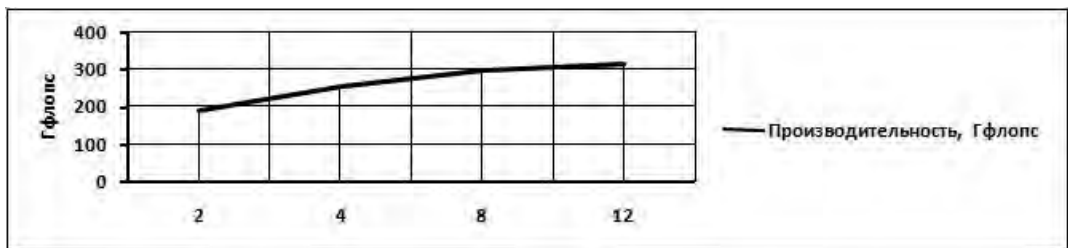


Рис. 3. График зависимости производительности персональной гибридной вычислительной системы от объема оперативной памяти

Таким образом, работы по созданию экспериментального образца персональной гибридной вычислительной системы на базе графических процессоров позволили определить, что персональная гибридная вычислительная система при использовании 3–4 графических процессоров может обеспечить пиковую производительность не менее 3 Тфлопс одинарной точности и 1,5 Тфлопс двойной точности.

Создание экспериментального образца кластерной гибридной вычислительной системы на базе графических процессоров позволила установить, что кластерная вычислительная система может при использовании 8-портовой высокоскоростной шины InfiniBand включать в себя до пяти – восьми вычислительных узлов на базе графических процессоров производительностью 1,5 двойной точности и 3 Тфлопс одинарной точности. Это даст возможность обеспечить пиковую производительность не менее 8 Тфлопс двойной точности и 16 Тфлопс одинарной точности.

Тестирование макета персональной вычислительной системы показывает перспективность использования вычислительных ресурсов графических процессоров и технологии параллельных вычислений CUDA [1, 3] в персональных и кластерных гибридных вычислительных системах.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Боресков А.В., Харламов А.А. Основы работы с технологией CUDA. – М., 2010. – 232 с.
- 2 Top500 Supercomputer sites: [Электронный ресурс]. 2000–2012. URL: <http://www.top500.org/lists/2012/06>.
- 3 Техническая поддержка Nvidia: [Электронный ресурс]. URL: <http://developer.nvidia.com>.

УДК 615.322:581.192:577.1

ПОЛИФЕНОЛЬНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ В ЭКСТРАКТЕ ВЕРБЛЮЖЬЕЙ КОЛЮЧКИ *ALHAGI PSEUDOALHAGI*

Н. О. АППАЗОВ¹, Р. А. НАРМАНОВА¹, Б. Б. МАХМУТОВ¹, В. К. Ю²

¹Кызылординский государственный университет им. Коркыт Ата

²АО «Институт химических наук им. А. Б. Бектурова»

Статья посвящена исследованию полифенольных соединений в экстрактах верблюжьей колючки *Alhagi pseudoalhagi*. Методами УФ-спектрофотометрии и ВЭЖХ-МС/МС определены состав и содержание флавоноидов в экстрактах верблюжьей колючки *Alhagi pseudoalhagi*. С помощью оптической спектроскопии установлены характерные для флавоноидов полосы поглощения. Получены данные о составе веществ в экстракте методом ВЭЖХ-МС/МС. Полуколичественный анализ флавоноидов проведен методом добавления внутреннего стандарта – рутина. В 70% этанольном экстракте обнаружено более двадцати флавоноидов. Мажорное количество приходится на Rhamnetin 3-neohesperidoside и Isorhamnetin 3-neohesperidoside. Полученные результаты могут найти применение при изготовлении антиоксидантных лекарственных препаратов в фармацевтической промышленности.

Мақала *Alhagi pseudoalhagi* жантақ шөбі сығындысындағы полифенолды қосылыстарды зерттеуге арналған. УК-спектрофотометрия және ТЖСХ-МС/МС әдістерімен *Alhagi pseudoalhagi* жантақ шөбі сығындысы құрамындағы флавоноидтардың құрамы мен мөлшері анықталды. Оптикалық спектроскопия көмегімен флавоноидтарға тән жұтылу жолақтары анықталды. Сығындының құрамы жайлы мәлімет ТЖСХ-МС/МС әдісі көмегімен алынды. Флавоноидтардың жартылай сандық анализі ішкі стандарт – рутинді қосу арқылы іске асырылды. 70%-дық этанолды сығындыда жиырмадан аса флавоноидтар табылды. Негізгі мөлшер Rhamnetin 3-neohesperidoside және Isorhamnetin 3-neohesperidoside-ке тиесілі. Алынған мәліметтер фармацевтикалық өнеркәсіпте антиоксидантты дәрілік препараттарды алу үшін қолданыс табуы мүмкін.

The paper is devoted to study polyphenol compounds in extracts of camel's-thorn *Alhagi pseudoalhagi*. By methods of UV-spectrophotometry and HPLC-MS/MS composition and content of flavonoids in extracts of camel's-thorn *Alhagi pseudoalhagi* were defined. Using optical spectroscopy characteristic of flavonoids absorption bands were defined. The data on composition of substances in extract have been received by HPLC-MS/MS method. Semi-quantitative analysis of flavonoids was conducted by method of adding an internal standard – rutin. In 70% ethanol extract more than twenty flavonoids were found. Major amount of them are Rhamnetin 3-neohesperidoside and Isorhamnetin 3-neohesperidoside. The obtained results may be used in making of antioxidant medicines in pharmaceutical industry.

Существенным источником сырья, используемого в различных отраслях народного хозяйства, являются дикорастущие растения. В особенности это относится к обширной группе лекарственных растений, используемых как лечебные средства. Среди лекарственных средств, применяемых в народной медицине Средней Азии и Казахстана, большой популярностью пользуются отвары трав вида *Alhagi Adans* (верблюжья колючка, жантак, янтак, яндак). Верблюжья колючка или *Alhagi pseudoalhagi* (синонимы: *Alhagi camelorum*, *Alhagi maurorum*) – лекарственное растение, принадлежащее к семейству бобовых Leguminosae. Используется в традиционной медицине Египта, Ирана, Саудовской Аравии, Индии, Китая и Казахстана в качестве средства, уменьшающего ревматические боли, нормализующего работу сердечно-сосудистой системы, функционирование печени и желудочно-кишечного тракта.

Немногочисленные научные исследования лечебных свойств этого растения проводились на протяжении длительного времени. В Казахстане публикации по исследованию верблюжьей колючки датируются 90-ми годами прошлого века [1].

В последние годы наблюдается всплеск интереса к этому растению. Так, только за последние 10 лет исследователями Саудовской Аравии и Египта опубликован ряд работ [2–9], в которых описаны фармакологические свойства экстрактов верблюжьей колючки – противовоспалительная и спазмолитическая активность, способность лечить язвенную болезнь и снижать ритм сердечных сокращений при тахикардии, а также анестезирующее и релаксирующее действие.

Однако химический состав верблюжьей колючки еще мало исследован и особенно это относится к содержанию флавоноидов. Целью настоящей статьи явилось изучение биологически активных веществ, в частности флавоноидов, в водно-этанольном экстракте растения *Alhagi pseudoalhagi*, широко распространенного в южных областях Казахстана.

Материалы и методы. В качестве объекта исследования использована верблюжья колючка – *Alhagi pseudoalhagi* (аптечный сбор, ТОО «ЕВА-1» г. Шымкент, Казахстан), которая измельчалась с помощью ножевой мельницы Retsch GM200 (Германия) до порошкового состояния.

Навеска измельченной верблюжьей колючки массой 5,0 г заливалась 100 мл 70% этанола и в течение часа встряхивалась на качалке. Вытяжку фильтровали через бумажный фильтр, затем центрифугировали со скоростью 10 000 об/мин для освобождения от грубых частиц.

Для химического анализа состава экстрактов методом ВЭЖХ-МС/МС в режиме SCAN (Enhanced MS) на приборе фирмы AB SCIEX 3200 QTRAP (Канада) использовали 70% спиртовую вытяжку (экстракт), полученную в экстракторе с обратным холодильником при 20 и 90°C.

Условия измерений: подвижная фаза – 0,5% раствор HCOOH (А) + Ацетонитрил (В); колонка Dionex acclaim C18, 150x2,1 мм, сорбент силикагель с пришитыми группами C18, диаметр зерна 2,2 мк, плотность пришивки не специфицируется; характеристики масс-анализатора (в + и – режимах): T=350°C, IS=+4500 В, EP=+10 В, SE=+5 В, DP=+70 В.

В эксперименте наряду с исследуемыми этанольными экстрактами верблюжьей колючки были использованы индивидуальные флавоноиды – кверцетин, рутин, дигидрокверцетин, катехин фирмы Sigma.

Спектры поглощения раствора экстрактов измеряли в 10 мМ трис-НСI (рН 7,4) на спектрофотометре Shimadzu UV-VIS 180.

Экспериментальная часть. Для анализа полифенолов, в частности флавоноидов, широко применяется оптическая спектроскопия. На рис. 1 представлен спектр поглощения вытяжки из верблюжьей колючки в буферном растворе.

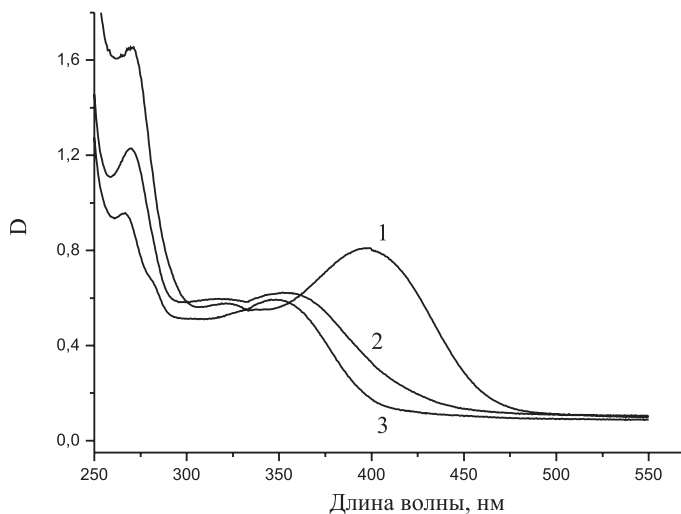


Рис. 1. Спектры поглощения 70% этанольной вытяжки верблюжьей колючки в 10 мМ трис-НСI при разных рН раствора (1 – 9,1; 2 – 7,2; 3 – 3,0)

Спектр поглощения раствора веществ из 70% спиртовой вытяжки характеризуется двумя экстремумами: длинноволновая область с максимумом – 350 нм и коротковолновая – 275 нм. Две полосы поглощения в этом диапазоне длин волн характерны для молекул группы флавонов. Расстояние между основными максимумами составляет 75 нм, что является еще одним из признаков принадлежности молекул в экстракте к этой группе.

Полоса поглощения с максимумом в области 360–385 нм характерна для спектра поглощения флавоноидов, имеющих двойную связь в положении С-2 – С-3 (флавоны и флавонолы и их гликозиды). В зависимости от растворителей и положения гидроксильных групп в молекуле флавоноида наблюдаются смещения полос поглощения. В щелочной среде основной максимум (350 нм) смещается в длинноволновую область (батохромный сдвиг).

Более точные данные о составе веществ были получены при анализе экстрактов методом ВЭЖХ-МС/МС. Качественный состав был установлен по интерпретации сигналов в спектрах для всех пиков хроматограммы.

Основными соединениями 70% этанольной вытяжки верблюжьей колючки были моно- и дигликозиды. В качестве примера приведена хроматограмма вытяжки растения при 90°C (рис. 2).

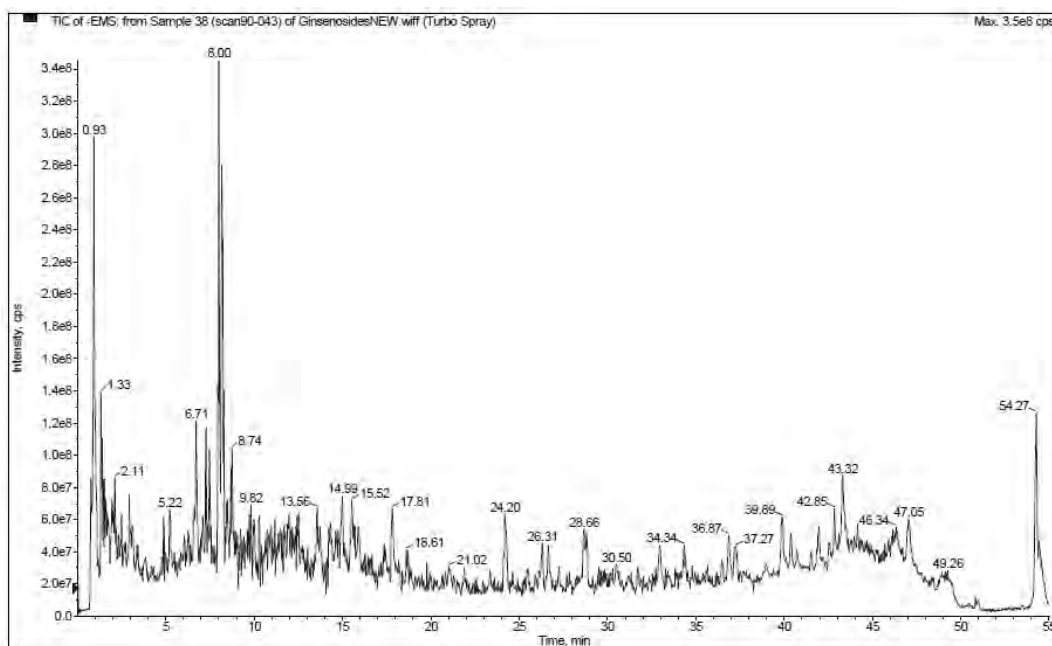


Рис. 2. Хроматограмма 70% этанольной вытяжки верблюжьей колючки, полученной ВЭЖХ-МС/МС (отрицательное сканирование)

Качественный анализ 70% этанольной вытяжки верблюжьей колючки, полученной ВЭЖХ-МС/МС (см. табл.), показал наличие в ней более 20 флавоноидов и их производных, поликислоты и неустановленных компонентов (в таблице против них поставлен знак вопроса). Полуколичественный анализ флавоноидов был проведен методом добавления внутреннего стандарта – рутина (время удерживания – 6,5 мин, добавка – 5,9 м.д.).

Результаты хроматографирования на ВЭЖХ-МС/МС

Время удерживания, мин	20°C		90°C	
	Соединение	Конц., м.д.	Соединение	Конц., м.д.
1	2	3	4	5
0,77	2''-Galloylhyperin	7,4	2''-Galloylhyperin	5,6
0,9	Hypericin		Hypericin	
1,4	Neohesperidin	5,0	Hesperidin + Neohesperidin	7,0
1,6	Hesperidin	1,6	-	-
1,9	Convallatoxin	-	Convallatoxin	-
3,2	Geniposide+Verbenalin	-	-	-
3,8	-	-	???	-

Продолжение табл.

1	2	3	4	5
5,3	Echinacoside	-	Echinacoside	-
6,1	Typhaneoside	1,3	Typhaneoside	1,3
6,5	Rutin	2,2	Rutin	3,0
6,7	Rutin (isomer)	5,0	Rutin (isomer)	6,2
7,5	Didymin+Poncirin	1,9	Didymin+Poncirin	3,5
8,0	Isorhamnetin 3-neohesperidoside	14,0	Isorhamnetin 3-neohesperidoside	19,6
8,2	Rhamnetin 3-neohesperidoside	18,5	Rhamnetin 3-neohesperidoside	24,1
13,6	Myricetin	3,3	Myricetin	3,3
15	Kaempferide	3,8	Kaempferide	4,3
15,5	Diosmetin + Tectorigenin	3,8	Diosmetin + Tectorigenin	5,1
15,9	Gossypetin 3-methylether	4,8	Gossypetin 3-methylether	2,7
17,5	7-O-Methylwogonin	1,8	7-O-Methylwogonin	1,3
17,8	Naringenin 4',7-dimethylether	6,9	Naringenin 4',7-dimethylether	6,4
24,2	Petunidin chloride	4,2	Petunidin chloride	4,2
	-	-	Icariin	3,0
25,5	Pectolinarigenin	1,9	Pectolinarigenin	1,9
26,2	Tanshinone I	0,0	Tanshinone I	
27,2	Petunidin 3-glucoside chloride	0,8	Petunidin 3-glucoside chloride	0,9
27,9	Pseudoginsenoside RT5	-	Pseudoginsenoside RT5	-
28,8	Vitexin 2''-rhamnoside	2,5	Vitexin 2''-rhamnoside	3,3
30,5	Eriocitrin	1,1	Eriocitrin	1,0
30,5	Rubusoside + Steviolbioside	-	Rubusoside + Steviolbioside	-
32,7	-	-	Shionone + Lupeol	-
33,4	-		Naringin	0,6
34,4	Naringin	2,7	-	-
34,3	-	-	Dihydroquinidine	-
34,4	Dihydroquinidine	-	-	-
34,4	Isorhynchophylline	-	-	-
34,8	Denudatine	-	Denudatine	-
34,8	Rhynchophylline	-	-	-
35,6	-	-	Friedelin	-
36,2	Resibufogenin	-	-	-

Окончание табл.

1	2	3	4	5
36,8	Dihydroisotanshinone I	-	Dihydroisotanshinone I	-
39,5	Diosmin	-	Diosmin	-
39,9	Linoleic acid	-	Linoleic acid	-
40,1	Dauricine	-	Dauricine	-
40,8	Diosmin (isomer)	-	Diosmin (isomer)	-
41,5	Hexacosanol	-	Hexacosanol	-
41,9	Linarin	3,1	Linarin	3,0
41,9	Colchicine	-	Colchicine	-
43,3	Oleic acid	-	Oleic acid	-
43,5	-	-	Neohesperidin dihydrochalcone	-
44,2	-	-	Egenine	-
45,6	Hesperidin dihydrochalcone	-	Hesperidin dihydrochalcone	-
45,8	Leiocarposide	-	Leiocarposide	-
47,1	Pinoresinol diglucoside	-	Pinoresinol diglucoside	-
47,1	Stearic acid	-	Stearic acid	-
49,2	-	-	Hederagenin	-
50,5	Bayogenin, Asiatic acid, Arjunic acid	-	-	-
54,3	Arjungenin, Madecassic acid, Polygalacic acid	-	Arjungenin, Madecassic acid, Polygalacic acid	-

Выход флавоноидов в вытяжках, полученных при 90°C, больше, чем в аналогичных при 20°C, что вполне объяснимо тепловым эффектом. Тем не менее для некоторых веществ экстракция при 20°C эффективнее, чем при более высокой температуре. Например, концентрация *Gossypetin 3-methylether* (время удерживания 15,9 мин) при 20°C составила 4,8 ppm против 2,7 ppm при 90°C.

Из флавоноидов наибольшее содержание в экстрактах *Rhamnetin 3-neohesperidoside* и *Isorhamnetin 3-neohesperidoside*.

Из литературы известно, что в верблюжьей колючке *Alhagi kirgisorum* Schrenk флавоноиды представлены в виде моно- и дигликозидов изорамнетина $C_{22}H_{20}O_{12}$ и $C_{28}H_{32}O_{17}$ [10, 11]. Надземная часть *Alhagi pseudoalhagi* содержит 2% кумарина и флавоноидные соединения – 3,4% [12]. Из надземной части верблюжьей колючки выделены катехины: (+) – катехин, (+) – галлокатехин и (–) – эпигаллокатехин [13]. Для надземной части верблюжьей колючки *Alhagi pseudoalhagi* наблюдается довольно сложный фенольный комплекс [14]. Он представлен 15 соединениями фенольной природы, из которых 7 дают реакции, свойственные флавоноидным соединениям. Анализ экстракта *Alhagi pseudoalhagi*, проведенный нами методом ВЭЖХ-МС/МС, существенно расширил знания о качественном составе веществ, в частности флавоноидов, в этом растении.

Таким образом, на основании данных ВЭЖХ-МС/МС анализа показано, что в 70 % этанольных экстрактах верблюжьей колючки *Alhagi pseudoalhagi* содержится более двадцати флавоноидов, мажорное количество приходится на *Rhamnetin 3-neohesperidoside* и *Isorhamnetin 3-neohesperidoside*. Полученные результаты могут найти применение при изготовлении антиоксидантных лекарственных препаратов в фармацевтической промышленности.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Бурашева Г.Ш., Абилов Ж.А., Рахимов К.Д. Биологически активный комплекс – Алхидин и его фармакологическая активность. – Алматы: Интел.сервис, 2001. – 180 с.
- 2 M. Kazem Gharib Naseri, Seyyed Ali Mard. Gastroprotective effect of alhagi maurorum on experimental gastric ulcer in rats // Pak J. Med. Sci. – 2007. – Vol. 23, N 4. – P. 570–573.
- 3 Atta A.H., Mounein S.M. Antidiarrheal activity of some Egyptian medicinal plant extracts // J. Ethnopharmacol. – 2004. – N 9. N – P. 303–309.
- 4 Atta A.H., El-Sooud K.A. The antinociceptive effect of some Egyptian medicinal plant extracts // J. Ethnopharmacol. – 2004. – N 95. – P. 235–238.
- 5 Singh V.P., Yadav B., Pandey V.B. Flavanone glycosides from *Alhagi pseudoalhagi* // Phytochemistry. – 1999. – N 51. – P. 587–590.
- 6 Khushbaktova Z.A., Syrov V.N., Kuliev Z. e. a. The Effect of proanthocyanidins from *Alhagi pseudoalhagi*. Desv on course of experimental myocardial infarct // Eksp. Klin. Farmakol. – 1992. – N 55. – P. 19–21.
- 7 Marashdah M.S., Farraj A.I. Pharmacological activity of 2% aqueous acetic acid extract of *Alhagi maurorum* roots // Journal of Saudi Chemical Society. – 2010. – N 14. – P. 247–250.
- 8 Marashdah M.S., Mudawi B.M., Al-Hazimi H.M., Abdallah M.A. New triglyceride and new aliphatic ester from the roots of *Alhagi maurorum medik* // J. Saudi Chem. Soc. – 2006. – N 10 (2). – P. 367–372.
- 9 Marashdah M.S., Mudawi B.M., Al-Hazimi H.M., Abdallah M.A. New aliphatic ketone and new aliphatic ester from the roots of *Alhagi maurorum medik* // J. Saudi Chem. Soc. – 2006. – N 10 (3). – P. 509–514.
- 10 Бурашева Г.Ш. Полифенолы верблюжьей колючки: Автореф. дис. ... канд. хим.наук. – Алматы, 1981. – 24 с.
- 11 Запесочная Г.Г. Структурный анализ природных флавоноидных гликозидов и их ацилпроизводных // Состояние и перспективы исследований биологически активных веществ из растений и создание на их основе новых лекарственных препаратов. – М., 1983. – С. 53–77.
- 12 Дениелев П.Д., Никляева Н.И., Леус Д.Г. Флавоноиды надземной части верблюжьей колючки // Актуальные проблемы фармацевтической науки и практики: Тезисы докладов 1-го съезда фармацевтов Туркмении. – Ашхабад, 1976. – С. 178–181.
- 13 Исламбеков Ш.Ю., Мирзахидов А.К., Каримджанов А.К., Ишбаев А.И. Катехины и проантоцианидины *Alhagi pseudoalhagi* // Химия природных соединений. – 1982. – №5. – С. 653–654.
- 14 Алюкина Л.С. Флавонодоносные и танидоносные растения Казахстана. – Алма-Ата, 1977. – 150 с.

ТОНКАЯ СТРУКТУРА ВОДЫ И МЕТОДЫ ЕЕ ИНДИКАЦИИ (термические аспекты структурирования воды)

Л. П. ПИВОВАРОВ¹, В. Д. ЗЕЛЕПУХИН², Н. К. НАДИРОВ³

¹Международная академия экологии

²Казахский научно-исследовательский институт плодоводства и виноградарства

³Национальная инженерная академия Республики Казахстан

Установлена закономерность – при замерзании воды в сосудах овальной формы (пиалах) на поверхности и внутри образовавшихся ледяных монолитов образуются «морозные узоры», отображающие структурные особенности исходной воды. Впервые разработан метод визуализации структур воды. Создана оригинальная установка для получения ледяных монолитов. Показаны особенности проведения опытов по визуализации структур воды. Сделан вывод о том, что химические реакции в водной среде осуществляются сопряженно со структурными трансформациями водной матрицы.

Келесі заңдылық анықталған- сопақша келген ыдыстағы (пиала) судың қатқан кезде бастапқы судың құрылымдық ерекшеліктерін көрсететін, қалыптасқан мұзды монолиттердің бетінде және ішінде «мұзды өрнектер» пайда болады. Мұзды монолиттерді алу үшін өзіндік құрылым лйдастырылып жасалған. Су құрылымдарын визуализациялау бойынша тәжірибе жүргізудің ерекшеліктері көрсетілген. Суда орындалатын химиялық реакциялар су матрицасының құрылымдық трансформациясымен түйіндес жүргізілетіні жөнінде қорытынды жасалған.

Behavior was established – when water freezing of in oval-shaped vessels (tea bowls) on a surface and inside of crystallized ice monoliths «frosty patterns» are formed, representing structural characteristics of the source water. For the first time method of visualization of water structures was developed. Original unit for ice monoliths forming was developed. Characteristic properties were presented of carrying out the experiments on visualization of water structures. The conclusion was done about the fact that chemical reactions in aqueous medium take place in conjugating to structural transformations of water matrix.

В настоящее время “структура воды” становится общепринятым понятием, хотя остается много неясных моментов, особенно в области визуализации таких структур.

В 2010 г. нами впервые были опубликованы результаты исследований, посвященных регистрации тонких структур воды [1]. В статье было размещено 30 оригинальных фотографий ледяных монолитов, отображающих структурные перестройки воды. Статья вызвала интерес (нам приносили образцы воды с просьбой показать их структуру, а также просили дать отзывы о качестве воды из разных источников). Читатели пожелали, чтобы мы более подробно рассказали о методике проведения экспериментов. Выполняем эти пожелания (в статье использована часть ранее опубликованных фотографий, полученных при замораживании воды зимой на открытом воздухе). Сейчас заканчиваем отработку методики регистрации структур воды в специальном устройстве, с помощью которого можно будет проводить исследования в любое время года.

К началу третьего тысячелетия произошел качественный перелом во взглядах научного сообщества на свойства воды. Провозглашенное еще в 1988 году заявление

Жака Бенвенисто о наличии “памяти воды” [2], вызвавшее многолетний накал различного рода эмоций и споров, нашло реальное воплощение в наши дни [3–5]. Стало также очевидным, что “механизм взаимоотношения электромагнитной энергии и состояния водной среды хорошо подчеркивает роль электромагнитных колебаний в определении структурного состояния воды. Эффекты влияния биополя и так называемых мысленных установок официально зафиксированы в большом количестве измерений” [6, 7].

С. В. Зенин показал также, что вода и электричество органически вплетены в мир живой и неживой материи. Он пришел к выводу, что вода представляет собой собрание объемных структур, состоящих из кристаллоподобных “квантов” воды, представленных 57 молекулами, взаимодействующими друг с другом за счет свободных водородных связей. При этом кванты воды образуют структуру, похожую на тетраэдр. В свою очередь, тетраэдр состоит из правильных 12-гранников – додекаэдров. 16 квантов образуют так называемый главный структурный элемент из 912 молекул воды. Вода на 80% состоит из таких элементов, на 15% – из квантов-тетраэдров и только 3% приходится на классические молекулы воды – H_2O .

С. В. Зенин считает, что каждый структурный элемент является информационным, а совокупность структурных взаимодействующих между собой элементов является ее информационной системой. Каждый из структурных элементов такой системы имеет зарядовый рисунок, который определяет свойство системы к молекулярной информационной ретрансляции. При взаимодействии ячеек, имеющих на поверхности разнозаряженные информационные рисунки, происходит преобразование матрицы структурных элементов, появляется долговременный “след”, опосредующий “память” воды.

В работах [8–10] было показано, что вода обладает свойствами самоорганизации. Одна из форм ее проявления заключается в том, что при нагревании степень структурированности понижается, а при охлаждении, наоборот, степень ее упорядоченности возрастает. Физическую сущность указанного явления можно обозначить термином “*термоструктурирование*”. Оно выступает в роли одного из наиболее энергичных факторов структурных перестроек воды.

Известно, что химические реакции принято проводить при температуре 20°C, в этих условиях можно сравнивать получающиеся результаты. Стоит только изменить температуру, и мы попадаем в дебри неразберихи – реакции идут совсем по другому сценарию.

Структуру воды можно изменить с помощью *не температурных* воздействий, например омагничиванием. Посмотрите: температура не меняется, химический состав не меняется, а свойства омагниченной воды изменяются кардинально. Структурные перестройки такой воды приводят к повышению ее биологической активности, текучести, возрастанию растворяющей способности и т.д. Мы можем определенно говорить о том, что *химические реакции, совершающиеся с участием воды, всегда происходят в условиях физической коррекции ее исходной структуры*, обусловленной воздействием различных факторов (температура, давление, различного рода поля и т.д.).

Открытие Масару Эмото. Нужно отметить, что научные достижения в области расшифровки структурной организации воды соседствуют с рядом нерешен-

ных проблем. В частности, нет широкодоступной методики визуализации водных структур.

Несколько лет назад японский ученый Масару Эмото сделал сенсационное открытие: вода способна впитывать, хранить и передавать человеческие мысли и любую внешнюю информацию – музыку, молитвы, разговоры, события [7]. Молекулы воды объединяются в кластеры – ячейки памяти, в которые вода записывает все, что воспринимает. Чтобы увидеть, как выглядит записанная водой информация, достаточно сфотографировать замороженную воду. Форма образующихся при этом кристаллов льда варьирует в зависимости от эмоционального окраса воспринятой информации. Позитивные мысли, гармоничные мелодии порождают приятные глазу образы.

Метод Масару Эмото прост: исследуемую воду в виде капель размещают в чашки Петри, замораживают и, осветив образовавшиеся ледяные бугорки (диаметром около 1 мм), фотографируют чудо-кристаллы. Замораживание капель воды продолжается около двух часов, кристаллы появляются на 20–30 с, а затем исчезают. Он сделал вывод, что “вода способна самовыражаться разными способами, что даже воздействие энергии человеческого сознания и слов приводит к образованию кристаллов льда, отличающих “хорошее от плохого”. В своих опытах мы смогли убедиться в существовании этого феномена.

Особенности проведения опытов по визуализации структур воды. Мы в значительной мере усовершенствовали методику Масару Эмото и создали свою оригинальную методику визуализации структур воды с помощью ледяных монолитов. В основе ее лежит свойство воды при охлаждении образовывать “морозные узоры”, появляющиеся внутри и на поверхности ледяных монолитов [1, 11]. В обыденной обстановке такие рисунки мы видим зимой на стеклах окон. Мы свою работу начинали с того, что выставляли за окно на мороз пиалы с водой и фотографировали изображения на поверхности воды через оконные стекла. Сейчас это уже пройденный этап. Мы приступаем к визуализации структур воды с помощью специального устройства.

Особенность нашей методики состоит в том, что вода замораживается при строгом соблюдении определенного температурного режима в морозильной камере ($-12,5^{\circ}\text{C}$). Отклонения от этого значения не должны превышать одного градуса в ту или иную сторону, что позволяет получать картинки, соответствующие особенностям структур исходной воды. Если условия проведения опытов неукоснительно соблюдаются, то вы даже через продолжительное время можете получать воспроизводимые результаты – легко узнаваемые изображения, характерные для выбранных вами образцов воды. В сущности, указанная операция сродни снятию “отпечатков пальцев”.

Важной особенностью этой методики визуализации структур воды является то, что на морозильную камеру не должны воздействовать вибрации от работы компрессора. Для этого в нашей установке компрессор работает отдельно от морозильной камеры, а трубки с охлаждающим агентом, соединяющие эти блоки, погружают в специальную емкость (поглотитель вибраций), в которую заливают раствор цемента, масса которого должна быть 15–25 кг.

Для замораживания воды используют пиалы с диаметром по верхней кромке 11,5 см. Опыт показывает, что отступление на 1–2 см от этого размера приводит к потере качества изображений.

Отличие нашей методики от методики Масару Эмото заключается в том, что решающая способность метода Масару Эмото и нашего метода выражается пропорцией 1:5000 и более. Это значит, что объем информации, получаемый им и нами, а также возможности практического использования получаемых данных несоизмеримо различны.

Что и как можно увидеть при работе с ледяными монолитами? Начальный этап в работе с монолитами заключается в том, чтобы в пиалы налить равные объемы воды. Опыты необходимо проводить не менее чем в двух вариантах: опыт и контроль, повторность – не менее чем трехкратная. Вначале пиалы равномерно размещают на подносе и помещают в морозильную камеру с установившейся постоянной минусовой температурой 12–13°C. Вода охлаждается примерно 1,5 ч, после чего в пиалах на водной поверхности начинают появляться изображения. Этот момент важно не упустить, поскольку процесс проявления “морозных картинок” продолжается минут 10, нужно правильно выбрать момент и сделать наиболее интересные снимки. Для съемок ни в коем случае не следует вынимать пиалы из морозильной камеры – изображение на поверхности воды сотрется, исказится и дальнейшая работа с монолитами окажется просто бесполезной. Морозильная камера имеет два окна – спереди и сзади. Через заднее окно проводится засветка пиал с помощью современных ламп дневного света. Через переднее окно осуществляется фотографирование объектов, находящихся внутри камеры (первая стадия получения информации). Спустя некоторое время, морозные изображения на поверхности воды в пиалах начинают расплываться и теряют свою четкость. С этого момента наблюдения можно прекратить до того времени, пока вода полностью замерзнет. Затем необходимо вынуть поднос с пиалами из морозилки и подождать момента, когда ледяные монолиты подтают и их можно будет свободно извлечь из пиал. Время выемки монолитов из холодильника подбирается опытным путем с тем, чтобы купола монолитов были гладкими, без снежного налета (переохлажденный монолит). С этого момента начинается вторая стадия съема информации (рассматривание и фотографирование монолитов сверху, снизу, с боков и на просвет).

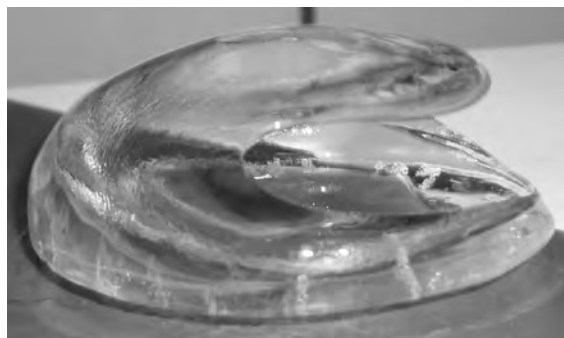


Рис. 1. Общий вид ледяного монолита

На рис. 1 показан не до конца замерзший монолит. Часть воды из него через подтаявшую стенку вылита, поэтому можно хорошо рассмотреть особенности его строе-

ния. В верхней части расположен “купол”, в нижней – утолщенная “подошва” – это часть монолита, которая первой замерзает в пиале и дарит нам первые изображения структурных перестроек воды.

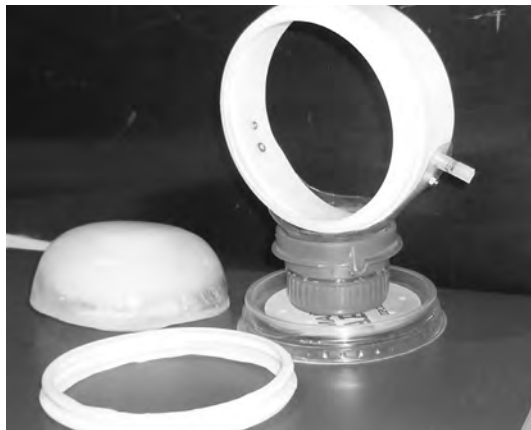


Рис. 2. Штатив для просмотра монолита на просвет

На рис. 2 показано несложное приспособление, позволяющее закрепить ледяной монолит в пластмассовом кольце на штативе. Это создает комфортные условия для рассматривания и фотографирования объекта.

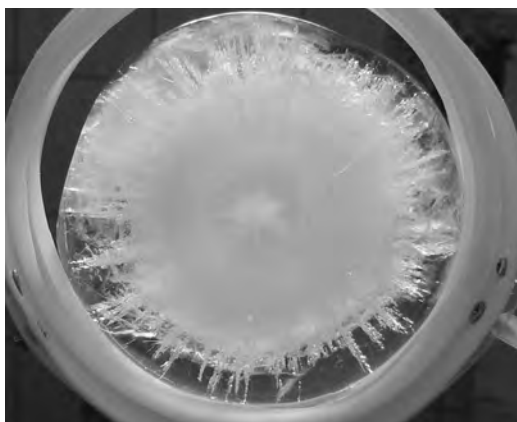


Рис. 3. Внешний вид монолита

На рис. 3 показан монолит, размещенный в круглом пластмассовом футляре (кольцо с загнутыми во внутрь краями). Если для закрепления ледяного монолита применить металлический футляр, то лед в нем интенсивно тает, при этом изменяется его форма, и картинка на фотографии может получиться некачественной.

На рис. 4 перед нами предстает классический образец шестилучевой структуры воды, полученной из дистиллятора с отличными характеристиками. Вода из обычных дистилляторов имеет менее выразительный характер.



Рис. 4. Вид монолита со стороны купола (дистиллированная вода)

Недавно, при просмотре французского фильма «Одиссея капитана Кусто», мы увидели кадры подводной съемки в антарктических льдах, где на днище одного из айсбергов красовались идеальной формы шестиугольники – структура, сформировавшаяся в течение тысячелетий. Чтобы образовать такую структуру воды, нужно было удалить из нее малейшие примеси – Природа справилась с этой задачей превосходно. Это один из феноменов самоорганизации воды.

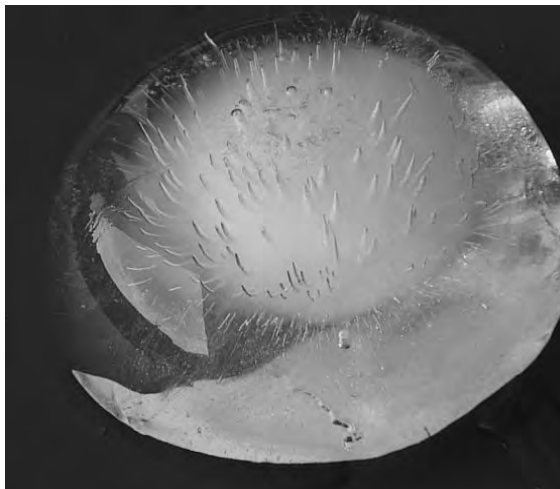


Рис. 5. Монолит из воды, обработанной воздействием шунгитовой пирамиды

На рис. 5 показан монолит из воды, обработанной воздействием шунгитовой пирамиды. Мы наблюдаем потрясающую прозрачность верхнего слоя монолита, обусловленную высокой степенью структурированности воды. Не в этом ли заключается целебная сила природных шунгитовых источников? Внутри монолита “завис” пушистый шарик с редкими ворсинками.

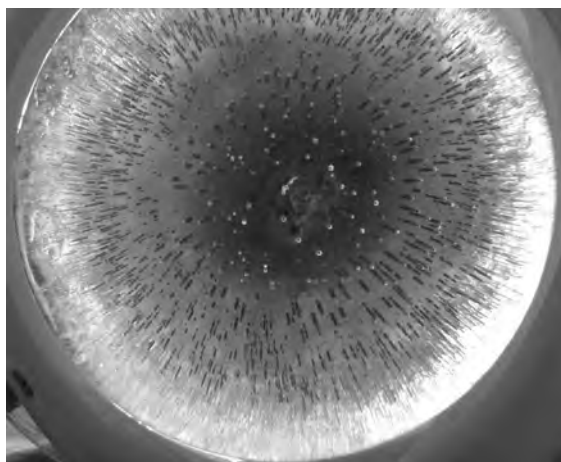


Рис. 6. Вид монолита на просвет (гумат натрия)

На рис. 6 показана “визитная карточка” раствора гумата натрия. В отличие от шунгитового монолита монолит гумата натрия дает картинку с многочисленными иголками, расположенными по всему объему монолита.

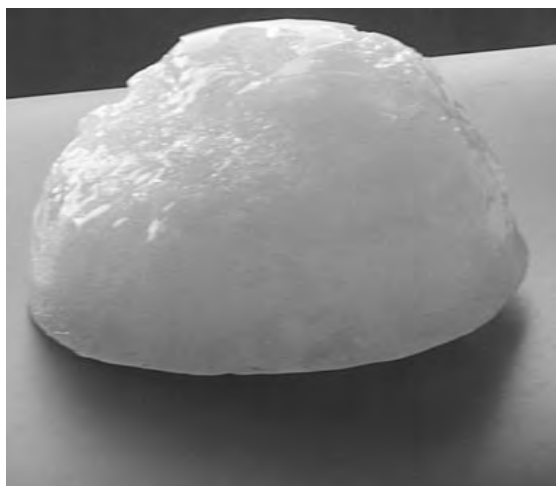


Рис. 7. Монолит из газированной воды

На рис. 7 показан монолит из газированной воды. Вода, насыщенная газом, имеет разупорядоченную структуру, что выражается в нагромождении беспорядочной ледяной массы.

На рис. 8 показан монолит из структурированной воды – у него идеальная округлая форма и высокая степень прозрачности. Структурированная и деструктурированная вода отличны между собой как небо и земля.

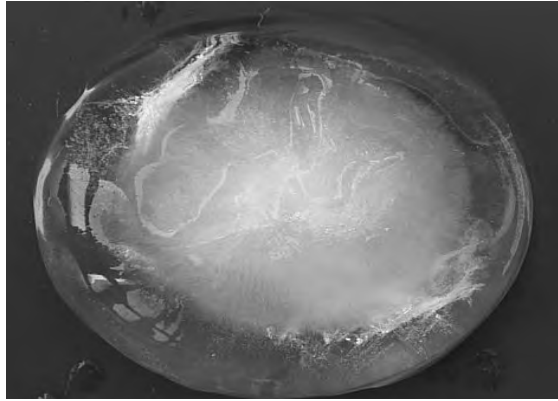


Рис. 8. Монолит из структурированной воды.

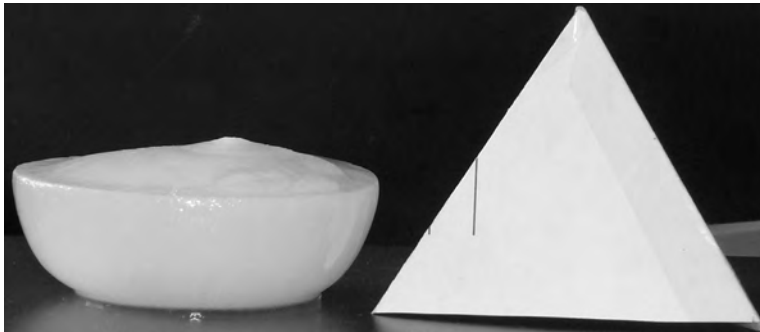


Рис. 9. Воздействие бумажной пирамиды на структуру воды

На рис. 9 можно увидеть, что тонкоэнергетическое воздействие бумажной пирамиды на воду значительно отличается от всего того, что мы видели раньше. Вся толща монолита представляет собой сплошную молокообразную массу.



Рис. 10. Поверхностный рисунок от воздействия на воду пирамиды из оргстекла

Тонкая энергетика пирамиды “слепила” нечто похожее на саму пирамиду. Острие пирамиды во время заморозки воды было направлено перпендикулярно к поверхности воды в пиале.

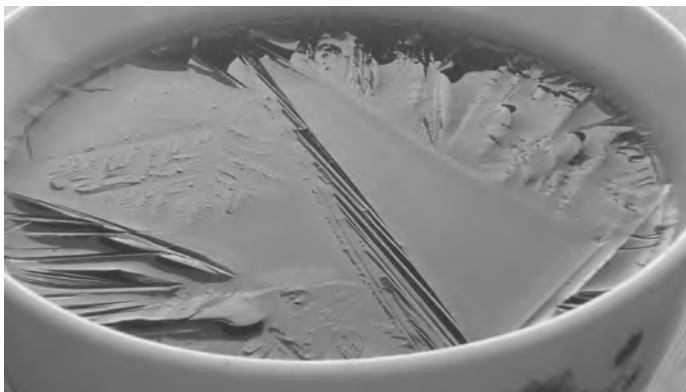


Рис. 11. Воздействие шунгита на структурные особенности воды

“Автограф”, показанный на рис. 11, обусловлен воздействием на воду шунгита российского производства (тонкий помол). Эта затейливая картинка, которую нельзя спутать ни с каким другим агентом, воздействующим на структурные особенности дистиллированной воды.

Подводя итог проделанной работе, можно констатировать, что с помощью новой методики (с использованием ледяных монолитов) получены убедительные доказательства возможности визуализации структурных особенностей воды. Исходя из полученных данных можно утверждать, что *химические реакции в водной среде осуществляются не сами по себе, а сопряженно с особенностями структурирования воды в данных условиях.*

Установлена закономерность – при замораживании воды в сосудах овальной формы (пиалах) на поверхности и внутри ледяных монолитов льда образуются морозные узоры, отображающие структурные особенности исходной воды.

Наша методика существенно отличается от методики Масару Эмото тем, что позволяет разрешать более широкий круг проблем. Его технология дает возможность в эмоциональной форме, с помощью выразительной или менее выразительной формы кристаллов, без конкретики, ответить на вопрос: “да или нет, хорошо или плохо”.

Полученные нами за три года снимки одних и тех же водных объектов позволяют идентифицировать, определять их принадлежность к тому или иному типу (вода дистиллированная, вода речная, вода скважинная, вода морская, вода, облагороженная шунгитом, вода после обработки в магнитном поле и т.д.). Это дает основания полагать, что в обозримом времени можно будет создать технологию определения качества воды.

Разработанная нами методика визуализации структурных особенностей воды позволяет поставить окончательную точку в споре о том, *есть ли у воды структура?* Ответ однозначно положительный.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Пивоваров Л.П. Визуализация структурных особенностей воды // Нефть и газ. – 2010. – № 3. – С. 80–98.
- 2 Davenas E., Beauvais F., Amara J., Benveniste J. et al. Human Basophil Degranulation Triggered by Very Dilute Antiserium Against IgE // Nature. – 1988. – Vol. 333. – P. 816–818.
- 3 Зенин С.В. Механизм воздействия сверхмалых доз через изменение информационной системы воды // Материалы 2-го симпозиума “Механизм действия сверхмалых доз”, 23-26 мая 1995 г. – М.: ИБФ РАН, 1995. – С. 94–95.
- 4 Зенин С.В. Принципы научного обоснования биоэнерготерапии. – М., 2007. – С. 94–95.
- 5 Feliks Franks. Water a matrix of life // The Royal of Chemistry. – 2000. – P. 225.
- 6 Зенин С.В. Основы биофизики воды. – М., 2011. – 48 с.
- 7 Эмото Масару. Послания воды: тайные коды кристаллов льда. – М.: Издательский дом “София”, 2006. – 96 с.
- 8 Зелепухин В.Д., Зелепухин И.Д., Красноголовец В.В. Термодинамические и молекулярные особенности дегазированных водных систем // Химическая физика. – 1993. – № 7. – С. 992–1205.
- 9 Зелепухин В.Д., Зелепухин И.Д. Ключ к «живой» воде. – Алма-Ата: Кайнар, 1981. – 188 с.
- 10 Зелепухин В.Д., Пивоваров Л.П., Надиров Н.К. Тонкая структура воды и методы ее индикации // Вестник Национальной инженерной академии РК. – 2012. – № 3. – С. 48 – 56.
- 11 Надиров Н.К. Водонефтяная смесь и проблемы ее разделения // Нефть и газ. 2010. – №3. – С. 72–78.

НОВОСТИ НАУКИ И ТЕХНИКИ

Ученые из NASA раскрыли тайну «невероятной находки» на Марсе

На конференции в римском университете Сапьенца специалист NASA Чарльз Элачи, глава Лаборатории реактивного движения, отвечающей за исследовательскую миссию проекта, рассказал о последней сенсационной находке. По его словам, «сенсация» состоит в том, что марсоход обнаружил на Красной планете простые органические молекулы. Чарльз Элачи подчеркнул, что речь идет именно об органических, а не биологических молекулах, которые свидетельствовали бы о наличии жизни. «Curiosity не оснащен аппаратурой, способной распознавать биологические формы, – отметил он. – Пока это, разумеется, предварительные выводы, которые еще нуждаются в подтверждении. Все данные в полном объеме будут в распоряжении ЛРД 3 февраля 2013 г.». Однако, если информация об обнаружении на Марсе органических молекул подтвердится, это позволит специалистам приблизиться к разгадке возможности существования на Красной планете какой-либо формы жизни.

Как отмечает итальянский телеканал Tgcom24, если предположения подтвердятся, это будет иметь большое значение для науки и дальнейших исследований Красной планеты, поскольку органические молекулы являются необходимым условием для возникновения жизни.

Что может означать такая находка? Планетолог из Института геохимии и аналитической химии (ГЕОХИ) им. В. И. Вернадского РАН Александр Базилевский считает, что «то, что нашли сейчас создатели Curiosity на Марсе, – исключительно поверхностные образцы. В

них жизни быть не может, ее надо искать глубже, пробуравив грунт. Прежде на Марсе уже были найдены органические молекулы – молекулы метана, правда в атмосфере. Их наличие не может однозначно подтверждать или отрицать наличие жизни на планете. Дело в том, что, к примеру, метан может быть продуктом жизнедеятельности живых бактерий, но может быть и результатом других процессов в почве. Сейчас американцы продолжают тестировать приборы Curiosity. Марсоход постепенно движется к тому месту, где есть возможность покопаться в древних озерных или речных отложениях. Вот там, думаю, результаты могут быть интереснее».

Американский марсоход Curiosity совершил посадку на Красной планете 6 августа. Главная цель этой экспедиции – попытаться обнаружить, существовали ли там когда-нибудь условия для зарождения живых организмов. Проект осуществляется НАСА и обошелся в \$2,5 млрд.

Почему позвоночные умнее остальных животных

Человек – один из самых молодых видов, однако фундамент его разумности был заложен задолго до его появления, около 550 млн лет назад. Исследователи из Эдинбургского университета (Великобритания) полагают, что возможность развивать разум появилась едва ли не вместе с первыми хордовыми. То, что позвоночные «умнее» беспозвоночных, что у позвоночных более гибкая и адаптивная нервная система, ученые знали давно, но до конца этот феномен объяснить не могли. Точнее, в общих-то чертах было по-

нятно: у позвоночных намного больше белков, управляющих формированием нервной системы. Эти белки выполняют более тонкую настройку нервной системы, но какие из них были первыми, с каких началась, если можно так выразиться, прогрессирующая разумность позвоночных?

В статье, опубликованной в *Nature Neuroscience*, авторы утверждают, что причиной разумности позвоночных стали удвоившиеся гены, отвечающие за обустройство и работу синапсов. В частности, те, которые управляют производством глутамата, одного из главных нейромедиаторов, и контролируют синтез его рецепторов на мембране принимающего сигнал нейрона. Позвоночные получили от эволюции в дар много копий этих генов. А это значит, что с ними стало возможно беспрепятственно экспериментировать. Если бы эти гены были в одном экземпляре, то новые мутации было бы не на чем испытывать: попадая в единственную копию, они угрожали бы жизни животного. А так в распоряжении позвоночных оказалось что-то вроде испытательного полигона, где на запасных копиях генов можно было тестировать разные комбинации мутаций, как вредных, так и полезных.

Однако самое удивительное, что эти умножения генов имели место уже у пикайи – небольшого примитивного хордового червеобразного животного, останки которого встречаются в среднекембрийских отложениях возрастом 530 млн лет в сланцах Берджесс (Канада).

Пикайю с полным правом можно назвать одним из первых хордовых, у которого появились «гены разумности», но тогда получается, что фундамент разумности всех хордовых, вплоть до человека, был заложен в момент появления этой

группы. Чтобы проверить, действительно ли эти гены так важны для проявления разумности, исследователи вводили в них мутации, а потом проверяли, как у животных будут обстоять дела с обучением и памятью.

Например, мыши, которых использовали в эксперименте, плохо приспосабливались к переменам в окружении, хуже запоминали то, что видели, и вообще демонстрировали умственную ущербность. Такие же мутации, затрагивающие систему производства и транспорта глутамата в нейронах, можно обнаружить у человека при некоторых тяжелых психоневрологических заболеваниях, например при шизофрении. То есть, по-видимому, эти гены действительно важны для «разумности» всех позвоночных, несмотря на то, что возникли они сотни миллионов лет назад.

Огонь и вода

Ученые высказали мнение, что, возможно, Меркурий демонстрирует новые признаки скрытых ледников. Меркурий – это мир контрастов. Днем температура на экваторе ближайшей к солнцу планеты поднимается до 400°C – температуры, при которой плавится свинец. Ночью же поверхность планеты быстро охлаждается до –150°C. Однако на Меркурии есть места и с более стабильной температурой. Внутри полярных кратеров на этой небольшой планете расположены области, которые никогда не видели дневного света, поскольку они укрыты тенью от кратеров. Температура там остается низкой в течение всего меркурианского дня.

Новые данные со спутника *NASA Messenger*, представленные недавно на ежегодной конференции по исследованию Луны и планет Солнечной системы,

подкрепили обсуждаемую долгое время гипотезу о том, что, несмотря на близость к Солнцу, в тени кратеров Меркурий скрывает залежи льда.

С 2011 г. *Messenger* облетает Меркурий, составляя беспрецедентную детальную карту поверхности планеты. Карта полярных кратеров, составленная спутником, хорошо согласуется с более ранними изображениями, полученными с помощью наземных радаров. Они показали аномально яркие детали – участки, которые отражают радиоволны так же, как лед, т.е. намного лучше, чем окружающий ландшафт.

Но горячими точками на радарной карте отмечены и более мелкие кратеры, а также кратеры, расположенные на более низких широтах, на дне которых температурные условия, вероятно, менее благоприятствуют тому, чтобы там мог оставаться лед. Есть предположение, что сохранить его запасы, по-видимому, помогает тонкое изолирующее покрывало из реголита – слоя мелкозернистого материала, покрывающего поверхность и предотвращающего сублимацию льда.

И действительно, данные со спутника *Messenger*, похоже, подтверждают гипотезу, что некий покров из изолирующего материала устилает внутреннюю поверхность всех кратеров. Температура внутри затененных объектов именно такая, какая требуется для ледяных отложений, укрытых реголитом, которому темный оттенок придают органические соединения, – пояснил Дэвид Пейдж из Калифорнийского университета в Лос-Анжелесе.

Новый взгляд на особенности изображений, уже давно полученных наземными радарными, добавляет Пейдж, «вполне убедительно доказывает, что они состоят преимущественно из термически стабильного льда».

Жидкие кристаллы: от телевизора до антибиотиков

На состоявшемся российско-британском круглом столе были обсуждены вопросы развития гетероциклической химии. Встреча была организована Генеральным консульством Великобритании в Екатеринбурге, Уральским федеральным университетом и Уральским отделением Российской академии наук. По данным газеты «Наука Урала», ученые Института органического синтеза им. И. Я. Постовского тесно сотрудничают с коллегами из Великобритании, при этом в Англии больше внимания уделяют созданию соответствующих новых материалов и изучению жидких кристаллов, а российские ученые сосредоточены на разработке новых противовирусных препаратов.

Жидкие кристаллы – это фазовое состояние, в которое переходят некоторые вещества при определенных условиях (температура, давление, концентрация в растворе). Жидкие кристаллы обладают одновременно свойствами как жидкостей (текучесть), так и кристаллов (анизотропия), по структуре представляют собой вязкие жидкости, состоящие из молекул вытянутой или дискообразной формы, определенным образом упорядоченных во всем объеме. Наиболее характерным свойством ЖК является их способность изменять ориентацию молекул под воздействием электрических полей, что открывает широкие возможности для применения их в промышленности.

Профессор Дункан Брюс из Университета Йорка в своем докладе остановился на удивительных свойствах жидких кристаллов, занимающих промежуточное положение между жидкостями и твердыми телами, обладающих при этом свойствами и тех, и других. А уникальное

сочетание упорядочного положения их молекул и текучести обуславливает анизотропность интересующих специалистов явлений – зависимость свойств от направленности воздействия электрических полей. При этом английский ученый продемонстрировал разнообразные формы молекул последних, похожие на цепь, кольцо, круг пиццы или банан.

Сегодня на мировом рынке хорошо знают плоскостельные дисплеи – в телевизорах, телефонах, калькуляторах и т.п., но зачастую мы даже не подозреваем, как часто сталкиваемся с жидкокристаллическими структурами в повседневной жизни: из них состоят клеточные мембраны человеческого организма, они являются основой активных компонентов всех мощных средств. Прочность паутины объясняется тем, что она проходит жидкокристаллическую стадию, прежде чем «застыть».

Дункан Брюс также подчеркнул, что изучение жидких кристаллов в перспективе позволит человечеству сделать ряд открытий и разработать совершенно новые вещества, так называемые метаматериалы, обладающие свойствами, не предусмотренными природой. Так, в Британии ученые уже интегрировали молекулы металла в молекулы жидких кристаллов. В итоге получены прототипы жидкокристаллических дисплеев нового поколения и новые, недоступные ранее структуры жидкокристаллических веществ, соавторами которых являются российские ученые Дмитрий и Валерий Кожевниковы.

Академик РАН Валерий Чарушин представил достижения сотрудников ИОС. Главное из них – появление ранее незнакомого семейства противовирусных препаратов на основе гетероциклических соединений. Эти препараты имеют боль-

шое значение для развития медицинской химии и биологии. Их фрагменты входят в структуру большинства биологически важных молекул, поэтому они крайне важны при создании новых лекарственных препаратов. В качестве примера ученый привел выдающееся достижение известного химика, академика Исаака Постовского, чье имя с 1970 г. носит Институт органического синтеза. Он создал на основе гетероциклических соединений один из первых в мире антибактериальный препарат – сульфидин. Сегодня его дело успешно продолжают в лабораториях ИОС, где с помощью компьютерного моделирования молекулярных структур синтезировали новое семейство антивирусных препаратов, аналогичных по структуре основаниям ДНК. Еще одно направление развития гетероциклической химии – введение в соединения атомов фтора. Установлено, что это значительно повышает растворимость органических молекул в жирах, способствует их проникновению через клеточные мембраны и задерживает некоторые специфические ферменты. В результате уральские химики являются лидерами в создании антибиотиков фторхинолового ряда на основе фторсодержащих соединений. Разработанный ими антибактериальный препарат «пепфлоксацин» разрешен к медицинскому применению и производится промышленностью. Сегодня по статистике более 20% создаваемых лекарств имеют гетероциклическую структуру с содержанием атомов фтора. Еще одним достижением российских ученых является асимметрический синтез «левофлоксацина». Этот метод запатентован в Японии, Южной Корее и ряде других стран.

По материалам СМИ

МЕХАНИКА

УДК 66.047.57

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ СУШИЛЬНЫХ БАРАБАНОВ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ХЛОПКОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

А. М. БАЙТУРЕЕВ¹, Г. А. МЕДИЕВА², Т. Т. ЖУНУСОВ²

¹Таразский государственный университет им. М. Х. Дулати

²Национальная инженерная академия Республики Казахстан

Рассмотрены результаты внедрения модернизированного сушильного барабана со смешанным режимом термообработки (3,2СБ-СРТ-10). Показано, что при прямоточно-противоточном движении сушильного агента и высушиваемого материала обеспечивается энергосберегающий режим термообработки, при котором производительность сушилки по сухому продукту повышается в 1,43 раза, коэффициент заполнения – почти в 2 раза, величина влагоотбора – в 1,3 раза, а температура сушильного агента на входе в барабан в 1,3 раза меньше. В результате внедрения опорно-упорной станции повышается надежность сушильного барабана при эксплуатации.

Жаңартылған кептіргіш барабанды термоөңдеудің аралас режимімен енгізу нәтижелері қарастырылған (3,2СБ-СРТ-10). Кептіргіш агенттің және кептіргіш материалдың тура дәлдіктегі және қарама-қарсы дәлдіктегі қозғалысында термоөңдеудің энергия сақтау режимі орындалады. Бұл ретте құрғақ өнім бойынша кептіргіштің өнімділігі 1,43 есе, толтыру коэффициенті 2 есеге дейін, ылғалтарту көлемі 1,3 есеге артады, ал барабанға кіре берісіндегі кептіргіш агенттің температурасы 1,3 есеге азаяды. Нәтижесінде сүйеніш-тірек станциясын енгізу нәтижесінде кептіргіш барабанның қолданыс кезіндегі сенімділігі артады.

Results of introducing of modernized dry drum with mixed condition of heat treatment (3.2SB-SRT-10) were discussed. It was shown that when direct and reverse moving of drying agent and drying material energy-saving condition of heat treatment is ensured. This condition ensures also increasing of cotton dryer capacity on dry product in 1.43 times, drum volume efficiency – approximately in two times, value of moisture driving off – in 1.3 times, and temperature of drying agent at an entrance point of drum is 1.3 time smaller. As a result of introduction of bearing-supporting station reliability of the dry drum increases when exploiting.

В целях реализации Стратегии индустриально-инновационного развития Республики Казахстан на 2003–2015 годы 6 июля 2005 года Глава государства Н. А. Назарбаев подписал указ «О создании специальной экономической зоны “Оңтүстік”».

Основными целями создания Специальной экономической зоны (СЭЗ) являются комплексное развитие хлопкоперерабатывающих высокотехнологичных производств,

текстильной (прядельно-ткацкой) и швейной отраслей промышленности, а также активизация вхождения экономики Казахстана в систему мировых хозяйственных связей.

В настоящее время на хлопковых заводах для сушки хлопка-сырца применяются барабанные сушилки типа 2СБ-10, устанавливаемые горизонтально ($\alpha = 0$) (рис. 1–3) [1].

Сушилка типа 2СБ-10 (см. рис. 1) состоит из следующих основных узлов: сушильной камеры-барабана 1, питателя 4, передней опоры 3 с роликами и задней опоры 5, вытяжной трубы 8, редуктора 14 и электропривода 13.

Сушильная камера-барабан 1 диаметром 3,2 м и длиной 10 м изготавливается из двухмиллиметровой листовой стали. Внутри обечайки барабана крепятся двенадцать продольных лопастей 2 (см. рис. 1), обеспечивающих перемешивание и способствующих передвижению хлопка-сырца вдоль оси барабана. Лопасти, изготовленные из двухмиллиметровой листовой стали высотой 0,5 м, располагаются радиально, что позволяет осуществлять процесс нормального перемещения хлопка при любом направлении вращения барабана. Кроме того, это дает возможность выгружать сухой хлопок с любой стороны барабана, что улучшает условия сочетания сушилки с последующими машинами технологической цепочки. Конструктивное оформление лопастей при вращении барабана 10 об/мин обеспечивает стабильную работу сушилки при оптимальном заполнении барабана.

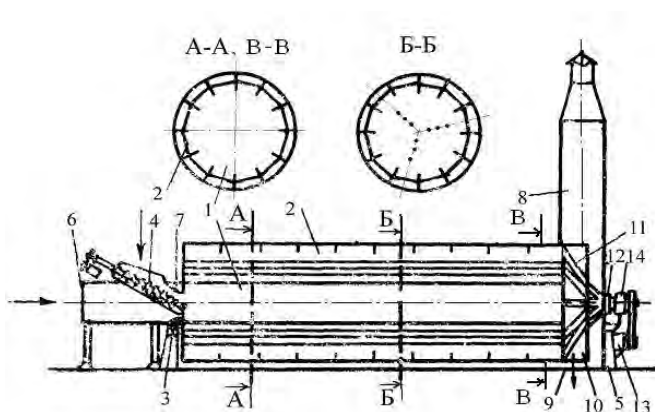


Рис. 1. Сушильный барабан типа 2СБ-10

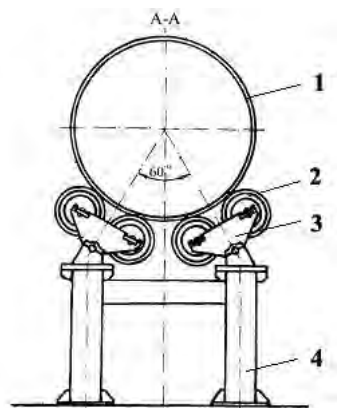


Рис. 2. Передняя опора сушилки типа 2СБ-10

Для придания жесткости конструкции внутреннего устройства барабана, а также для создания наилучшей гидродинамической обстановки и улучшения условий тепловлагообмена конвекцией через каждый метр длины барабана установлены поперечные кольца высотой 0,25 м из листовой стали. Продольная тормозная решетка длиной 6 м (см. рис. 1, сеч. Б-Б) расположена внутри барабана на расстоянии 3 м от его передней стенки. Решетка состоит из трех рядов стержней, параллельных продольной оси сушильного барабана, которые крепятся с помощью крестовин к обечайке сушильного барабана. Решетка увеличивает время нахождения хлопка-сырца в барабане (время сушки) под воздействием сушильного

агента, что способствует увеличению влагоотбора и снижению расхода тепла на испарение влаги.

Загрузочное устройство вводится в барабан через полуу цапфу диаметром 1,19 м, закрепленную к передней стенке барабана. Цапфа 1 (см. рис. 2) опирается на две пары стальных роликов 2 диаметром 0,3 м, закрепленных шарнирно на стойке 4. Такое расположение опорных роликов обеспечивает равномерное распределение силы веса барабана на них. На рис. 3 показан общий вид сушильного барабана типа 2СБ-10.

На выходном конце барабана по образующей конуса укреплены восемь спиц 11 (см. рис. 1), выполненных из стальных труб диаметром 114 мм. На спицах, в свою очередь, укреплены выгружающие лопасти 10. В вершине конуса, по оси барабана, установлен вал, опирающийся на двухрядный самоустанавливающийся подшипник 12 № 3528, корпус которого закреплен на задней опоре 5. На консольном конце вала расположен редуктор 14 привода барабана. Вращение входного вала редуктора осуществляется от электродвигателя 13 типа АО2-71-8 мощностью $P=13$ кВт с числом оборотов $n = 730$ об/мин посредством клиноременной передачи.



Рис. 3. Общий вид сушильного барабана 2СБ-10

Основными недостатками барабанных сушилок типа 2СБ-10 являются несовершенство конструкции передней опоры барабана; относительно малая производительность; невысокий влагоотбор и нерациональное использование объема барабана, из-за чего происходят значительные снижения качества хлопка-сырца как сырья для производства хлопкового волокна. Поэтому повышение срока службы сушильного барабана и интенсификация процесса сушки путем его модернизации без существенных капитальных и трудовых затрат являются актуальной и очень важной народнохозяйственной задачей.

При эксплуатации на Туркестанском хлопковом заводе сушильного барабана типа 2СБ-10 в месте контакта цапфы и опорных роликов (см. рис. 3, узел I) под действием массы барабана с высушиваемым материалом происходит износ цапфы (рис. 4).

Из анализа рис. 4 видно, что глубина износа поверхности цапфы составляет более 50% толщины цапфы. Дальнейшая эксплуатация приведет к полному истиранию цапфы и к выходу из строя барабанной сушилки, что создаст аварийную ситуацию.

Узел – I



Рис. 4. Износ цапфы барабана 2СБ-10.
h – глубина износа цапфы

В целях увеличения срока службы сушильного барабана и интенсификации сушки хлопка-сырца был разработан сушильный барабан со смешанным режимом термообработки (СБ-СРТ), оснащенный опорно-упорной станцией (рис. 6), на что получен предварительный патент «Устройство для сушки хлопка-сырца» [2].

На рис. 5–7 приведены схемы и общий вид модернизированной сушильной барабана со смешанным режимом термообработки.

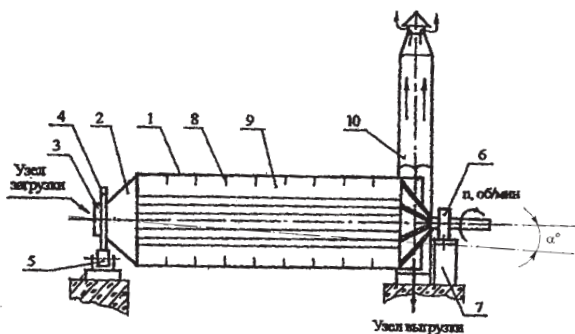


Рис. 5. Модернизированная барабанная сушилка типа 3,2СБ-СРТ-10:

- 1 – барабан; 2 – передняя коническая стенка;
- 3 – цапфа; 4 – бандаж; 5 – опорно-упорная станция;
- 6 – подшипник самоустанавливающийся;
- 7 – задняя опора; 8 – поперечные кольца;
- 9 – продольные лопасти; 10 – вытяжная труба (шахта)

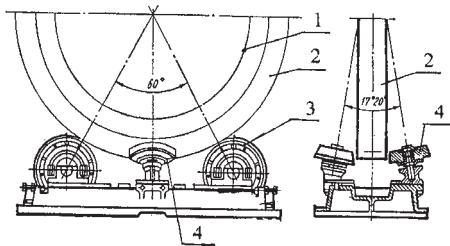


Рис. 6. Опорно-упорная станция:
1 – цапфа барабана; 2 – бандаж;
3 – опорные ролики; 4 – упорные ролики

Модернизированная барабанная сушилка типа 3,2СБ-СРТ-10 содержит барабан 1 с узлом загрузки, включающим цилиндрическую полую цапфу 3. Торцевая стенка 2 барабана 1 со стороны узла загрузки выполнена в виде усеченного конуса с углом у большего основания, равным 45–48° (угол естественного откоса хлопка-сырца) [2]. На внешней поверхности цапфы 3 прикреплен бандаж 4, опирающийся на опорно-упорную станцию 5 (см. рис. 5). Опорно-упорная станция оснащена опорными 3 и упорными 4 роликами (см. рис. 6). Барабан внутри снабжен продольными лопастями 9 и поперечными кольцами 8 (см. рис. 5) [3].

Узел выгрузки барабана 1 включает вытяжную трубу 10, за которой барабан 1 опирается на двухрядный самоустанавливающийся подшипник 6, корпус которого закреплен на задней опоре 7 (рис. 5).

Барабан 1 устанавливается с углом наклона в сторону загрузки 1,5–2° [4].

Влажный материал через цилиндрическую цапфу 3 поступает во вращающийся барабан 1, где подхватывается продольными лопастями 9.

При пересыпании материала с лопастей 9 он подхватывается сушильным агентом, поступающим в барабан со скоростью 10–11 м/с [5], и перемещается в сторону узла выгрузки. Отработанный сушильный агент отводится из барабана при помощи вытяжной трубы 10.

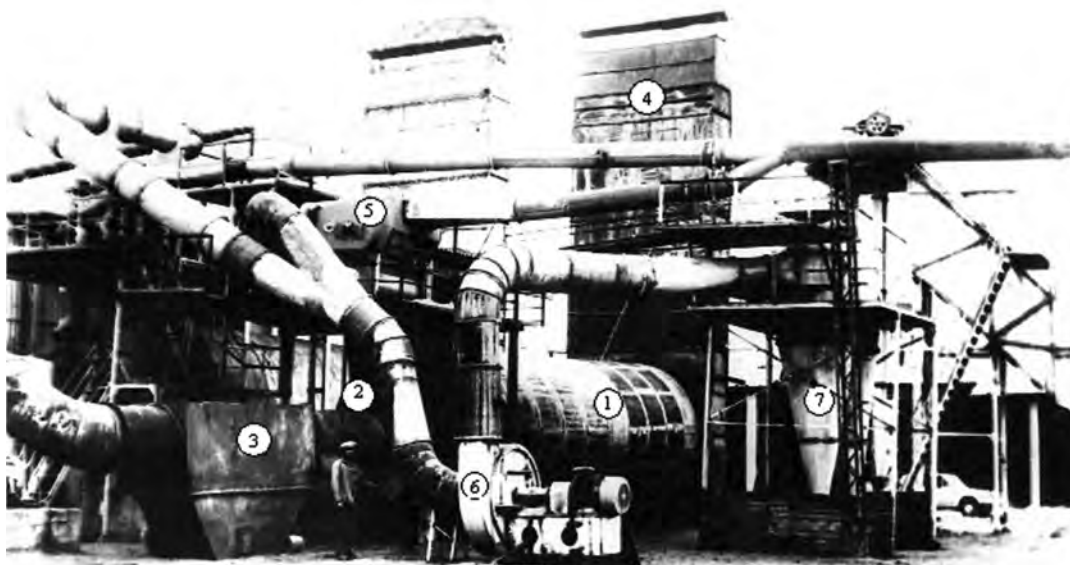


Рис. 7. Общий вид модернизированного сушильного барабана со смешанным режимом термообработки:

1 – модернизированный сушильный барабан (СБ-СРТ); 2 – питатель; 3 – искрогасительная камера; 4 – вытяжная труба (шахта); 5 – пневмотранспорт; 6 – вентилятор; 7 – циклон

Сравнительные показатели модернизированной сушилки
типа 3,2СБ-СРТ-10 и существующей типа 2СБ-10

№ п/п	Показатели	2СБ-10	3,2СБ-СРТ-10	
			Модернизи- рованная	эффект
1	Диаметр барабана, м	3,2	3,2	
2	Рабочая длина барабана, м	10	10	
3	Объем барабана $V_{\text{б}}$, м ³	80,4	80,4	
4	Объем занимаемый внутренними устройствами (насадки 15% от $V_{\text{б}}$), м ³	16,1	16,4	
5	Рабочий объем барабана $V_{\text{р}}$, м ³	64,3	62,8	
6	Число оборотов барабана, об/мин	10	10	
7	Угол наклона барабана, град	0	-1,5	
8	Скорость сушильного агента, м/с: на входе в барабан на выходе из барабана	7÷8	10÷11	Более в 1,43 раза
		2,0	2,9	
9	Производительность по сухому хлопку-сырцу $П_2$, кг/ч	4620	6610	Более в 1,43 раза
10	Производительность сушилки по влаге W , кг/ч	202,7	396,3	Более в 1,96 раза
11	Производительность по влажному хлопку-сырцу $П_1$, кг/ч	4822,7	7006,3	Более в 1,45 раза
12	Коэффициент заполнения, %	13,5	26,5	Более в 1,96 раза
13	Время пребывания, мин	6,75	8,32	Более в 1,24 раза
14	Температура окружающего воздуха, °С	20	20	
15	Влажность хлопка-сырца, %: начальная (ω_1) конечная (ω_2)	16,6	16,7	
		11,7	10,1	
16	Влагоотбор, %	4,9	6,6	Более в 1,35 раза
17	Температура хлопка-сырца, °С: на входе в барабан на выходе из барабана	8	8	
		40	44	
18	Температура сушильного агента, °С: на входе в барабан на выходе из барабана	258	205	Менее в 1,3 раза
		80	62	Менее в 1,3 раза
19	Общий расход теплоты на 1 кг испаренной влаги Q , кДж/кг	6526,4	5020,3	Менее в 1,3 раза
20	Часовой расход тепла ($Q_{\text{ч}} = QW$), кДж·ч	$131 \cdot 10^4$	$199 \cdot 10^4$	Более в 1,52 раза

На Кировском хлопкоочистительном заводе были проведены сравнительные опытно-промышленные испытания сушильного барабана со смешанным режимом термообработки 3,2СБ-СРТ-10 и базового сушильного барабана типа 2СБ-10 [3] (см. табл.) Из анализа табл. видно, что модернизированный сушильный барабан со смешанным режимом термообработки 3,2СБ-СРТ-10 превосходит 2СБ-10 по следующим показателям: производительность по сухому продукту в 1,43 раза больше, коэффициент заполнения в 1,96 раза больше, время пребывания в 1,24 раза больше, влагоотбор в 1,35 раза больше, скорость сушильного агента в 1,43 раза больше, температура сушильного агента на входе в барабан в 1,3 раза меньше.

Внедрение опорно-упорной станции обеспечивает повышенную надежность сушильного барабана при эксплуатации.

ЛИТЕРАТУРА

1 Правила устройства и эксплуатации технологического оборудования сушильно-очистительных и очистительных цехов хлопкозаготовительных пунктов и хлопкозаводов. – Ташкент: ЦНИИХпром, 1975. – 112 с.

2 Предварительный патент Республики Казахстан. № 14030. Устройство для сушки хлопка-сырца /Байтуреев А.М. и др.; опубл. 16.02.2004. Бюл. № 2.

3 Куатбеков М.К., Байтуреев А.М. Методическое руководство по модернизации барабанных агрегатов для сушки хлопка-сырца. – Алма-Ата: НПО Казлегпром, 1989. – 55 с.

4 Положительное решение № 931733.1 от 15.10.1993г. на выдачу предварительного патента Казпатент. Способ сушки хлопка-сырца /Байтуреев А.М. и др. Промышленная собственность № 4 (11), 1995. Информационный бюллетень (В) (11) 2702.

5 Положительное решение № 931569.1 от 29.09.1993г. на выдачу предварительного патента. Способ сушки хлопка-сырца. Казпатент /Байтуреев А.М. и др. Промышленная собственность № 4 (11), 1995. Информационный бюллетень (В) (11) 2701.

МОДЕЛИРОВАНИЕ СТОХАСТИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА РАЗРУШЕНИЯ ХРУПКИХ ТЕЛ

А. В. КОРОЛЕВ¹, А. А. КОРОЛЕВ¹, А. Н. ТЮРИН²

¹Саратовский государственный университет им. Ю. А. Гагарина

²Западно-Казахстанский аграрно-технический
университет им. Жангир хана

Известно, что нагрузки между телами качения оказывают существенное влияние на грузоподъемность и долговечность подшипника. Исследованы вероятностные параметры технологического разрушения твердых тел. Полученные результаты позволяют осуществлять расчет допустимых пределов колебания угла контакта. Показано, что при некоторых соотношениях осевых и радиальных нагрузок на подшипник диапазон допустимых колебаний угла контакта очень велик, что значительно снижает необоснованно увеличенные материальные и трудовые ресурсы при обеспечении угла контакта в узком диапазоне его значений.

Бұл мақалада қатты денелердің технологиялық бұзылу ықтималдық параметрлері зерттелген. Дененің ықтималдық мүмкіндігі материал ақауының аумағына және сан таратушылығының параметрлеріне және көлеміне тәуелді болады. Дененің бұзылу бөлігінің көлемі материалдың қатынасушының ақауының санына қатысты, ақаудың саны заттың бетінің бұзылуына қатысты. Осыған байланысты механикалық өңдеудің сапасын энергиямен сипаттауға болады. Бұл байланыстың жеке сипаттамасы бар, себебі қатты дене материалдың ішкі қайраты көлденең аумақ болып табылады.

It is known that loads between rolling bodies influence significantly on capacity and working life of bearing. Stochastic parameters of technological destruction of solid bodies were studied. Received results allow carrying out calculation of allowable limits of contact angle changes. It was shown that at some ratio of axial and radial loads on bearing, range of acceptable changes of contact angle is very great, and this considerably reduces unreasonably increased material and labor resources expended when ensuring the contact angle in narrow range of its values.

Так как дефекты материалов твердых тел возникают случайным образом и неравномерно распределены в их объеме, то следует предположить, что разрушение твердых тел носит вероятностный характер. Покажем это сначала на примере теории хрупкого разрушения А. А. Griffith [1], в соответствии с которой разрушение происходит под действием развития микротрещин материала.

Свяжем подводимую к заготовке энергию E_V с разрушаемым объемом. Пусть растяжению с напряжением σ подвергается пластина объемом V , в которой имеется множество трещин со случайными размерами l (рис.1). Трещины образуют пуассоновское поле с плотностью ρ_l (шт/м³). Плотность вероятностей распределения размеров трещин обозначим через $f(l)$.

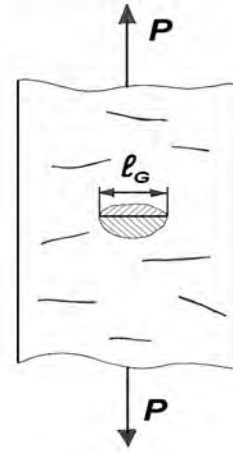


Рис.1. Схема действия растягивающей нагрузки P на пластину с дефектами в виде микротрещин

Если в произвольном объеме V имеется хотя бы одна трещина размером $l \geq l_G$, то пластина подвергается частичному разрушению, от нее отделяется объем V_0 . Вероятность появления трещин размером $l \geq l_G$ равна

$$F(l \geq l_G) = 1 - \int_0^{l_G} f(l) \cdot dl . \tag{1}$$

Вероятность H_m того, что в объеме V имеется m трещин ($m = 1, 2, 3, \dots$), в соответствии с законом Пуассона равна

$$H_m = \frac{(\rho_l \cdot V)^m}{m!} e^{-\rho_l \cdot V} .$$

На основе формулы полной вероятности вероятность осуществления события, состоящего в разрушении тела ввиду появления в его объеме величиной V трещин размером $l \geq l_G$, равна

$$F(l, V) = \sum_{m=1}^{\infty} H_m [F(l \geq l_G)]^m = \sum_{m=1}^{\infty} \frac{(\rho_l \cdot V)^m}{m!} [F(l \geq l_G)]^m e^{-\rho_l \cdot V} , \tag{2}$$

где вероятность $F(l \geq l_G)$ определяется равенством (1) и зависит от вида распределения величин трещин.

Решая уравнение (2), находим

$$F(l, V) = 1 - \exp(-\rho_l \cdot V \cdot F(l \geq l_G)) . \tag{3}$$

Как видно из равенства (3), вероятность разрушения тела на величину объема V экспоненциально зависит от плотности ρ_l расположения трещин в теле и от вероятности $F(l \geq l_G)$ появления в теле трещин величиной более $l \geq l_G$.

Впервые вероятностное распределение дефектов в твердом теле изучали А. П. Александров и С. Н. Журков [2]. Они получили экспоненциальный закон рас-

пределения дефектов и связали вероятность появления дефекта с объемом, в котором они распределяются. Е. I. Gumbel [3] уточнил решение А. П. Александрова и С. Н. Журкова. В соответствии с предложенной им теорией все тело объемом V разбивается на отдельные элементы (звенья) объемом V_3 , и если в одном из этих элементов возникает напряжение большее критического, то тело разрушается. Согласно Е. I. Gumbel [3], вероятность того, что при напряжении σ тело еще не разрушится, равна

$$F(\sigma, V) = 1 - \exp[-(\sigma / \sigma_0)^\alpha (V / V_3)] , \quad (4)$$

где σ_0 – наиболее вероятное значение напряжения; α – показатель неоднородности напряжений.

Приведенная формула означает, что в теле нет ни одного дефекта с прочностью, меньшей σ . Сравнение этого выражения и формулы (3) показывает, что нами предложена более общая и более точная зависимость для расчета вероятности разрушения тела. Более высокая точность определяется более высоким приближением к реальному состоянию твердых тел, которые не состоят из отдельных элементов, как это предполагает формула (4), а являются сплошными телами, как это учитывает выражение (3). Кроме того, у хрупких тел, а именно для таких тел предложены обе формулы, как было показано, разрушение происходит из-за наличия в них дефектов в виде микротрещин, что формула (4) не учитывает. По (4) разрушению подвергается все тело размером V , хотя это не согласуется с практикой, а в соответствии с формулой (3) от тела произвольного объема при наличии микротрещин в процессе разрушения с вероятностью $F(n \geq n_k)$ отделяется лишь часть объема величиной V_0 , в то время как само тело может продолжать работать. К тому же трудно дать четкое определение и наиболее вероятному напряжению в теле σ_0 , и объему элемента тела V_3 и предложить методику их определения. Это ограничивает практическую ценность формулы (4) Е. I. Gumbel.

Более высокая общность выражения (3) обеспечивается тем, что она не ограничена каким-либо одним законом распределения величин дефектов в теле, как в формуле (4), а предполагает наличие любого закона, например наиболее часто встречающегося на практике нормального закона распределения размеров дефектов в виде трещин. Представленное нами выражение не противоречит и известной формуле Вейбулла, предложенной им для расчета вероятности $F(t)$ наработки тел до отказа:

$$F(t) = 1 - \exp(-\lambda \cdot (t - a)^\alpha) ,$$

где t – время работы; α и λ – постоянные коэффициенты.

Однако формула Вейбулла получена эмпирически и не раскрывает физической сущности рассматриваемого явления.

Дифференцируя выражение (3), несложно определить условную плотность распределения вероятностей разрушенного объема тела:

$$f(V / l) = \rho_l F(l \geq l_G) \exp(-\rho_l V F(l \geq l_G)) . \quad (5)$$

В объеме V может находиться множество трещин с длиной, равной или большей критической, которая определяется равенством

$$N_V = V \cdot \rho_l \cdot F(l \geq l_G).$$

Тогда средний объем, в котором появится хотя бы одна трещина размером $l \geq l_G$, будет

$$V_0 = \int_0^\infty V \cdot f(V/l) \cdot dV = \rho_l \cdot F(l \geq l_G) \int_0^\infty V \cdot \exp(-V \cdot \rho_l \cdot F(l \geq l_G)) \cdot dV.$$

Решая представленное интегральное уравнение, получаем

$$V_0 = \frac{1}{\rho_l \cdot F(l \geq l_G)}. \tag{6}$$

Величина V_0 измеряется в m^3 , так как ρ_l – в шт/ m^3 .

На основании равенств (5) и (6) выражение плотности вероятностей $f(V)$ и вероятности $F(V)$ разрушения объема V можно записать в более удобном виде:

$$\begin{aligned} f(V) &= \frac{1}{V_0} \exp\left(-\frac{V}{V_0}\right); \\ F(V) &= 1 - \exp\left(-\frac{V}{V_0}\right). \end{aligned} \tag{7}$$

Чтобы нагляднее проанализировать выражение (7), перейдем в этом равенстве от объема к длине:

$$V = F \cdot L,$$

где L – длина пластины; F – площадь поперечного сечения пластины.

Тогда из равенства (7)

$$f(L) = 1 - \exp\left(-\frac{L}{L_0}\right),$$

где L_0 – длина пластины, на которой в среднем имеется одна трещина критической величины.

На рис. 2 показана зависимость вероятности разрушения пластины от ее длины.

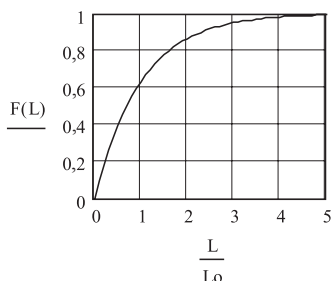


Рис. 2. Вероятность $F(L)$ разрушения пластины, находящейся под действием сил растяжения, в зависимости от ее относительной длины L/L_0

Как видно из рис. 2, при малой длине пластины, значительно меньшей длины L_0 , вероятность ее разрушения мала. С увеличением длины пластины вероятность ее разрушения возрастает. Однако при длине пластины, большей $(4-5)L_0$, вероятность разрушения пластины приближается к единице и уже практически не зависит от длины. Следовательно, очень короткие изделия прочнее длинных.

Как известно [4], работа внутренних сил, затраченная на разрушение пластины, равна

$$E_v = \frac{2}{3} \pi \cdot \frac{\sigma_l^2}{E} \cdot k_m \cdot \sum_{i=1}^N l_i^3, \quad (8)$$

где σ_l – напряжение, при котором разрушается трещина длиной l ; k_m – безразмерный коэффициент, зависящий от вида деформированного состояния: плоскодеформированного ($k_m = 1 - \mu^2$) или плосконапряженного ($k_m = 1$); E и μ – модуль упругости и коэффициент Пуассона соответственно; N – число трещин в пластине ($N = V_0 \cdot \rho_l$).

При достаточно большом N от суммирования в равенстве (8) можно перейти к интегрированию. Для этого разобьем весь возможный интервал размеров трещин на элементарные интервалы dl и определим число трещин N_i длиной l в этом интервале:

$$N_i = N \cdot f(l) \cdot dl. \quad (9)$$

С учетом равенства (9) выражение (8) примет вид

$$E_0 = \frac{2}{3} \pi \cdot \frac{\sigma^2}{E} \cdot k_m \cdot \sum_1^C N_i \cdot l^3 = \frac{2}{3} \pi \cdot \frac{\sigma^2}{E} \cdot k_m \cdot N \sum_1^C f(l) \cdot l^3 \cdot dl, \quad (10)$$

где C – число интервалов, равное

$$C = \frac{l_G - l_{\min}}{dl}.$$

При $dl \rightarrow 0$ величина $C \rightarrow \infty$. Тогда выражение (10) примет вид

$$E_0 = \frac{2}{3} \pi \cdot \frac{\sigma^2}{E} \cdot k_m \cdot N \int_0^{l_G} f(l) \cdot l^3 \cdot dl. \quad (11)$$

Подставляя в равенство (11) значение N из выражения (8), находим

$$E_0 = \frac{2}{3} \pi \cdot \frac{\sigma^2}{E} \cdot k_m \cdot \rho_l \cdot V_0 \cdot \int_0^{l_G} f(l) \cdot l^3 \cdot dl. \quad (12)$$

Решая уравнение (12) относительно разрушенного объема V , определяем

$$V_0 = E_0 \frac{3E}{2 \cdot \pi \cdot \sigma^2 \cdot k_m \cdot \rho_l \cdot \int_0^{l_G} f(l) \cdot l^3 \cdot dl}. \quad (13)$$

Как следует из равенства (13), величина

$$E_0 = \frac{2 \cdot \pi \cdot \sigma^2 \cdot k_m \cdot \rho_l \cdot \int_0^{l_G} f(l) \cdot l^3 \cdot dl}{3E} \quad (14)$$

представляет собой работу, необходимую для разрушения единицы объема материала. Следовательно, она является внутренней энергией насыщения единицы объема материала. Равенство (14) показывает, что внутренняя энергия насыщения материала является вероятностной величиной, так как зависит от плотности вероятностей $f(l)$ распределения размеров трещин.

Если при деформации тела объемом V затрачена работа E_v , то в соответствии с формулой (14)

$$V = \frac{E_v}{E_0}. \quad (15)$$

Следовательно, в соответствии с выражением (15) при разрушении тела, имеющего дефекты в виде трещин, объем разрушенного тела прямо пропорционален работе внешних сил и обратно пропорционален удельной внутренней энергии насыщения тела.

Физика разрушения твердых тел рассматривается и во многих других работах [5–7]. Но представленные нами исследования на основе теории А. А. Griffith с энергетических позиций с учетом стохастического характера разрушения открывают новые возможности для совершенствования технологических процессов.

Теория А. А. Griffith и все полученные на основе ее решения справедливы для хрупких тел. С поправками В. И. Владимирова [4] $r_l \gg r_0$ эта теория может быть использована и для упругопластичных тел.

Примерно к такому же выводу можно прийти при рассмотрении дислокационной природы разрушения твердых тел [8 и др.]. По всей вероятности, трещины зарождаются в местах больших скоплений дислокаций. Поэтому общепринятый детерминированный подход к построению моделей зарождения дислокационных трещин и разрушению материалов не дает положительного результата.

Число дислокаций n в скоплениях дислокаций является случайной величиной и распределено по закону Пуассона:

$$P_n = \frac{n_0^n}{n!} e^{-n_0}, \quad (16)$$

где n_0 – математическое ожидание числа дислокаций в скоплении.

Тогда с учетом равенства (16) вероятность того, что в материале имеется скопление с критическим значением $n = n_k$, при котором зарождается дислокационная трещина, равна

$$F(n \geq n_k) = 1 - \sum_{n=0}^{n_k} \frac{n_0^n}{n!} e^{-n_0}. \quad (17)$$

Среднее число скоплений дислокаций в единице объема материала обозначим через N_0 . Тогда в объеме материала V в среднем имеется $N_0 \cdot V$ скоплений. На самом деле число скоплений в объеме материала V является случайной величиной, распределенной по закону Пуассона. Рассматриваемое событие состоит в том, что материал объемом V разрушится, если в этом объеме имеется N_k число скоплений с критическим числом дислокаций n_k , вызывающим появление устойчивых дислокационных трещин. Вероятность этого события равна

$$F(n_k, N_k) = \sum_{N=1}^{\infty} (1 - (1 - F(n \geq n_k)))^N \frac{(N_0 \cdot V)^N}{N!} e^{-N_0 \cdot V}. \quad (18)$$

Решая равенство (18), находим

$$F(n_k, N_k) = 1 - e^{-N_0 \cdot V \cdot F(n \geq n_k)}, \quad (19)$$

где $F(n \geq n_k)$ определяется равенством (17).

В выражении (19) $n_k = \tau / \tau_k$, откуда с использованием формулы (17) несложно определить значение $F(n \geq n_k)$. Значение $N_0 \cdot V$ зависит от требуемого качества изделия. В наиболее ответственных случаях достаточно и одной трещины, чтобы изделие признать негодным. В других случаях можно допустить наличие нескольких трещин или даже их скопление. Но на практике обычно приходится решать обратную задачу, а именно по заданной надежности изделия, иначе по заданному значению $F(n_k, N_k)$, определять критическое число трещин. Эта задача решается путем логарифмирования выражения (19)

$$N_0 \cdot V \cdot F(n \geq n_k) = \ln(1 - F(n_k, N_k)). \quad (20)$$

Из равенства (20)

$$V = \frac{\ln(1 - F(n_k, N_k))}{N_0 \cdot F(n \geq n_k)}. \quad (21)$$

Как видно из (21), расчетное значение разрушенного объема материала существенно зависит от заданной надежности вычислений. Чем более необходима высокая надежность вычислений, тем более высокий должен допускаться разрушенный объем материала. В связи с этим рассмотрим процесс развития дислокационных трещин с вероятностных позиций.

Свяжем дефектный объем материала V с приращением внутренней энергии. Известно [4], что для создания N_k трещин требуется энергия, равная

$$E_V = \left(\frac{\pi}{8} \cdot \frac{\sigma^2}{E} + \tau \cdot \varepsilon_l \right) \cdot L \cdot \sum_{i=1}^{N_k} l_i^2. \quad (22)$$

Применяя к равенству (22) процедуру, используемую для выражений (9) – (12), получаем

$$E_V = \left(\frac{\pi}{8} \cdot \frac{\sigma^2}{E} + \tau \cdot \varepsilon_l \right) \cdot L \cdot N_k \int_0^{\infty} l_i^2 \cdot \varphi(l) \cdot dl, \quad (23)$$

где $\varphi(l)$ – плотность вероятностей распределения размера трещин.

Подставляя в выражение (13) значение $N_k = V N_0$, найдем

$$E_V = \left(\frac{\pi}{8} \cdot \frac{\sigma^2}{E} + \tau \cdot \varepsilon_l \right) \cdot L \cdot V \cdot N_0 \int_0^{\infty} l_i^2 \cdot \varphi(l) \cdot dl. \quad (24)$$

Из равенства (24) получим

$$V = \frac{E_v}{\left(\frac{\pi}{8} \cdot \frac{\sigma^2}{E} + \tau \cdot \varepsilon_l\right) \cdot L \cdot N_0 \int_0^{\infty} l_i^2 \cdot \varphi(l) \cdot dl} \quad (25)$$

Так как работа внешних сил равна энергии образования дислокаций, в результате которых возникают трещины, то из сравнения знаменателя выражения (25) с равенством (13) можно сделать вывод, что знаменатель представляет собой энергию насыщения единицы объема материала

$$E_0 = \left(\frac{\pi}{8} \cdot \frac{\sigma^2}{E} + \tau \cdot \varepsilon_l\right) \cdot L \cdot N_0 \int_0^{\infty} l_i^2 \cdot \varphi(l) \cdot dl \quad (26)$$

На основании равенства (26) выражение (25) примет вид

$$V = \frac{A}{E_0} \quad (27)$$

Выражение (27), как и (15), показывает, что разрушенный объем заготовки пропорционален работе внутренних сил и обратно пропорционален удельной внутренней энергии насыщения единицы объема материала заготовки, при которой происходят разрушения.

Следовательно, в соответствии с выражениями (15) и (27) при разрушении тела, имеющего дефекты в виде трещин или скопления дислокаций, объем разрушенного тела прямо пропорционален работе внешних сил и обратно пропорционален удельной внутренней энергии насыщения тела. Это означает, что если, например, при механической обработке деталей деформации и разрушению подвергается большой объем, то в процесс разрушения вовлекается большое количество дефектов и на обработанной поверхности появятся следы значительных разрушений, возникнут большие дефекты. И наоборот, если к телу прикладывается небольшая локально направленная технологическая энергия, то возможность появления значительных дефектов на поверхности разрушения маловероятна.

Таким образом, качество механической обработки можно характеризовать затратами подводимой при обработке энергии. Причем эта связь носит случайный характер, так как внутренняя энергия насыщения материала твердых тел является случайной величиной.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Griffith A.A. The Phenomena of Rupture and Flow in Solids // Phil. Trans. R. Soc. Lond. A. – 1921. – V. 1(221). – P. 163–198.
- 2 Александров А.П., Журков С.Н. Явление хрупкого разрыва. – М.; Л.: Техиздат, 1993. – 151 с.
- 3 Gumbel E.I. Statistics of extremes. – New York: Columbia University Press, 1958. – 375 p.
- 4 Владимиров В.И. Физическая природа разрушения металлов. – М.: Металлургия, 1984. – 280 с.
- 5 Надаи А. Пластичность и разрушение твердых тел. – М.: Изд-во иностр. лит., 1954. – Т.1. – 647 с.; М.: Мир, 1969. – Т. 2. – 863 с.
- 6 Потак Я.М. Хрупкое разрушение стали и стальных деталей. – М.: Оборонгиз, 1955. – 347 с.
- 7 Финкель В.М. Физика разрушения. – М.: Металлургия, 1970. – 376 с.
- 8 Старков В.К. Дислокационные представления о резании металлов. – М.: Машиностроение, 1979. – 160 с.

СВОБОДНЫЕ НЕЛИНЕЙНЫЕ КОЛЕБАНИЯ СЕЙСМИЧЕСКОГО КРУТИЛЬНОГО МАЯТНИКА, БЛИЗКИЕ К ЛИНЕЙНО ПОЛЯРИЗОВАННЫМ

Н. И. МАРТЫНОВ, М. А. РАМАЗАНОВА, А. А. ЧУПРАСОВ

Институт механики и машиноведения им. У. А. Джолдасбекова МОН РК

С помощью метода усреднения получены аналитические выражения для угловых координат сейсмического крутильного маятника при свободных нелинейных колебаниях, близких к линейно поляризованным. Проанализированы полученные выражения. Проведено компьютерное моделирование соответствующих колебаний. Приведены графики нутационных и крутильных нелинейных колебаний. Установлены закономерности и особенности свободных колебаний сейсмического маятника. Подтверждена гипотеза И. И. Калинникова о влиянии нутационных колебаний на крутильные. Установлена аналитическая связь, характеризующая это влияние.

Орталау әдісі бойынша сызықты полярлауға жақын еркін бейсызық тербелістерде сейсмикалық айналдырушы маятниктің бұрыштық координаттары үшін аналитикалық өрнек алынды. Алынған өрнектер талданылды. Сәйкес тербелістердың компьютерлік үлгілеу жасалынды. Нутациялық және айналушы бейсызық тербелістердің графиктері келтірілді. Сейсмикалық маятниктің еркін тербелістерінің заңдылықтары мен ерекшеліктері анықталды. Нутациялық тербелістердің айналушы тербелістерге әсері туралы И.И. Калинниковтың гипотезасы расталды. Осы әсерді сыпаттайтын аналитикалық байланыс анықталды.

By means of averaging method analytical expressions were received for angular coordinates of seismic torsion pendulum when taking place of free non-linear oscillations close to linear polarized. Received expressions were analyzed. Computer simulation of corresponding oscillations was carried out. Curves of notation and torsion non-linear oscillations were presented. Behaviors and characteristic properties of free oscillations of seismic pendulum were established. Kalinnikov's hypothesis about influence of notation oscillations on torsion oscillations was proved. Analytical connection characterizing this influence was established.

Территория юга и юго-востока Казахстана является одной из наиболее сейсмоактивных областей стран СНГ [1]. За последние 130 лет юг Казахстана трижды подвергался ударам сильнейших землетрясений интенсивностью 9–10 баллов (Верненское 1887 г., Чиликское 1889 г., Кеминское 1911 г.). С тех пор сейсмическая опасность этой территории возросла в несколько раз, хотя бы потому, что эти районы стали густонаселенными с достаточно плотной и развитой инфраструктурой. Поэтому оценке сейсмической опасности регионов Казахстана посвящено большое число работ, подробный обзор которых приведен в [2].

Появившиеся в последнее время неклассические методы оценки сейсмической опасности [3,4] подтверждают накопление сейсмической энергии в областях, где ранее произошли катастрофические землетрясения. Наибольшую опасность для г. Алматы представляют восточные фланги Заилийского и Кунгей Алатау [3,4], что необходимо учитывать при сейсмостойком строительстве. Кроме того, отмечаются небольшие умеренные зоны концентрации на юго-западе, что связано с «наведенной» сейсмичностью за счет добычи углеводородов на Каспии [4].

Прогноз землетрясений является одной из сложных и пока не разрешенных проблем, стоящих перед человечеством. Если долгосрочный прогноз землетрясений, основанный на геолого-геофизических и сейсмологических наблюдениях, дает более или менее удовлетворительные результаты [5,6], то надежность среднесрочного прогноза по комплексу предвестников существенно ниже 0,5 и в редких случаях приближается к 0,5. Несмотря на огромное количество предвестников, ни один из них не дает точных оценок. В разных сейсмоактивных районах различные предвестники работают по-разному, давая большой разброс прогнозируемых параметров будущего землетрясения. Это связано как со сложностью исследования очага землетрясения, условий его зарождения и развития, так и с существенным влиянием помехообразующих факторов [7]. Ситуация с краткосрочным и оперативным прогнозом еще хуже: практически отсутствуют оценки надежности прогнозных предвестников.

С целью краткосрочного и оперативного прогноза землетрясений был разработан сейсмический маятник крутильного типа [8]. Наиболее глубокое исследование в этой области изложено в работах группы И. И. Калининкова [8–12]. На основе качественной физической модели с оценкой некоторых параметров колебаний маятника и сейсмических воздействий, с привлечением статистических методов И. И. Калининковым и другими сотрудниками Института физики Земли была разработана методика оперативного прогноза землетрясений [9–13].

После Спитакского землетрясения 1988 г. по предложению председателя Совета Министров СССР Н. И. Рыжкова и первого Президента Республики Казахстана Н. А. Назарбаева в 1989–1993 гг. была создана сеть станций из 9 полигонов наблюдения за сейсмической ситуацией на юго-востоке Казахстана. Каждый полигон оснащен прибором «Алем», состоящим из двух крутильных маятников и других приборов, работающих в режиме реального времени. Опыт эксплуатации сети позволил собрать уникальный материал о готовящихся землетрясениях и показал, что прогнозные признаки могут проявляться от нескольких часов до нескольких суток перед землетрясением. Прогнозные признаки с надежностью не менее 70% выражаются в регулярных, как правило, ежедневных отклонениях показаний приборов от своего установившегося уровня либо в пикообразном, либо в бухтообразном изменении углов закручивания маятника [14,15].

Несмотря на определенные успехи в понимании связи поведения крутильного маятника с сейсмической обстановкой, установить какие-либо количественные соотношения не удавалось и, в первую очередь, из-за отсутствия достаточно строгой теории. Следует отметить, что существенный прогресс в компьютерных технологиях и численных методах не позволяет «перебрать» все варианты численного решения, а значит полно оценить влияние всех параметров колебания маятника и глубоко изучить природу явления. На эти вопросы в определенной мере способна ответить количественная теория, базирующаяся на приближенном аналитическом решении.

Такая аналитическая теория начала разрабатываться в Казахстане с конца 2003 года. Она позволила заложить основы теории колебаний сейсмического маятника [16]. С использованием метода усреднения были получены аналитические выражения для расчета всех угловых характеристик сейсмического маятника. Собственные затухающие нелинейные колебания, а также вынужденные нелинейные колебания маятника

описаны в квадратурах. Соответствующие теоремы методов усреднения гарантируют близость точных и приближенных аналитических решений на достаточно большом отрезке времени [17–19]. Полученные результаты качественно хорошо согласуются с экспериментальными данными. Тем не менее основы аналитической теории [16,20] нуждаются в существенной переработке и выполнении расчетной части.

Ниже кратко приводится вывод основных расчетных характеристик и параметров свободных нелинейных колебаний, близких к линейно поляризованным. Проведено соответствующее компьютерное моделирование. Установлены закономерности и особенности свободных колебаний сейсмического маятника.

Свободные колебания. Колебания сейсмического маятника описываются тремя степенями свободы (ψ , θ , ϕ) в модифицированной эйлеровой системе координат, где ψ – угол прецессии, θ – угол нутации, ϕ – угол собственного закручивания [16]. Там же выделен малый параметр μ , который представляет собой соотношение частот линейных крутильных и нутационных колебаний. Для реального сейсмического маятника на станции «Медео» $\mu = 0,0076$. В целях упрощения исследования вводятся обобщенные угловые координаты (q_1, q_2, q_3) и соответствующие им обобщенные импульсы (P_1, P_2, P_3).

$$\psi = F_1(q_1, q_2, q_3) = \arcsin \left(\frac{q_1 \sqrt{1 - \frac{q_1^2}{4}}}{Z_0} \cos q_3 \right), \quad \theta = F_2(q_1, q_2, q_3) = \arcsin \left(q_1 \sqrt{1 - \frac{q_1^2}{4}} \sin q_3 \right),$$

$$(1)$$

$$\varphi = F_3(q_1, q_2, q_3) = q_2 + \arcsin \left(\frac{q_1^2 \sin(2q_3)}{4 Z_0} \right), \quad \cos \theta = \sqrt{\cos^2 q_3 + \left(1 - \frac{q_1^2}{2}\right) \sin^2 q_3} = Z_0.$$

Рассмотрим свободные колебания высокочастотного модельного сейсмического маятника, когда силами трения можно пренебречь. Такое движение маятника в безразмерных переменных описывается системой уравнений [16]:

$$\dot{q}_1 = \left(1 - \frac{\mu^2 q_1^2}{4}\right) P_1, \quad \dot{q}_2 = \frac{P_2}{a} - \frac{\mu}{2} P_3, \quad \dot{q}_3 = \frac{\mu^2}{4} (P_3 - 2P_2) + \frac{P_3}{q_1},$$

$$(2)$$

$$\dot{P}_1 + q_1 - \frac{P_3^2}{q_1^3} = \frac{\mu^2 q_1}{4} P_1^2, \quad \dot{P}_2 + \mu^2 a q_2 = 0, \quad \dot{P}_3 = 0,$$

$$(3)$$

где a – расстояние от центра тяжести маятника до центра крепления галтели.

Из систем уравнений (2), (3) следует:

$$P_1 = \frac{\dot{q}_1}{\left(1 - \frac{\mu^2 q_1^2}{4}\right)}, \quad P_2 = a \left(\dot{q}_2 + \frac{\mu}{2} P_3 \right), \quad P_3 = P_0 = \text{const},$$

$$(4)$$

$$\ddot{q}_1 + q_1 - \frac{P_0^2}{q_1^3} = \frac{\mu^2}{4} \left(q_1^3 - q_1 \dot{q}_1^2 - \frac{P_0^2}{q_1} \right), \quad \ddot{q}_2 + \mu^2 q_2 = 0.$$

$$(5)$$

Под линейно поляризованными понимаются такие колебания маятника, когда его нить остается в фиксированной плоскости. В этом случае порождающее решение (5) имеет вид [16, 20]

$$q_1 = A_1 \cos(t + e_1), \quad q_2 = A_2 \cos(\mu t + e_2), \quad P_0 \equiv 0, \quad (6)$$

где амплитуды A_1, A_2 и начальные фазы e_1, e_2 определяются начальными условиями.

Находим решение первого уравнения (5), используя метод Крылова–Боголюбова или метод усреднения [17–19], записав его в виде

$$\ddot{q}_1 + q_1 = \frac{\mu^2}{4} q_1 (q_1^2 - \dot{q}^2) = \mu^2 f(q, \dot{q}). \quad (7)$$

Полагая

$$q_1 = A \cos \psi, \quad \dot{q}_1 = -A \sin \psi, \quad (8)$$

где $A = A(t)$ – амплитуда и $\psi = \psi(t) = t + \chi(t)$ – фаза колебаний, уравнение второго порядка (7) заменяем эквивалентной системой двух уравнений первого порядка (9):

$$\dot{A} = -\frac{\mu^2}{16} A^3 \sin 4\psi, \quad \dot{\psi} = 1 - \frac{\mu^2}{16} A^2 [1 + 2 \cos 2\psi + \cos 4\psi]. \quad (9)$$

Система уравнений (9) содержит одну медленную переменную A и одну быструю фазу ψ . В соответствии с методом усреднения будем искать решение (9) в виде системы:

$$\begin{aligned} A &= \bar{A} + \mu^2 u_1(\bar{A}, \bar{\psi}) + \mu^4 u_2(\bar{A}, \bar{\psi}) + \dots, \\ \psi &= \bar{\psi} + \mu^2 v_1(\bar{A}, \bar{\psi}) + \mu^4 v_2(\bar{A}, \bar{\psi}) + \dots, \end{aligned} \quad (10)$$

которая преобразовывает систему (9) в систему сравнения (11) вида:

$$\begin{aligned} \frac{d\bar{A}}{dt} &= \mu^2 S_1(\bar{A}) + \mu^4 S_2(\bar{A}) + \dots, \\ \frac{d\bar{\psi}}{dt} &= 1 + \mu^2 G_1(\bar{A}) + \mu^4 G_2(\bar{A}) + \dots \end{aligned} \quad (11)$$

Здесь $\bar{A}, \bar{\psi}$ – неизвестные средние значения A, ψ ; знак «—» означает среднее значение; функции $u_1, u_2, \dots, v_1, v_2, \dots, S_1, S_2, \dots, G_1, G_2, \dots$ – неизвестные, подлежащие определению. Суть метода усреднения состоит в том, что уравнение (7) или эквивалентную ему систему (9) с помощью определенной процедуры замены переменных заменяем более простой системой уравнений, которая поддается решению или более глубокому анализу. При этом решения (7), (10) и (11) должны отличаться между собой на сколь угодно малую величину на достаточно большом отрезке времени. Ограничимся первым приближением, которое в данном случае совпадает со вторым. Ввиду аналитичности $f(q, \dot{q})$ решение уравнения (7) и построенное решение (11) в абсолютной

норме будут отличаться между собой на величину, не более чем $O(\mu^2)$ на отрезке времени $\frac{L}{\mu^2}$, где L может быть достаточно большим числом [18].

Продифференцировав (10) по времени и подставив в (9), учтя (7), (11) и приравняв выражение при μ^2 , получим систему уравнений:

$$\frac{\partial u_1}{\partial \bar{\psi}} = \left\{ \frac{\bar{A}^3}{16} \sin 4\bar{\psi} + S_1(\bar{A}) \right\}, \quad \frac{\partial u_1}{\partial \bar{A}} = - \left\{ \frac{\bar{A}^2}{16} [1 + 2 \cos 2\bar{\psi} + \cos 4\bar{\psi}] + G_1(\bar{A}) \right\}. \quad (12)$$

Выполняя процедуру усреднения, определяем $S_1(\bar{A})$, $G_1(\bar{A})$

$$S_1(\bar{A}) = -\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} \frac{\bar{A}^3}{16} \sin 4\bar{\psi} d\bar{\psi} = 0, \quad G_1(\bar{A}) = -\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} \frac{\bar{A}^2}{16} [1 + 2 \cos 2\bar{\psi} + \cos 4\bar{\psi}] d\bar{\psi} = -\frac{\bar{A}^2}{16}. \quad (13)$$

Подставляя (13) в (12) и выполняя интегрирование, имеем

$$u_1(\bar{A}, \bar{\psi}) = \frac{\bar{A}^3}{64} \cos 4\bar{\psi} + \varphi_1(\bar{A}), \quad v_1(\bar{A}, \bar{\psi}) = \frac{\bar{A}^2}{64} [\sin 4\bar{\psi} + 4 \sin 2\bar{\psi}] + \psi_1(\bar{A}). \quad (14)$$

Чтобы преобразование Крылова – Боголюбова имело тригонометрическую форму, необходимо положить

$$\varphi_1(\bar{A}) = \psi_1(\bar{A}) = 0. \quad (15)$$

Окончательно получим:

$$u_1(\bar{A}, \bar{\psi}) = \frac{\bar{A}^3}{64} \cos 4\bar{\psi}, \quad v_1(\bar{A}, \bar{\psi}) = \frac{\bar{A}^2}{64} [4 \sin 2\bar{\psi} + \sin 4\bar{\psi}], \quad A = \bar{A} + \frac{\mu^2}{64} \bar{A}^3 \cos 4\bar{\psi},$$

$$\bar{\psi} = \bar{\psi} - \frac{\mu^2 \bar{A}^2}{64} [4 \sin 2\bar{\psi} + \sin 4\bar{\psi}], \quad \frac{d\bar{A}}{dt} = 0, \quad \frac{d\bar{\psi}}{dt} = 1 - \frac{\mu^2}{16} \bar{A}^2. \quad (16)$$

Из последних двух соотношений (16) следует, что

$$\bar{A} = \bar{A}_0 = \text{const}, \quad \bar{\psi} = \left(1 - \frac{\mu^2}{16} \bar{A}_0^2 \right) t + \bar{\psi}_0, \quad (17)$$

где \bar{A}_0 , $\bar{\psi}_0$ – усредненные начальные амплитуда колебаний и фаза. Определим их. Согласно (16), (17) при $t_0 = 0$ имеем

$$A_0 = \bar{A}_0 + \frac{\mu^2}{64} \bar{A}_0^3 \cos 4\bar{\psi}_0, \quad \psi_0 = \bar{\psi}_0 + \frac{\mu^2}{64} \bar{A}_0^2 [4 \sin 2\bar{\psi}_0 + \sin 4\bar{\psi}_0], \quad (18)$$

где начальные амплитуда A_0 и фаза ψ_0 определяются из начальных условий:

$$q_{10} = A_0 \cos \psi_0, \quad \dot{q}_{10} = -A_0 \sin \psi_0. \quad (19)$$

Представим \bar{A}_0 и $\bar{\psi}_0$ в виде

$$\bar{A}_0 = \bar{A}_{01} + \mu^2 \bar{A}_{02}, \quad \bar{\Psi}_0 = \bar{\Psi}_{01} + \mu^2 \bar{\Psi}_{02}. \quad (20)$$

Подставим (20) в (18) и проведем разложение по малому параметру μ . Приравняв коэффициенты при μ^0, μ^2 , получим систему четырех уравнений, решение которой

$$\bar{A}_{01} = A_0, \quad \bar{\Psi}_{01} = \Psi_0, \quad \bar{A}_{02} = -\frac{A_0^3}{64} \cos 4\Psi_0, \quad \bar{\Psi}_{02} = \frac{A_0^2}{64} [4 \sin 2\Psi_0 + \sin 4\Psi_0]. \quad (21)$$

Тогда

$$\bar{A}_0 = A_0 \left(1 - \frac{\mu^2 A_0^2}{64} \cos 4\Psi_0 \right), \quad \bar{\Psi}_0 = \Psi_0 + \frac{\mu^2 A_0^2}{64} [4 \sin 2\Psi_0 + \sin 4\Psi_0]. \quad (22)$$

Обозначим

$$\omega_1 = 1 - \frac{\mu^2 A_0^2}{16} \left(1 - \frac{\mu^2 A_0^2}{64} \cos 4\Psi_0 \right), \quad \Psi_1 = \omega_1 t + \Psi_0. \quad (23)$$

Используя (16), (17), (22), (23) и пренебрегая членами четвертого порядка точности по μ , получаем:

$$\begin{aligned} A &= A_0 \left[1 + \frac{\mu^2 A_0^2}{64} (\cos 4\Psi_1 - \cos 4\Psi_0) \right], \\ \psi &= \Psi_1 + \frac{\mu^2 A_0^2}{64} [4(\sin 2\Psi_0 - \sin 2\Psi) + (\sin 4\Psi_0 - \sin 4\Psi_1)], \\ q_1 &= A_0 \cos \Psi_1 + \frac{\mu^2 A_0^3}{64} \left\{ 2(\cos \Psi_1 + \cos(\Psi_1 + 2\Psi_0) - \cos(\Psi_1 - 2\Psi_0)) - \right. \\ &\quad \left. - \cos 3\Psi_1 - \cos(\Psi_1 - 4\Psi_0) \right\}. \end{aligned} \quad (24)$$

Из выражений (23), (24) следует, что частота нелинейных колебаний уменьшилась и зависит от начальных условий. Амплитуда колебаний – периодическая функция времени с периодом $T_A = \frac{\pi}{2\omega_1}$; фаза тоже периодически изменяется во времени, но с периодом $T_\Psi = \frac{\pi}{\omega_1}$. Для нелинейных колебаний характерно появление комбинационных частот $\omega_1, 3\omega_1$.

Из третьего уравнения (2) при $P_3 = 0$, вторых уравнений (3) и (6) следует, что колебания линейно поляризованы с точностью до μ^3 включительно, а параметр $q_3(0)$ задает направление плоскости колебаний. Из формул (1), (6), (24) следует, что на плавное, медленное изменение угла закручивания ϕ с частотой μ накладываются малые по амплитуде быстрые колебания с частотами $\omega_1, 3\omega_1$, выражающие дрожание.

Из выражений (1), (2), (6) следует, что

$$q_3(t) = q_3(0) + \frac{\mu^2}{2} A_2 a (\cos(\mu t + e_2) - \cos e_2), \quad (25)$$

$$\varphi = q_2 + \frac{q_1^2}{4} \sin 2q_3(0) + \frac{q_1^4}{8} \sin 2q_3(0) \sin^2 q_3(0) + \dots, \quad (26)$$

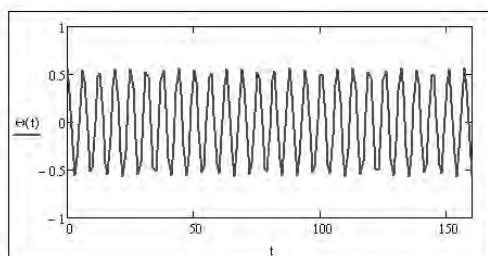
т.е. собственные колебания угла закручивания происходят на медленной частоте, пропорциональной μ и на быстрых частотах $\omega_1, 2\omega_1, 3\omega_1$ и т.д. Если $q_3(0) = 0$, то $\varphi = q_2(t)$.

Результаты численных расчетов. На рис. 1 – 4 в безразмерных координатах приведены графики свободных колебаний угловых координат θ, ϕ для колебаний, близких к линейно поляризованным колебаниям. Отчетливо прослеживается тенденция влияния начальных условий и обертонов на свободные колебания, что характерно для нелинейных колебаний.

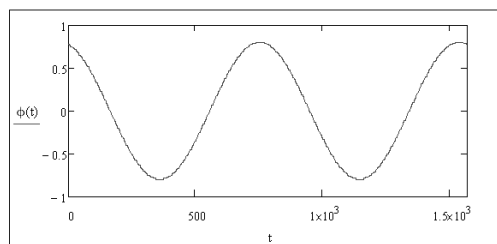
На рис. 1 приведены зависимости θ, ϕ от времени. На периодическое изменение амплитуд нутационных (см. рис. 1, а) и крутильных колебаний (см. рис. 1, б) во времени отчетливо прослеживается влияние обертонов на нутационные колебания. Это подтверждается зависимостями (1), (24), (26). Крутильные колебания φ определяются частотами угловых координат q_2, q_1 ($\mu, \omega_1, 3\omega_1$). Так как q_{30}, A_2 не близки к нулю, то на основные колебания q_2 накладываются нутационные колебания, что проявляется на рис. 1, б и 2, б в виде мелких «дрожаний».

На рис. 2, а отчетливо прослеживается модуляция амплитуды нутационных колебаний, поскольку $q_{30} = 0$ и угловая координата q_3 имеет частоту μ [см. выражения (1), (25)].

Уменьшение начальной амплитуды колебаний A_{20} в $10^3, 10^4, 10^5$ раз (при $q_3 \neq 0$) практически не сказывается на величине амплитуды нутационных колебаний (рис. 3, а и 4, а), но существенно уменьшает амплитуду крутильных колебаний (см. рис. 3, б и 4, б).



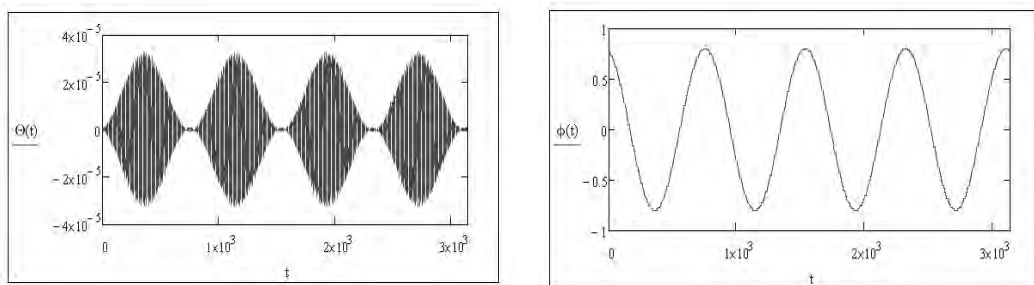
а



б

Рис. 1. Графики зависимостей угловых координат θ, ϕ от времени.

$$\mu = 8 \cdot 10^{-3}; \quad A = 0,8; \quad q_{30} = \frac{\pi}{4}; \quad e_2 = \frac{\pi}{12}; \quad a = 0,8; \quad A_2 = 0,8$$



a

б

Рис. 2. Графики зависимостей угловых координат θ, ϕ от времени.

$$\mu = 8 \cdot 10^{-3}; A = 0,8; q_{30} = 0; e_2 = \frac{\pi}{12}; a = 0,8; A_2 = 0,8$$

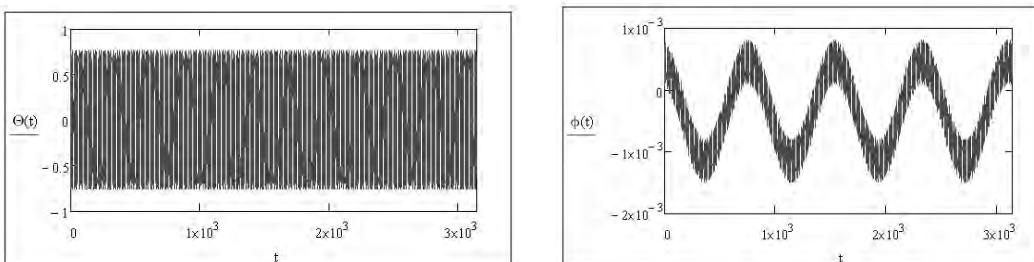
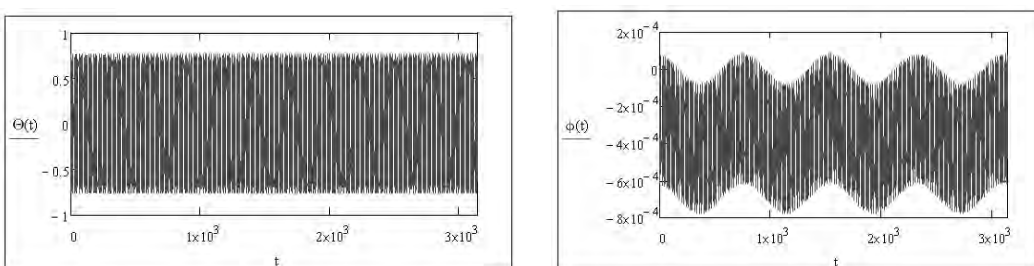


Рис. 3. Графики зависимостей угловых координат θ, ϕ от времени.

$$\mu = 8 \cdot 10^{-3}; A = 0,8; q_{30} = 5; e_2 = \frac{\pi}{12}; a = 0,8; A_2 = 0,8$$



a

б

Рис. 4. Графики зависимостей угловых координат θ, ϕ от времени.

$$\mu = 8 \cdot 10^{-3}; A = 0,8; q_{30} = 5; e_2 = \frac{\pi}{12}; a = 0,8; A_2 = 0,000008$$

При этом влияние величины дрожаний нутационных колебаний на крутильные резко возрастает. При дальнейшем уменьшении начальной амплитуды A_{20} практически теряется зависимость крутильных колебаний от частоты μ и маятник закручивается с частотой нутационных колебаний.

Приведенные расчетные зависимости свободных колебаний, близких к линейно поляризованным, количественно подтверждают гипотезу И. И. Калининкова [11] о влиянии нутационных колебаний сейсмического крутильного маятника на его крутильные колебания и устанавливают между ними аналитическую связь.

Работа выполнена в рамках грантового финансирования «Фундаментальные исследования в области естественных наук» № 0502/ГФ.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Сейсмическое районирование территории СССР. – М.: Наука, 1980. – 307 с.
- 2 Сыдыков А. Сейсмический режим территории Казахстана. – Алматы.: Фылым, 2004. – 268 с.
- 3 Рамазанова М.А. Энергетические и силовые поля сейсмоактивных районов // Известия НАН РК. Сер. геол. – 2007. – №2. – С. 46–49.
- 4 Рамазанова М.А. Оценки напряженно-деформированного состояния Алматинской сейсмоактивной зоны // Поиск. – 2009. – №2. – С. 179–183.
- 5 Завьялов А.Д. Среднесрочный прогноз землетрясений. Основы, методика, реализация. – М.: Наука, 2006. – 254 с.
- 6 Зубков С.И. Предвестники землетрясений. – М.: ОИФЗ РАН, 2002. – 140 с.
- 7 Любушин А.А. Анализ данных геофизического и экологического мониторинга. – М.: Наука, 2007. – 278 с.
- 8 Калининков И.И. Консервативные системы для геофизических исследований. – М.: ИФЗ СССР, 1983. – 178 с.
- 9 Зенков В.С., Калининков И.И., Нюнин М.И., Нюнина Н.А., Синякова В.Ф. Эквивалентная шумовая температура в лаборатории и землетрясения // Доклады АН СССР. – 1978. – Т. 239, №1. – С. 74–76.
- 10 Зенков В.С., Калининков И.И., Нюнин М.И. Оперативный прогноз сильных землетрясений // Доклады АН СССР. – 1980. – Т. 254, №2. – С. 325–327.
- 11 Калининков И.И. Консервативные системы для геофизических исследований. – М.: ИФЗ СССР, 1983. – 178 с.
- 12 Калининков И.И. Горизонтальные крутильные весы – сейсмоприемник с многолепестковой диаграммой направленности // Доклады АН СССР. – 1991. – Т. 317, №4. – С. 868–872.
- 13 Калининков И.И., Матюнин В.П., Нюнина Н.А., Гетманская В.В. Оперативный прогноз землетрясений в телесеismicческой зоне – реальность // Доклады РАН. – 1992. – Т.323, №6. – С. 1068–1071.
- 14 Отчет о научной деятельности Центральной лаборатории по прогнозу землетрясений НПК «Прогноз». – Алматы: ГУ «Казселезащита», 1994–1999. – 168 с.
- 15 Отчет о научной деятельности Центральной лаборатории по прогнозу землетрясений НПК «Прогноз». – Алматы: ГУ «Казселезащита», 2008. – 169 с.
- 16 Мартынов Н.И. Введение в теорию колебаний сейсмического маятника. – Алматы: ЛЕМ, 2005. – 162 с.
- 17 Боголюбов Н.Н., Митропольский Ю.А. Асимптотические методы в теории нелинейных колебаний. – М.: Наука, 1974. – 503 с.
- 18 Гребенников Е.А., Митропольский Ю.А. Метод усреднения в исследованиях резонансных систем. – М.: Наука, 1992. – 221 с.
- 19 Волосов В.М. Усреднение в системах обыкновенных дифференциальных уравнений // УМН. – 1962. – Т. 17, № 6. – С. 3 – 126.
- 20 Мартынов Н.И. Собственные нелинейные колебания сейсмического маятника // Вестник НАН РК. – 2006. – № 5. – С. 48-51.

ФИЗИКА

УДК 629.78

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К КАЧЕСТВУ ИЗОБРАЖЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ С ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННОЙ ПОЛЕЗНОЙ НАГРУЗКОЙ

**Г. Т. МУРЗАКУЛОВ, М. Р. НУРГУЖИН, Б. Ш. АЛЬБАЗАРОВ,
В. В. ТЕН, С. А. МУРУШКИН**

АО «Национальная компания "Казахстан Ғарыш Сапары"»

Рассмотрена задача по определению технически формализуемого критерия, предъявляемого к оптической аппаратуре КА ДЗЗ. Показано, что рассмотренный критерий является более объективным, поддающимся проверке при проведении как наземных испытаний оптических телескопов, так и летных испытаний космических аппаратов. Доказано, что при применении цифровых детекторов в фокальной плоскости современных телескопов, используемых в качестве полезной нагрузки космических аппаратов дистанционного зондирования Земли, численная характеристика качества изображения с использованием таких параметров, как ФПМ и ОСШ, является объективным требованием. Установлено, что производство ФПМ и ОСШ является естественной характеристикой качества изображения, равной эффективно-му отношению дифференциально-го полезного сигнала к общему шуму системы. Рекомендовано использовать этот критерий как юридически обязывающий параметр при заключении контрактов на поставку космических аппаратов с оптической аппаратурой для дистанционного зондирования Земли.

Жерді қашықтықтан зондтау ғарыш аппаратының оптикалық аппаратурасына қойылатын техникалық жағынан қалыптастырылатын критерийді анықтау міндеті қаралды. Қарастырылған критерий оптикалық телескоптарды жерүсті сынау кезінде сияқты, сондай-ақ, ғарыш аппараттарының ұшу сынауларын өткізу кезінде де аса объективті, тексеруге лайық келетін екені шығарылды. Жерді қашықтықтан зондтау ғарыш аппараттарының пайдалы жүктемесі ретінде пайдаланылатын қазіргі телескоптардың фокалдық жазықтығындағы сандық детекторларды қолдану кезінде МЖФ және БШҚ сияқты параметрлерді пайдалану арқылы суреттің сапасын сандық жағынан сипаттау, объективті талабы болып табылатыны дәлелденген. МЖФ және БШҚ туындысы сурет сапасының дифференциалды пайдалы белгінің жалпы жүйе шуының тиімді қатынасына тең табиғи ерекшелігі болып табылатыны белгіленген. Жерді қашықтықтан зондтау үшін оптикалық аппаратурасы бар ғарыш аппараттарын жеткізуге арналған келісімшарттар жасасу кезіндегі бұл критерийді заң жүзінде міндеттейтін параметр ретінде қолдану ұсынылды.

In this paper problem is studied on estimation of technically formalized criterion imposing to optical equipment for space vehicles for remote sensing of the Earth (SV RSE). It was shown that studied

critterion is more objective and may be tested both when ground-level optical telescopes testing and when flight testing of space vehicles. It was proved that when using digital detectors in focal plan of modern optical telescopes as payload of space vehicles for remote sensing of the Earth, objective requirement is numerical characterizing of image quality with using such parameters as MTF (Modulation Transfer Function) and SNR (Signal-to-Noise Ratio). It was established that the product of MTF into SNR is natural characteristics of image quality equal effective proportion of differential signal to total noise of the system. It was recommended to use this criterion as legal binding parameter when entering into contracts of delivery space vehicles with optical equipment for remote sensing of the Earth (SV RSE).

При определении требований к оптической полезной нагрузке космических аппаратов дистанционного зондирования Земли наиболее важным является задание требования на качество получаемого изображения. Качество видовой информации оценивается информативностью оптико-электронного тракта (ОЭТ) системы, включающего не только оптическую систему и электронику фокальной плоскости, но и особенности съемки, режимы работы и динамику космического аппарата (КА).

В мировой практике широко применяется метод определения разрешающей способности оптических систем с помощью наблюдения специальных тест-объектов, позволяющих вычислять частотно-контрастную характеристику сквозного тракта, учитывающую влияние различных дефектов изображения, возникающих в процессе формирования элементами сквозного информационного тракта. К их числу относятся частотные искажения, искажения, обусловленные шумовыми флуктуациями, и искажения, возникающие в силу неидеальности анализирующей и синтезирующей дискретизации [1,2]. В силу этого требование «система должна обеспечивать получение снимков с разрешением N метров» является необходимым, но не достаточным условием при задании требований к оптической полезной нагрузке.

Как подчеркивается в [3], среди известных показателей качества (информативности) визуальной информации, получаемой аппаратурой дистанционного зондирования, наиболее полно отвечает требованиям системного подхода линейное разрешение на местности (ЛРМ), которое определяется по изображению трехшпальной миры (рис. 1) [3]. На рис. 1 изображены 5 элементов миры по 4 группы шпал в каждом.

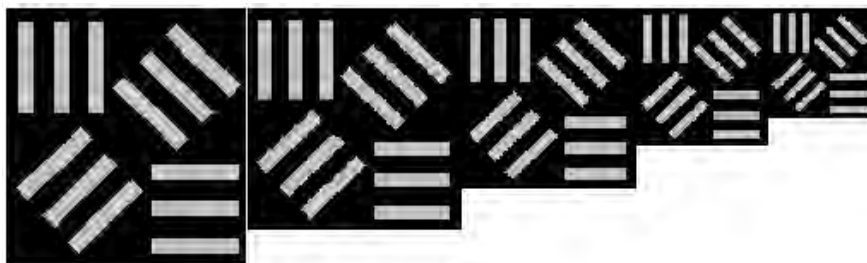


Рис. 1. Элементы трехшпальной миры

Отраслевой стандарт ОСТ ВЗ-3599-77 (Аэрофотообъективы. Метод определения фотографической разрешающей способности, 1977 г.) определяет линейное разрешение на местности следующим образом: ЛРМ является шириной шпалы минимально

разрешимого элемента. Элемент считается разрешимым, если в нем разрешается хотя бы одна группа.

Разрешаемой группой считается группа, в которой:

1. Можно сосчитать число штрихов.
2. Число штрихов группы совпадает с числом штрихов группы в ее изображении.
3. Между соседними штрихами одинаковой яркости допускаются перемычки, их оптические плотности визуально не различимы от изображения штрихов в зоне слияния. Размеры перемычки не должны превышать периода группы этих штрихов.
4. Не допускаются перемычки между несмежными штрихами.

Кроме того, самым важным аспектом, обеспечивающим целесообразность использования ЛРМ в качестве показателя информативности систем дистанционного наблюдения, является его практическая увязка с уровнем идентификации простых объектов.

Этот стандарт является достаточным для определения параметров ОЭТ, но содержит субъективные требования, которые необходимо формализовать. Кроме этого, он был введен для оптических систем, использовавших пленочные регистраторы изображения. В современных системах преимущественно используются электронные детекторы – приборы с зарядовой связью (ПЗС) и приборы с комплементарной логикой на транзисторах: металл – оксид-полупроводник (КМОП) – детекторы, которые вносят особенности в определение качества получаемого изображения и требуют других критериев его установления.

В настоящей работе рассматриваются вопросы, которые возникали при определении требований к ОЭТ КА дистанционного зондирования Земли Республики Казахстан (ДЗЗ РК), соответствия аппаратуры современного космического аппарата ДЗЗ требованиям ОСТ.

Субъективные факторы достаточно полно исследованы в работах В. И. Бобылева [4,5], но необходимо выбрать объективный критерий. Этим критерием может быть рейтинг качества, который является достаточно репрезентативной характеристикой оптико-электронной системы.

При одинаковом значении величины проекции пикселя на местность (GSD) различные оптические системы неодинаково позволяют получать изображения одного и того же предмета. Например, при одной и той же освещенности одна система дает отчетливое его изображение, другая позволяет различить либо его контуры, либо вообще ничего из-за смазывания контура предмета шумом. При фиксированных проекции пикселя на местность и условиях освещенности объекта оптическая система характеризуется двумя основными параметрами – функцией передачи модуляции (ФПМ или modulation transfer function – MTF) и отношением сигнала к шуму (ОСШ или signal to noise relation – SNR).

Рассмотрим более подробно эти параметры. Разрешающую способность телескопа определяет не только величина проекции пикселя на местность, а также значение ФПМ (MTF), которое характеризует способность оптической системы передавать контрастность изображения для различных пространственных частот. Обычно под ФПМ понимается значение на частоте Найквиста.

Идеальных приборов, имеющих ФПМ = 1, не существует, так как любая система имеет конечную апертуру, что ограничивает значение ФПМ дифракционным преде-

лом. Значение ФПМ определяется на частоте Найквиста, которая является пространственной характеристикой системы. В английской литературе для ФПМ употребляется аббревиатура MTF:

$$MTF = \prod_{i=1}^n MTF_i .$$

Здесь MTF – характеристика всего ОЭТ, включающего в себя учет всех искажающих дифракционное значение факторов (MTFi): оптические aberrации (теоретические); дискретизацию видеосигнала детекторами (ПЗС – матрица); смазывание изображения, связанного с движением КА; влияние микровибраций; десинхронизации (при наличии шагов с временной задержкой сигнала с его накоплением – ВЗН). Характерная величина ФПМ для инструмента высокого разрешения (~1 м) около 10% и выше, для среднего разрешения до 30–50%.

Отношение полезного сигнала к шуму есть $SNR = \text{сигнал} / N$, где полный шум $N = \sqrt{(\text{сигнал} + \text{шум}_1^2 + \text{шум}_2^2 + \dots)}$.

Полный шум складывается из квантового, собственного шума детектора (шум 1), шума аналогово-цифрового преобразователя (шум 2) и т.д. Квантовый шум детектора в соответствии со статистическим распределением электронов равен корню квадратному от количества электронов, выработанных детектором от излучения (сигнала). Характерная величина вклада этого шума от 50 до 300 электронов. Внутренние шумы электроники – темновой ток, тепловой шум, шум усилителя и т.п. дают вклад в полный шум от 20 до 100 электронов.

Таким образом, на субъективном уровне восприятия изображения ФПМ характеризует степень размытости деталей, а ОСШ – зашумленность изображения.

Естественным образом качество изображения, в смысле разрешающей способности, находится в прямой зависимости от способности выделять как можно более мелкие объекты на фоне шумов. Одним из эталонных объектов для съемки является изображение протяженных полос с чередующейся отражающей способностью.

ФПМ может быть приблизительно определена как отношение контрастов выходного и исходного изображений. При этом исходное изображение является последовательностью полос одинаковой ширины с чередующейся отражающей способностью, их ширина соответствует интересующей нас частоте (чаще всего берется частота Найквиста, тогда ширина полос равна проекции пикселя).

Напомним, что контраст исходного изображения определяется как $K_0 = (I_1 - I_2) / (I_1 + I_2)$, где I_1 и I_2 – сигналы от светлых и темных полос соответственно. Контраст выходного изображения $K_1 = (J_1 - J_2) / (J_1 + J_2)$, где J_1 и J_2 – соответствующие сигналы на выходе ОЭТ.

$$MTF = K_1 / K_0 = \alpha * (J_1 - J_2) / (I_1 - I_2),$$

где коэффициент α является постоянной величиной, соответствующей трансформации единиц измерения исходного и выходного сигнала. Для простоты можно считать, что сигналы I_1 , I_2 и J_1 , J_2 приведены к единой системе единиц – тогда коэффициент α равен 1.

На рис. 2 изображены входной и выходной сигналы в отсутствие шумов.

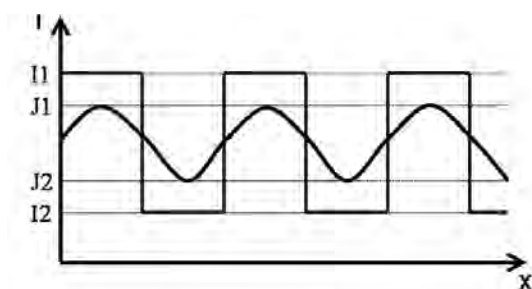


Рис. 2. Входной и выходной сигналы, приходящие на детектор в отсутствие шумов

ОСШ можно определить как отношение разности сигналов от ярких и темных полос к шуму $(I_1 - I_2)/N$, где N – совокупность всех шумов (квантовых, считывания и других).

Таким образом, $SNR * MTF = (J_1 - J_2)/(I_1 - I_2) * (I_1 - I_2)/N = (J_1 - J_2)/N$, то есть произведение ФПМ и ОСШ равно отношению разности выходных сигналов к шуму. Как правило, для разрешения объектов на изображении уровень выходного сигнала от этого объекта относительно выходного сигнала от фона должен превышать уровень шумов приблизительно в 2–3 раза, что эквивалентно $SNR * MTF > 2..3$.

Требование такого типа является одним из наиболее естественных и репрезентативных при формулировании формальных требований к качеству изображения.

Отметим также, что качество изображения для некоторых специализированных приложений (например, идентификация типов растительности) может в большой степени определяться не только способностью распознавания объектов на геометрическом пределе инструмента, но и радиометрической, и спектральной точностью получаемой информации.

В качестве примера рассмотрим характерные значения SNR для видимого диапазона принимаемого излучения телескопом (0,4–0,8 мкм) при следующих условиях: высота орбиты КА – 600 км; апертура телескопа – 0,4 м, его фокусное расстояние – 1,6 м; размер детектора – 6,5 мкм; условия съемки L2 (угол Солнца над горизонтом 30°, альbedo объекта 0,5), проекция пикселя на местность – 2,5 м, квантовая эффективность детектора – 0,5, тогда получаем время экспозиции – около 0,36 мс.

При этом количество электронов, выработанных «сигнальными» фотонами, равно ~ 40 000, соответственно шум $\sqrt{40\,000} = 200$ электронов. Внутренние шумы электроники равны ~ 60 электронов, шум от усилителя – ~ 50 электронов. Общий шум получается $N = \sqrt{(200^2 + 60^2 + 50^2)} = \sqrt{40\,000 + 3600 + 2500} = 215$ электронов. Отношение сигнал/шум будет $SNR = 40\,000/215 = 186$.

Отсюда следует, что при больших значениях SNR (более 100 электронов) шум от сигнальных фотонов доминирует над собственными шумами электроники. В то время, когда сигнальных электронов немного (несколько тысяч), учет собственных шумов является важным. Кроме того, необходимо учитывать, что при слабых условиях освещенности объекта (малое количество сигнальных фотонов, реализуемое при не большом угле Солнца над горизонтом) или малом его альbedo к шумам также будет

относиться сигнал от фона, на котором расположен объект съемки, что существенно будет сказываться на величине SNR.

В рассмотренном случае отношение сигнал/шум можно определять как

$$\text{SNR} = (\text{сигнал}) / \sqrt{(\text{сигнал})} = \sqrt{(\text{сигнал})}.$$

В приведенном примере эта величина будет 200 и отличие от полученной ранее менее 10%.

Из расчетов следует, что в условиях освещенности L2 значение SNR не сильно отличается от величины $\sqrt{(\text{сигнал})}$, т.е. собственные шумы ОЭТ практически не сказываются на отношении сигнал/шум. При других условиях, когда слабый сигнал (несколько тысяч электронов), необходимо делать более точный расчет и устанавливать соответствующие требования на ФПМ и ОСШ. Так, для зачетных условий по ОСТу их произведение должно быть 2,6 – 3,2 (для телескопа с разрешением 1 м). Это приводит к необходимости увеличения времени экспозиции (использование технологии ВЗН), при этом значение ФПМ может уменьшиться из-за десинхронизации движения изображения и пакетов зарядов по ПЗС в фокальной плоскости.

Считаем, что использование требований к ОЭС в терминах произведения ФПМ и ОСШ при заданных условиях съемки более применимо для оценки параметров оптической аппаратуры КА ДЗЗ, чем использование отраслевого стандарта ОСТ ВЗ-3599 -77.

Переход к требованиям такого типа позволяет максимально исключить слабо формализуемые различия в подходах к трактовке таких субъективных факторов, которые употребляются в отраслевом стандарте. При оценке параметров оптической системы также используется модель атмосферы и другие технические данные, слабо поддающиеся формулировке. Таким образом, предлагаемый критерий оценки может быть использован в качестве юридически связывающих обязательств при заключении контрактов на поставку космических систем и КА ДЗЗ. Заметим, что предъявление требований такого типа к оптико-электронной аппаратуре является интегральным, так как это накладывает требования не только к апертуре, фокусному расстоянию, наличию ВЗН, но и к подсистемам КА, например к системе управления и навигации, конструкции КА (демпфирование микровибраций).

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Карасик В.Е., Орлов В.М. Лазерные системы видения. – М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2001. – 350с.
- 2 Лебедев А.А., Нестеренко О.П. Космические системы наблюдения. – М.: Машиностроение, 1991. – 221с.
- 3 Сикорский Д.А. Методы оценки показателя информативности оптико-электронного тракта космических систем наблюдения в видимом диапазоне: Дис. ... канд. техн. наук. – М., 2003. – 142 с.
- 4 Бобылёв В.И. Методика апостериорной оценки ЧКХ бортовой части ОЭТ по характеристике резкого края // Справка о депонировании статьи в ВНИИТИ. – 1991. – №14872. – Вып. 5 (32), сер. А. – 14с.
- 5 Бобылёв В.И., Рачинский А.Г. Результаты психофизического эксперимента по определению порогового эффективного // Справка о депонировании статьи в ВНИИТИ. – 1991. – №14660. – Вып. 5(32), сер. А. – 12 с.

ДВУХЗОННОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Н. Р. ЮНИЧЕВА, С. ЧАРИБАЕВА

РГП «Институт проблем информатики и управления» МОН РК

Работа посвящена реализации двухзонного регулирования для двигателя постоянного тока независимого возбуждения на примере конкретного двигателя. Предложены структурные схемы внутреннего контура тока, контура скорости и контура потока, проведен синтез регулятора тока и регулятора скорости. Получены аналитические выражения для синтеза регулятора тока и регулятора скорости. Результаты работы могут быть рекомендованы для практического применения в области автоматизации технологических процессов различных отраслей промышленности.

Бұл жұмыс тұрақты тоқты, өздігінен қоздырмалы қозғауышты екі зоналы реттеуді жүзеге асыру үшін арналған. Жұмыс нақты қозғауыш негізінде жүргізілген. Жұмыста тоқтың ішкі контурының, жылдамдық және ағын контурының құрылымдық жобалары ұсынылған, ток және жылдамдық реттеуіштерінің синтезі жасалған. Ток және жылдамдық реттеуіштерінің синтезі үшін аналитикалық өрнектер алынды. Жұмыс нәтижелері әртүрлі өнеркәсіп салаларында технологиялық үрдістерді автоматтандыруда қолдану ұсынылған.

The work is devoted to realization of two-zone regulation for direct current engine of independent excitation as an example of the concrete engine. In the paper block diagrams of internal current contour, speed and stream contours were offered, synthesis of current and speed regulators has been carried out. Analytical expressions for synthesis of current regulator and a speed regulator were received. We may recommend results of this work for practical application in the field of automation of technological processes in different industries.

Двухзонный электропривод представляет собой электропривод, в котором изменение угловой скорости осуществляется как ниже, так и выше номинальной (величина параметра, определяемая паспортными данными устройства) [1, 2]. В электроприводе постоянного тока регулирование ниже номинальной скорости осуществляется за счет изменения напряжения на якоре, а регулирование выше номинальной скорости – за счет ослабления магнитного поля двигателя. Двухзонный электропривод состоит из двух подсистем: одна изменяет напряжение на якоре (первая зона), другая – магнитное поле двигателя (вторая зона). Управление этими подсистемами может быть зависимым и независимым [3–5]. Современные системы электроприводов относятся к зависимым, у которых ослабление магнитного поля начинается при достижении напряжения или ЭДС на якоре двигателя номинальных значений.

Статья посвящена процедуре реализации двухзонного регулирования для двигателя постоянного тока, позволяющей расширить режимы работы электродвигателя в более широком допустимом диапазоне.

1. Постановка задачи. Работа электропривода с двухзонным регулированием угловой скорости в общем случае характеризуется следующей системой уравнений:

$$M = M_{cm} = J_{\Sigma} \frac{d\omega}{dt}, \quad e_{np} = IR + L \frac{d}{dt} + e,$$

$$M = k\Phi I, \quad e = k\Phi\omega, \quad F = i_B W_B + i_{BT} W_{BT} = F_B + F_{BT} \quad (1)$$

$$e_B = i_B r_B + 2\rho_n \sigma W_B \frac{d\Phi}{dt}, \quad e_{BT} = i_{BT} r_{BT} + 2\rho_n \sigma W_{BT} \frac{d\Phi}{dt},$$

где J_{Σ} – суммарный момент инерции, приведенный к валу двигателя; M_{cm} – статический момент нагрузки; M – электромагнитный вращающий момент двигателя; e – ЭДС двигателя; e_{np} – ЭДС преобразователя; ω – скорость вращения двигателя; I – ток якоря двигателя; i_B – ток в обмотке возбуждения; i_{BT} – вихревые токи; W_B – количество витков обмотки возбуждения; Φ – магнитный поток. Двигатель постоянного тока является объектом управления. Структурная схема системы двухзонного регулирования, состоящая из объекта управления и управляющего устройства, приведена на рис. 1.

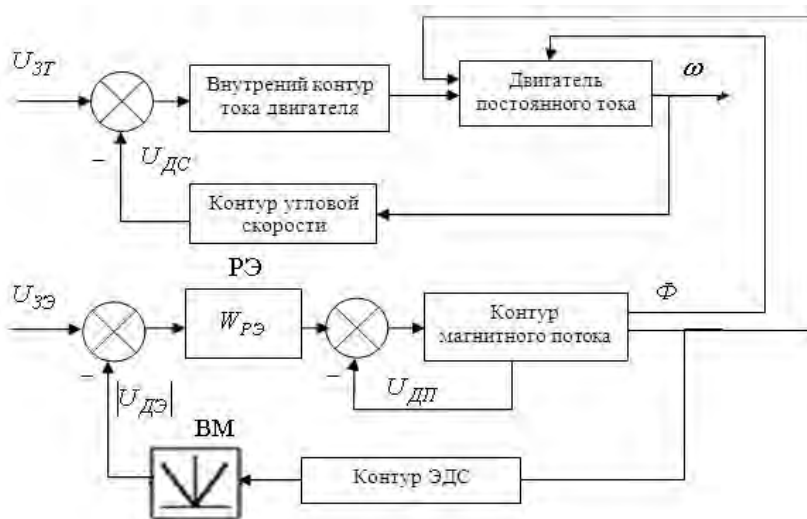


Рис.1. Структурная схема системы двухзонного регулирования

На рисунках ниже приняты следующие обозначения: $U_{зс}$ – напряжение задания скорости; РС – регулятор скорости с передаточной функцией $W_{РС}$; РТЯ – регулятор тока якоря с передаточной функцией $W_{РТЯ}$; ТПЯ – тиристорный преобразователь якоря; ДС – датчик скорости с коэффициентом передачи $k_{ДС}$; ДТЯ – датчик тока якоря с коэффициентом передачи $k_{ДТЯ}$; ЯЦ – якорная цепь двигателя; T_{Σ} – электромагнитная постоянная времени двигателя; J_{Σ} – суммарный момент инерции, приведенный к валу двигателя; $U_{зэ}$ – напряжение задания ЭДС; РЭ – регулятор ЭДС с передаточной функцией $W_{РЭ}$; РП – регулятор потока возбуждения с передаточной функцией $W_{РП}$; ТПВ – тиристорный преобразователь возбуждения; ДЭ – датчик ЭДС; ВМ – выявитель модуля (нужен, так как ЭП реверсивный по якорю); ДП – датчик потока с коэффициентом

передачи $k_{ДП}$; $ОВ$ – обмотка возбуждения; T_{BT} – постоянная времени вихревых токов; $R_{BΣ}$ – полное сопротивление цепи возбуждения; $I_μ$ – ток намагничивания (часть тока возбуждения, идущая на создание магнитного потока) [3–5].

2. Реализация двухзонного регулирования для двигателя постоянного тока независимого возбуждения. Рассмотрим реализацию данной структуры для двигателя постоянного тока независимого возбуждения 4ПФ132S мощностью 15 кВт, параметры которого приведены в табл. 1

Таблица 1. Параметры двигателя 4ПФ132S

P_{HP} кВт	$U_{Я}$ В	$I_{ЯH}$ А	η_{HP} %	n_{HP} об/мин	n_{max} об/мин	$J_{Д}$ кг·м ²	$R_{ЯЦ}$ Ом	$L_{ЯЦ}$ Гн	R_E Ом	L_E Гн
15	220	87,5	77,9	1400	4500	0,095	0,278	$5,15 \cdot 10^{-3}$	58,4	6,03

Двигатель управляется от электропривода ЭПУ1М-2-4027Д УХЛ4, параметры которого приведены в табл. 2.

Таблица 2. Параметры электропривода ЭПУ1М-2-4027Д УХЛ4

Параметры цепей				Трансформатор	Двигатель	
якоря		возбудителя			P_{HP} кВт	n_{max} об/мин
I_{HP} А	U_{HP} В	I_{HP} А	U_{HP} В			
100	230	10	220	ТС-25, ТС-40	11-18,5	4500

Поскольку номинальное напряжение двигателя 220 В, а электропривод питается от сети 380 В, то используется трансформатор ТС-40 [7], как рекомендуемый производителем к этому приводу. Параметры трансформатора приведены в табл. 3.

Таблица 3. Параметры трансформатора ТС-40

$U_{2ф}$ В	RTV , Ом	LTV , мГн	S , кВА
130	0,026	0,3	25

Определим расчетные параметры объекта управления и управляющего устройства [5–7]:

$$\omega_n = \frac{\pi n_n}{30} = \frac{3,14 \cdot 1400}{30} = \frac{146,53 \text{ рад}}{с} \quad C = \frac{U_n - I_n R_{ЯЦ}}{\omega_n} = \frac{220 - 87,5 \cdot 0,278}{146,53} = 1,3,$$

$$I_B = \frac{U_{Я}}{R_E} = \frac{220}{58,4} = 3,77 \text{ А},$$

$$R_{\mathcal{O}} = R_{ЯЦ} = R_{TV} = R_{II} = 0,278 + 0,026 + 0,278 = 0,582 \text{ Ом}, \quad (2)$$

$$R_{II} = 0,278 \text{ Ом}, \quad L_{\mathcal{O}} = L_{ЯЦ} + L_{TV} = 5,15 + 0,3 = 5,45 \text{ мГн},$$

$$k_{\text{ТП}} = \frac{k_{\text{СХЯ}} U_{2\phi}}{U_{\text{ум}}} = \frac{2,34 \cdot 130}{10} = 30,42, \quad k_{\text{СХЯ}} = 2,24, \quad U_{\text{ум}} = 10 \text{ В}, \quad T_{\mu} = 0,005 \text{ с},$$

где ω_H – номинальная угловая скорость двигателя; C – конструктивный коэффициент двигателя; I_B – номинальный ток обмотки возбуждения (ОВ); R_{Σ} – полное сопротивление якорной цепи; $R_{\text{П}}$ – сопротивление преобразователя; L_{Σ} – полная индуктивность якорной цепи; $k_{\text{ТП}}$ – коэффициент усиления тиристорного преобразователя якоря; $k_{\text{СХЯ}}$ – коэффициент схемы выпрямителя якоря; $U_{\text{ум}}$ – максимальное значение напряжения управления; T_{μ} – постоянная времени преобразователя якоря.

Синтез регулятора тока. Структурная схема внутреннего контура тока представлена на рис. 2.

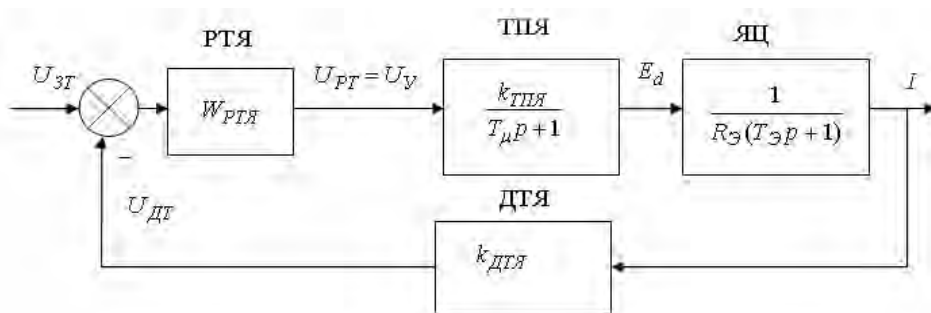


Рис.2. Структурная схема внутреннего контура тока

$$W_{\text{РТЯ}} = \frac{R_{\Sigma} T_{\Sigma}}{2 T_{\mu} k_{\text{ТП}} k_{\text{ТП}}} \cdot \frac{T_{\Sigma} p + 1}{T_{\Sigma} p}, \quad k_{\text{ДТЯ}} = \frac{U_{\text{эм}}}{2 \cdot I_H} = \frac{10}{2 \cdot 87,5} = 0,057, \quad (3)$$

$$W_{\text{РТЯ}} = \frac{0,582 \cdot 0,0094}{2 \cdot 0,005 \cdot 30,42 \cdot 0,057} \cdot \frac{0,0094 p + 1}{0,0094 p} = \frac{0,0094 p + 1}{0,0298 p}.$$

Синтез регулятора скорости. Структурная схема контура угловой скорости показана на рис. 3.

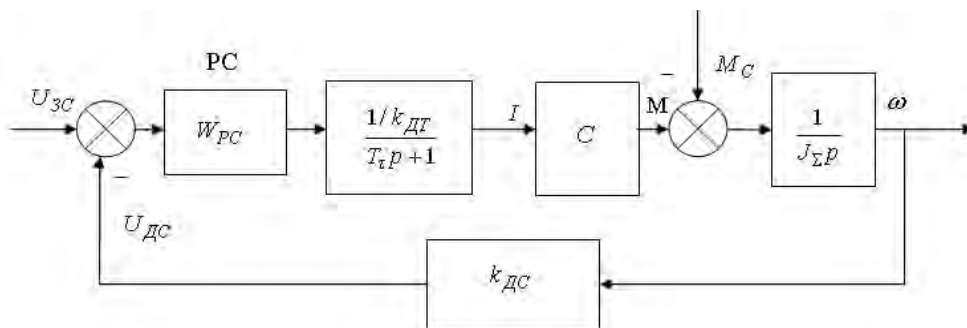


Рис.3. Структурная схема контура угловой скорости

$$W_{PC} = \frac{CT_M k_{ДП}}{2T_T R_{\Sigma} k_{ДС}} \cdot \frac{4T_T p + 1}{T_T p},$$

$$T_T = 2T_{\mu} = 0,01, \quad k_{ДС} = \frac{k_{\Sigma m}}{\omega_{\max}} = \frac{10}{418,7} = 0,024, \quad (4)$$

$$W_{PC} = \frac{1,3 \cdot 0,147 \cdot 0,057}{2 \cdot 0,012 \cdot 0,582 \cdot 0,024} \cdot \frac{4 \cdot 0,01 p + 1}{4 \cdot 0,01 p} = \frac{0,04 p + 1}{0,0023 p},$$

где T_T – эквивалентная постоянная времени контура тока; ω_{\max} – максимальная угловая скорость двигателя. Синтез регулятора скорости проводился в соответствии с симметричным оптимумом [6]. В двухзонном электроприводе постоянного тока при уменьшении магнитного потока снижается коэффициент в объекте регулирования контура скорости, что может привести к уменьшению быстродействия и даже к потере работоспособности контура. Для того чтобы коэффициент в контуре скорости оставался неизменным при любом значении поля двигателя, на выходе регулятора скорости (РС) устанавливают делительное устройство, как показано на рис. 4.

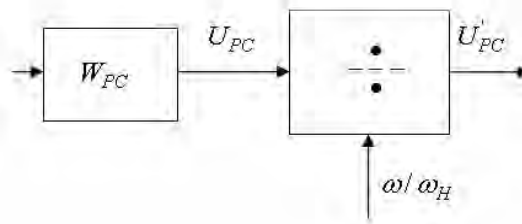


Рис.4. Структурная схема делительного устройства

Синтез регулятора магнитного потока [5,6]. Структурная схема контура потока представлена на рис. 5.

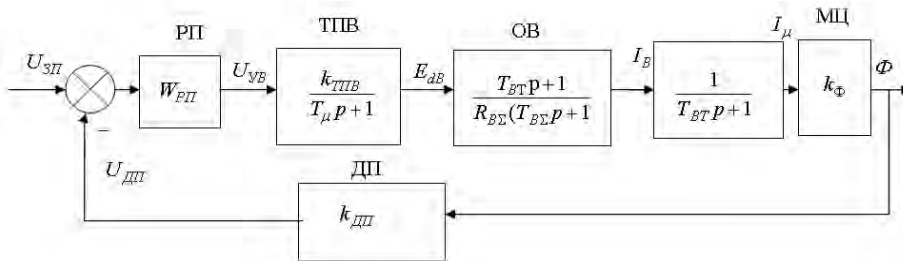


Рис.5. Структурная схема контура магнитного потока

Для определения коэффициента k_{Φ} , связывающего изменение магнитного потока и тока возбуждения, используем характеристику намагничивания. Она представляет собой зависимость магнитного потока Φ от тока возбуждения. По характеристике намагничивания определяем $\Phi_H = 1,05 \cdot 10^{-2}$ Вб.

$$W_{PI} = \frac{R_{B\Sigma}}{2T_{\mu}k_{TPE}k_{\phi}k_{ДП}p} \cdot \frac{T_{B\Sigma}p+1}{T_{B\Sigma}p}, \quad T_{B\Sigma} = T_B + T_{BT} = 0,103 + 0,101 = 0,113 \text{ с},$$

$$k_{\phi} = \frac{\Delta\Phi}{\Delta I} = \frac{0,0013}{1,25} = 0,00104, \quad k_{ДП} = \frac{U_{\Sigma m}}{\Phi_H} = \frac{10}{0,0105} = 952,38, \quad (5)$$

$$W_{PI}^3 = \frac{1/k_{ДП}}{2 \cdot T_{\mu}^2 p^2 + 2 \cdot T_{\mu} p + 1} \approx \frac{1/k_{ДП}}{2 \cdot T_{\mu} p + 1},$$

где W_{PI} – передаточная функция регулятора потока; $T_{B\Sigma}$ – суммарная постоянная времени обмотки возбуждения; W_{PI}^3 – передаточная функция замкнутого контура потока. Оптимизация проводилась на модульный оптимум [7], предполагается наличие датчика потока.

Синтез ПИ-регулятора магнитного потока. Осуществим синтез регулятора ЭДС. Структурная схема контура ЭДС представлена на рис. 6.

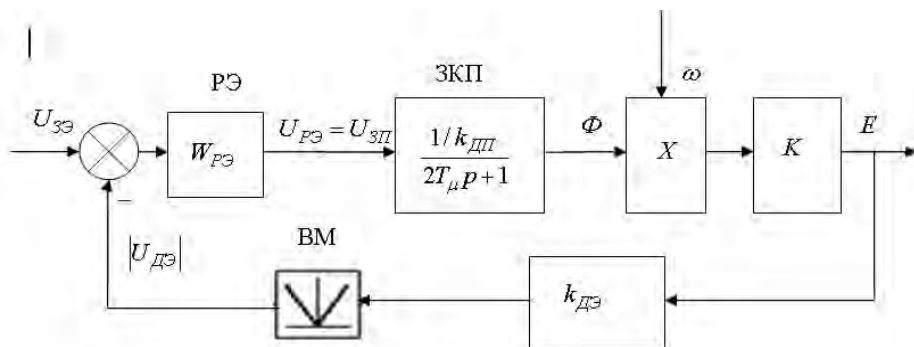


Рис.6. Структурная схема контура ЭДС

$$W_{PЭ} = \frac{k_{ДП}}{2T_{\Pi}k\omega_Hk_{ДЭ}p}, \quad T_{\Pi} = 2T_{\mu E} = 0,016 \text{ с},$$

$$k = \frac{C}{\Phi_H} = \frac{1,3}{0,0105} = 123,81, \quad k_{ДЭ} = \frac{U_{\Sigma m}}{E_H} = \frac{10}{C\omega_H} = 0,0525, \quad (6)$$

$$W_{PЭ} = \frac{952,38}{2 \cdot 0,016 \cdot 123,81 \cdot 146,53 \cdot 0,0525 p} = \frac{1}{0,032 p},$$

где $W_{PЭ}$ – передаточная функция регулятора ЭДС; T_{Π} – эквивалентная постоянная времени контура потока; $k_{ДЭ}$ – коэффициент передачи датчика ЭДС.

Оптимальная настройка контура ЭДС будет выполняться только в одной расчетной точке, т.е. при скорости, при которой была проведена оптимизация. Для сохране-

ния коэффициента усиления в контуре ЭДС неизменным при изменении скорости на выходе регулятора ЭДС включаем делительное устройство, аналогичное показанному на рис. 4.

Таким образом, предложены структурные схемы и процедуры синтеза регуляторов тока, угловой скорости двигателя и магнитного потока. Результаты работы представлены в виде конкретных аналитических выражений параметрического синтеза регуляторов. Полученные данные могут иметь практическое приложение в области автоматизации технологических операций и процессов металлургической, нефтехимической, транспортной и других отраслей промышленности.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Гольц М.Е., Гудзенко А.Б., Остреров В.М. и др. Автоматизированные электроприводы постоянного тока с широтно-импульсными преобразователями. – М.: Энергия, 1972. – 320 с.
- 2 Автоматические системы и приборы с шаговыми двигателями. – М.: Энергия, 1968. – 260 с.
- 3 Ан Ж. и др. Датчики измерительных систем. В 2 кн. – М.: Мир, 1992. – 210 с.
- 4 Андреев В.П., Сабинин Ю.А. Основы электропривода. – М.: Госэнергоиздат, 1963. – 772 с.
- 5 Андриященко В.А., Ломов В.С. Электронные и полупроводниковые устройства следящего привода. – М.: Машиностроение, 1967. – 220 с.
- 6 Анхимюк В.Л., Опейко О.Ф. Проектирование систем автоматического управления электроприводами. – Минск: Высш. школа, 1986. – 210 с.

МЕТАЛЛУРГИЯ

УДК 669.879.1

ИЗВЛЕЧЕНИЕ ЦЕННЫХ КОМПОНЕНТОВ ИЗ НЕКОНДИЦИОННЫХ УРАНОВЫХ РУД

**Т. Ю. СУРКОВА, С. Б. ЮЛУСОВ, А. С. МУКУШЕВА,
Д. А. БЕЙСАХМЕТОВ**

АО «Центр наук о Земле, металлургии и обогащения» ННТХ «Парасат»

Приведены данные физико-химических исследований карбонатной урановой руды после обжига. Показано, что в процессе прокаливания руды карбонаты удаляются более чем на 97%. Прокаленная руда состоит из альбита, кварца, а также сложных по составу силикатов. При вскрытии ее серной кислотой степень перехода ценных компонентов в раствор определяется условиями выщелачивания. При использовании в процессе выщелачивания окислителей, а также предварительного хлорирующего и сульфатизирующего обжига степень перехода в раствор ценных компонентов значительно повышается.

Мақалада, карбонатты уран кендерін күйдіргеннен кейінгі физикалы-химиялық зерттеу жұмыстары келтірілген. Кенді қыздыру үрдісінде карбонаттардың 97 %-дай жоғалатындығы көрсетілген. Қыздырылған кеннің құрамына альбит, кварц, сондай-ақ, күрделі құрамды силикаттар кіреді. Оны күкірт қышқылымен ашқанда ерітіндіде бағалы компоненттердің өту дәрежесі сілтісіздендіру жолымен анықталынады. Сілтісіздендіру үрдісіне тотықтырғыштарды, сонымен қатар, хлорлайтын және сульфаттайтын күйдіргішті қолданғанда, бағалы компоненттердің ерітіндіге өту дәрежесі анағұрлым өседі.

In the paper data are presented of physical-chemical studies of carbonaceous uranium ore after roasting. It was shown that during ore calcination process decarbonizing reaches 97%. Roasted ore includes albite, quartz and silicates of complex composition. When it breaking down by sulfuric acid level of useful components transferring into solution is evaluated by conditions of leaching. When using oxidizing agents in process of leaching and preliminary chlorinating and sulphatizing roasting level of useful components transferring into solution considerably increases.

Сегодня запасы богатых руд практически исчерпаны, что требует вовлечения в сферу производства некондиционного сырья с низким содержанием ценных компонентов. Известные способы и приемы переработки урансодержащих руд не всегда оправданы по отношению к такому сырью. В этой связи целью настоящих исследований явилась разработка новых способов, а также адаптация существующих для извлечения ценных компонентов из некондиционных урановых руд.

Для исследований были отобраны представительные пробы руды и проведено их усреднение.

Спектральный анализ усредненной пробы показал наличие в ней в большом количестве Fe, Al, Na, Si, Mg. Содержание цветных, редких и благородных металлов составляет, %: Ag – <0,001, Cu – 0,01, As – 0,01, Mo – 0,01, Ca >1, Ga – 0,001, Pb – ≤0,01, La – 0,001, Zr – 0,29, U – 0,04.

Согласно рентгенофазовому анализу в пробе содержатся такие минералы, как альбит – $(\text{Na}_{0,98}\text{Ca}_{0,02})(\text{Al}_{1,02}\text{Si}_{2,98}\text{O}_8)$, кварц – SiO_2 , доломит – $\text{Ca}(\text{Mg},\text{Fe})(\text{CO}_3)_2$, кальцит – CaCO_3 и $(\text{Mg},\text{Fe})_6(\text{Si},\text{Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$.

Таким образом, физико-химические исследования усредненной пробы некондиционной урансодержащей руды установили наличие в ней минералов, содержащих силикаты и карбонаты, в небольших количествах присутствуют такие примесные элементы, как молибден, редкоземельные и благородные металлы, имеет место повышенное содержание циркония.

Фазовый состав руды в значительной мере представлен карбонатами, поэтому целесообразно вести либо ее автоклавное карбонатное вскрытие, либо кислотное с предварительным прокаливанием [1]. Нами был выбран второй вариант. Предварительный обжиг руды вели в муфельной печи при температуре 600°C.

Спектральный и рентгенофазовый анализы прокаленной руды показали практически отсутствие в ее составе карбонатов. Так, согласно рентгенофазовому анализу в состав руды входят альбит – $(\text{Na}_{0,98}\text{Ca}_{0,02})(\text{Al}_{1,02}\text{Si}_{2,98}\text{O}_8)$; кварц – SiO_2 ; а также сложные по составу минералы $\text{Na}_{0,45}\text{Ca}_{0,55}\text{Al}_{1,55}\text{Si}_{2,45}\text{O}_8$ (рис. 1).

Химический анализ прокаленной руды также показал значительное снижение в ней карбонатов. Если в исходной руде содержание карбонатов составляло 15,6%, то в прокаленной – только 0,41%.

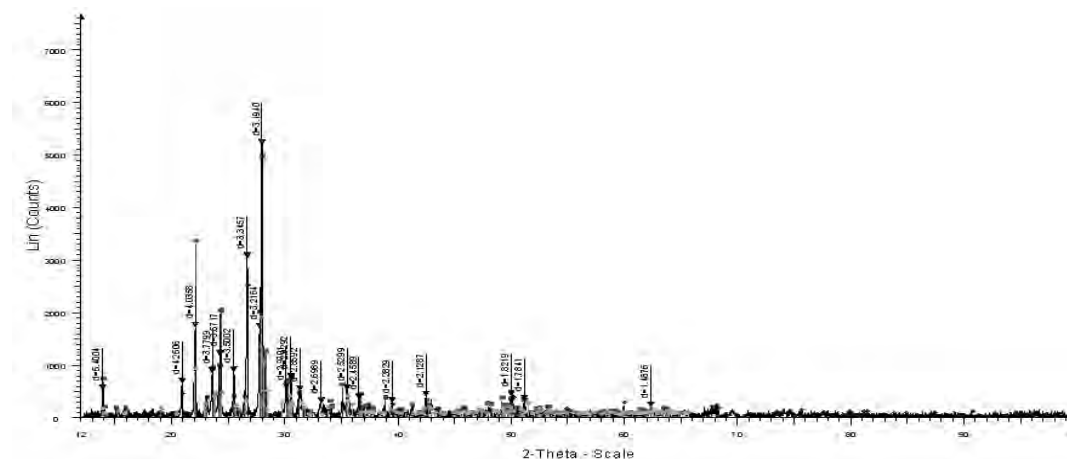


Рис. 1. Рентгенофазовый анализ прокаленной руды

Таким образом, в результате прокаливания руды было удалено свыше 97 % карбонатов.

Данные термического анализа подтвердили наличие микропримесей, таких, как золото, серебро, цирконий, молибден, редкоземельные элементы. Термический анализ прокаленной руды проведен с использованием прибора синхронного термического анализа STA 449. Нагрев осуществлялся в среде высокочистого аргона со скоростью 10°С/мин до 1200°С. Величина навески составила 202 мг. Кривые dDTA и ДТГ были получены с помощью программного обеспечения NETZSCH Proteus.

На кривой dDTA было отмечено несколько слабых эндотермических эффектов (рис.2), что указывает на крайне малое содержание фаз, проявлением которых они являются. Экстремумы некоторых из них оказались близки к температурам фазовых переходов соединений РЗМ, Zr, Mo, Ag, Au. Так, эндотермический эффект с максимальным развитием при 183,9°С можно предположительно связать с проявлением полиморфного превращения примеси Au_2SAg_2S . Эндотермический с максимальным развитием при 501,6°С, возможно, отражает полиморфное превращение Ag_3AsS_3 или $Ag_2Mo_4O_{13}$, а с экстремумом при 1114,3°С, вероятно, можно отнести к проявлению полиморфного превращения Zr_2Au , Zr_2Fe , Ce_2S_3 .

Далее прокаленная руда, содержащая ценные компоненты, наиболее представительными из которых являются Mo, Zr, РЗЭ, поступала на выщелачивание серной кислотой с содержанием H_2SO_4 20–50 г/дм³. Выщелачивание вели агитационным методом при температуре 20 и 50°С и Т:Ж=1:7 и 1:10. Время опыта составило 6 ч. Степень извлечения определяли с учетом концентрации элемента в растворе и кеке. Полученные результаты представлены в табл. 1 и 2.

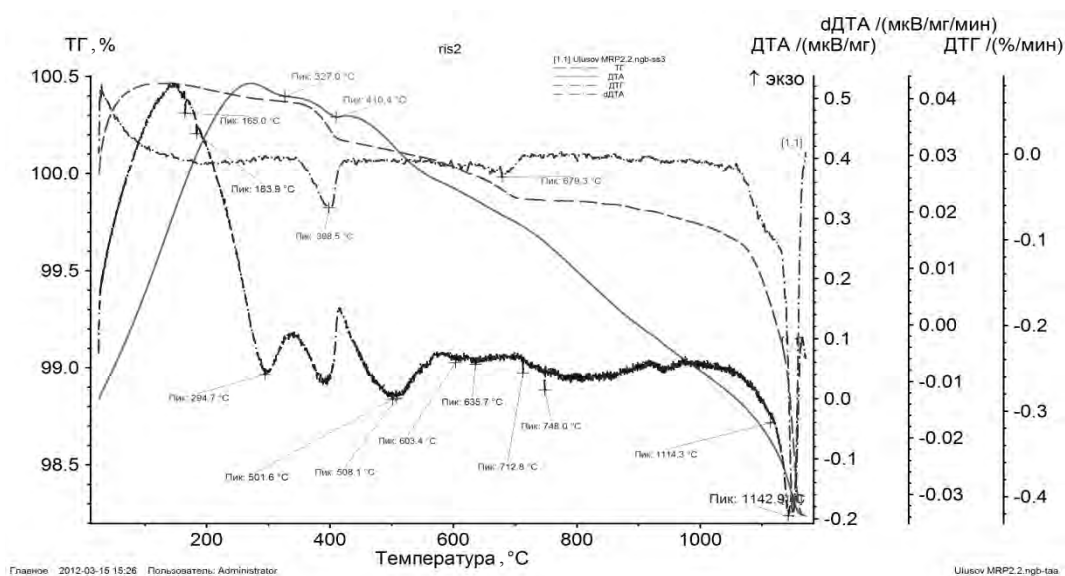


Рис. 2. Термический анализ прокаленной руды

Таблица 1. Результаты выщелачивания прокаленной руды серной кислотой 20 г/дм³

Время, мин	Т:Ж	Степень извлечения, %					
		Температура 20 °С			Температура 50 °С		
		U	РЗЭ	Мо	U	РЗЭ	Мо
60	1:7	12,5	12,5	25,0	12,5	12,5	12,5
120		12,5	12,5	25,0	12,5	12,5	25,0
240		37,5	37,5	25,0	25,0	25,0	25,0
360		50,0	45,0	37,0	50,0	61,0	35,0
60	1:10	25,0	12,5	12,5	12,5	12,5	25,0
120		25,0	12,5	12,5	12,5	25,0	25,0
240		25,0	25,0	12,5	25,0	25,0	50,0
360		50,0	45,0	37,0	75,0	77,0	73,0

Как следует из полученных результатов, извлечение урана, молибдена и редкоземельных элементов возрастает с увеличением отношения Т:Ж, концентрации и температуры. Так, при выщелачивании прокаленной руды серной кислотой с концентрацией 20 г/дм³ за 6 ч при 20°С и Т:Ж=1:7 степень извлечения составила U – 50; Мо – 37; РЗЭ – 45%, а при температуре 50 °С – соответственно U – 50; Мо – 35; РЗЭ – 61% и возросла с увеличением соотношения Т:Ж= 1 : 10, концентрации кислоты 50 г/дм³ и температуры 50°С до U – 78; Мо – 75; РЗЭ – 79%.

При выщелачивании руд в некоторых случаях применяют окислители. Нами в качестве окислителей были использованы гипохлорит натрия и пероксид водорода. Эксперименты вели по описанной методике и концентрации серной кислоты 20 г/дм³. Полученные результаты представлены в табл. 3. Как следует из таблицы, при сопоставимых концентрациях окислителей (в пересчете на активное вещество) более эффективно использовать гипохлорит натрия.

Таблица 2. Результаты выщелачивания прокаленной руды серной кислотой 50 г/дм³

Время, мин	Т:Ж	Степень извлечения, %					
		Температура 20 °С			Температура 50 °С		
		U	РЗЭ	Мо	U	РЗЭ	Мо
60	1:7	13,4	13,2	26,0	13,5	13,5	13,5
120		13,5	13,6	27,7	14,5	13,6	26,0
240		38,5	38,6	28,0	26,0	26,0	26,5
360		52,0	46,0	38,0	52,0	63,0	37,0
60	1:10	27,0	13,5	13,5	13,5	13,5	25,0
120		27,5	13,7	14,5	14,5	26,0	26,0
240		28,0	25,0	14,5	27,0	26,5	52,0
360		53,0	47,0	39,0	78,0	79,0	75,0

Таблица 3. Результаты выщелачивания прокаленной руды серной кислотой в присутствии окислителей

Время	Т:Ж	Степень извлечения, %											
		Пероксид водорода						Гипохлорит натрия					
		Температура 20 °С			Температура 50 °С			Температура 20 °С			Температура 50 °С		
		U	РЗЭ	Мо	U	РЗЭ	Мо	U	РЗЭ	Мо	U	РЗЭ	Мо
60	1:10	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	25	25,0	12,5	12,5	12,5	25,0	12,5
120		25,0	12,5	37,5	25,0	25,0	25	25,0	12,5	25,0	37,5	37,5	37,5
240		37,5	25,0	37,5	62,5	75,0	25	25,0	37,5	37,5	50,0	62,5	62,5
360		72,0	66,0	67,0	81,0	85	79	76,0	73,0	74,0	86,0	89,0	83,0

Исходя из литературных данных [2,3] было предложено руду подвергать хлорирующему и сульфатизирующему обжигу. Спекание руды с хлоридом и сульфатом аммония вели при температуре 300°С, а последующее выщелачивание – раствором серной кислоты с концентрацией 20 г/дм³. Выщелачивание осуществляли по указанной методике. Полученные результаты представлены в табл. 4. Из таблицы следует, что процессы практически равнозначны, предпочтительнее вести выщелачивание при температуре 50°С.

Таблица 4. Результаты выщелачивания спека после хлорирующего и сульфатизирующего обжига руды

Время	Т:Ж	Степень извлечения, %											
		после хлорирующего обжига						после сульфатизирующего обжига					
		Температура 20 °С			Температура 50 °С			Температура 20 °С			Температура 50 °С		
		U	РЗЭ	Мо	U	РЗЭ	Мо	U	РЗЭ	Мо	U	РЗЭ	Мо
60	1:10	25,0	12,5	12,5	12,5	12,5	25,0	25,0	12,5	12,5	12,5	12,5	25,0
120		37,5	25,0	37,5	25,0	25,0	37,5	37,5	25,0	37,5	25,0	25,0	37,5
240		50,0	25,0	37,5	37,5	50,0	50,0	50,0	25,0	37,5	37,5	50,0	50,0
360		97,0	77,0	96,0	98,0	97	95	97,0	75,0	98,0	99,0	99,0	98,0

Таким образом, для вскрытия некондиционных руд Маньбайского урановорудного узла в равной степени можно применять как выщелачивание серной кислотой в присутствии окислителей, так и спекание с хлоридом или сульфатом аммония с последующим выщелачиванием спека в серной кислоте. Перешедшие в раствор ценные компоненты (уран, молибден, редкоземельные элементы) можно сконцентрировать и извлечь в виде соединений методами сорбции и экстракции.

ЛИТЕРАТУРА

1 Тураев Н.С., Жерин И.И. Химия и технология урана. – М.:ЦНИИАТОМИНФОРМ, 2005. – 407 с.

2 Успехи химии и технологии редкоземельных элементов / Под ред. Л. Айринг. – М.: Металлургия, 1970. – 488 с.

3 Ягодин Г.А., Синегрибова О.А., Чекмарев А.М. Технология редких металлов в атомной технике. – М.: Атомиздат, 1974. – 344 с.

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ...

Зажуй аппетит

Возможно, скоро на помощь людям, страдающим ожирением, придет новое средство для подавления чувства голода.

Снижение веса для любого, страдающего ожирением, – это настоящая борьба с серьезным заболеванием и возможность вернуть утраченное здоровье. Но часть мозга, ответственная за возбуждение аппетита, не намерена мириться с голодовкой только потому, что кто-то осознал необходимость снизить свой вес. Исследователи университета города Сиракьюс (США) работают над решением этой проблемы – жевательной резинкой, подавляющей голод.

Большая часть препаратов, представленных на рынке для избавления от чувства голода, основана на веществах, близких к амфетамину. Их употребление имеет риск повышения кровяного давления и развития сердечной недостаточности. Роберт Дойл из Сиракьюсского университета нашел решение этого вопроса, начав работу с гормоном, известным как «человеческий пептид YY (*hPYY*)», который выделяется клетками, выстилающими кишечник, всякий раз, когда мы едим или испытываем физическую нагрузку. Количество выделенного гормона зависит от потребления калорий – чем их больше, тем больше его выделяется из клеток кишечника. После чего, попав в плазму крови, он достигает гипоталамуса – древнего отдела мозга, величиной с миндальный орех, который и участвует в регуляции аппетита, жажды, температуры тела, циклов сна и бодрствования.

Предшествующие исследования показали, что инъекции гормонов *PYY* и *hPYY* подавляют аппетит у грызунов, обезьян и людей. В одном из таких экспериментов выяснилось, что как здоровые

люди, так и пациенты, страдающие ожирением, проголодались только через два часа после полученной дозы *hPYY* и при этом потребили на 30% калорий меньше, чем обычно.

Проблема до сих пор состояла в том, что пептиды – короткие цепочки аминокислот – слишком малы и химически неустойчивы, чтобы уцелеть при приеме внутрь, но вместе с тем слишком велики, чтобы попадать в кровь. Роберт Дойл решил эту проблему, связав химически *hPYY* с витамином B_{12} , который наш организм транспортирует из кишечника в плазму крови. А так как последние исследования показали, что рецепторы *hPYY* имеются и в языке, то использование жевательной резинки, вероятно, позволит достичь чувства сытости очень быстро.

Однако в случае, если новое лекарство успешно пройдет клинические испытания и выйдет на рынок, есть опасность того, что некоторые люди начнут злоупотреблять им и худеть сверх физиологической нормы. Но автор утверждает, что его целью является помощь именно тем людям, у которых есть медицинские показания для снижения веса.

Одежда очищает воздух

Проблема загрязнения окружающей среды является одной из самых болезненных и важных во всем мире. Ежегодно в окружающую среду выбрасываются тысячи тонн вредных веществ. Экологи бьют тревогу, а ученые пытаются разработать все новые и новые технологии, способствующие решению данной глобальной проблемы. Оригинальная идея в решении этой проблемы была продемонстрирована на Эдинбургском международном фестивале науки на образцах одежды, очищающей воздух.

Как сообщили профессор Лондонского колледжа моды Университета искусств Лондона Хелен Стори и профессор химии Университета Шеффилда Тони Райен – соавторы проекта, «эта технология уже используется при изготовлении специального бетона, сооружения из которого не подвержены негативному воздействию смога и пыли. Это является залогом того, что здание будет являться экологически чистым объектом на протяжении тысячелетия. Пришло время применить эти «способности» диоксида титана и в одежде».

Джинсы и юбки, разработанные при партнерском участии нескольких научных институтов и дизайнерских коллективов, способны создавать экологически чистую «ауру» вокруг людей в этой одежде. Эффект достигается за счет «включения» в состав материи диоксида титана, выступающего в роли катализатора, нейтрализующего загрязнение воздуха. Одежда из этого материала не только сама остается чистой – грязь не пристает к ней, но и очищает воздух, с которым она соприкасается.

Первым детищем с использованием данной уникальной технологии для одежды стало двухслойное платье, в ткани подкладки которого под шифоном находились фотокатализаторы. Каталитическим ингредиентом во всех этих материалах является диоксид титана, который используется в виде наночастиц, обладающих полупроводниковыми свойствами. Под воздействием света активность электронов в материале резко возрастает, и они вступают в реакцию с молекулами воды из воздуха, образуя гидроксильные радикалы – чрезвычайно активные частицы, которые действуют как мощные окислители на органические соединения, разлагая их на безвредные химические вещества. Чтобы очистить саму ткань, одежду всего лишь необходимо отправить в прачечную.

Представляя на фестивале «одежду ближайшего будущего», авторы отметили, что идея, казавшаяся несколько лет назад фантастической, сегодня становится реальностью.

Проект был активно поддержан международной компанией ECOVER, специализирующейся на производстве экологических моющих и чистящих средств. «Вместо того, чтобы быть частью проблемы, все люди становятся частью ее решения, – говорит представитель компании. – Идея очень проста и эффективна: с помощью одежды каждый из нас может стать катализатором для очистки воздуха. Его загрязнение нейтрализуется вокруг одежды во время передвижения людей».

Представитель ECOVER сообщил, что проведенные испытания нового материала позволят уже в 2013 году приступить к выпуску одежды из него в массовом масштабе.

Соперник застежки-«липучки»

Обратившись за идеями к природе, группа южнокорейских ученых под руководством профессора Со Гап Яна из лаборатории бионики Сеульского национального университета разработала новую модель застежки.

Новинка скрепляет материал в три раза прочнее и при этом издает меньше треска, чем известные «липучки» Velcro, действующие по принципу репейника и изобретенные еще в 1948 г. швейцарским инженером Жоржем де Местралем.

Специальный механизм сцепления новой липучей застежки работает по принципу крыльев жука, у которого под твердыми крыльями есть несколько прозрачных тонких крылышек. В спокойном состоянии, когда жук не летает, тонкие крылышки защищены твердым покровом сверху и волосками на поверхности тела снизу.

В ходе исследования профессор Со Гап Ян постарался создать тонкие волоски разной длины и из различных материалов. Ему удалось найти такую комбинацию, которая позволяет многократно соединять и разъединять различные материалы и поверхности. Новая застежка найдет применение в быту, космонавтике и медицине для прикрепления датчиков к телу.

Казахстанцы – в числе не самых эмоциональных

Сингапур и Филиппины – географические соседи, но между ними гигантская эмоциональная пропасть. Новое исследование Института Гэллапа показало, что сингапурцы меньше всех выражают положительные или отрицательные чувства на ежедневной основе, в то время как филиппинцы исключительно эмоциональны.

В течение трех лет (с 2009 по 2011 год) участниками опроса стали жители более 150 стран в возрасте от 15 лет и старше (примерно по тысяче из каждой страны в год). Респондентов спрашивали, испытывали ли они десять эмоций в предыдущий день: пять негативных (гнев, стресс, грусть, боль, беспокойство) и пять положительных эмоций (чувствовали себя хорошо отдохнувшими, много улыбались и смеялись, пользовались уважением, испытали удовольствие и чему-то научились или сделали что-то интересное).

В Сингапуре лишь 36% населения переживает эти чувства ежедневно. На втором месте по без эмоциональности оказались Грузия и Литва — по 37%, по 38% у России, Мадагаскара, Украины, Белоруссии, Казахстана, Непала и Киргизии.

Список самых эмоциональных стран, в которых 60% населения переживает

эти чувства ежедневно, возглавили Филиппины. Затем идут Сальвадор – 57%, Бахрейн – 56%, Оман, Колумбия – по 55%, Коста-Рика, Чили, Канада, Гватемала, Боливия, Эквадор, Доминиканская Республика, Перу, Никарагуа, США – по 54%.

При этом обитатели Ближнего Востока и Северной Африки чаще остальных испытывают отрицательные эмоции, а лидерами по этому показателю стали иракцы, палестинцы и бахрейнцы. В Латинской Америке, напротив, все хорошо, и возглавляют своеобразный карнавал Панама, Парагвай и Венесуэла.

Казалось бы, что «негатив» преобладает в странах, переживающих экономические трудности, бунты, революции. Однако простой рост дохода и стабильность не делают людей счастливее. Хотя в Сингапуре один из самых низких уровней безработицы в мире и один из самых высоких показателей ВВП на душу населения, жители города-государства очень редко испытывают положительные эмоции.

Социологи полагают, что дело не в материальном достатке, а в общем ощущении благополучия. Например, опрос Института Гэллапа, проводившийся в 2005–2006 годах, показал, что, хотя США по ВВП на душу населения находятся на первом месте в мире, по ощущению процветания они лишь шестнадцатые, а по уровню наслаждения жизнью – двадцать шестые из ста тридцати двух.

Прозрачные дисплеи с четким изображением

Группа ученых из Корейского института электроники и телекоммуникаций разработала технологию производства прозрачных дисплеев нового поколения с улучшенными характеристиками. Главным достоинством новинки эксперты

считают достигнутую четкость изображения. Раньше на прозрачных дисплеях при сильном солнечном или ином освещении нельзя было увидеть картинку на экране. Установив контроль за влиянием мощности освещения на качество изображения, эту проблему удалось решить.

«Прозрачные дисплеи можно устанавливать в витринах магазинов, в домах, на стеклах автомобилей, автобусных остановках», – говорят разработчики. В магазинах они будут рекламировать товары, в домах – сообщать о содержимом холодильника, в автомобиле – выполнять роль мониторов навигационной системы, на остановках – информировать о графике движения общественного транспорта.

В недалеком будущем они смогут заменить жидкокристаллические и плазменные индикаторные панели. По прогнозам специалистов, к 2025 году на мировом рынке будут продаваться до 1,2 млрд прозрачных дисплеев.

Высокоскоростной катер «Сагын»

АО «НИИ “Гидроприбор”» при участии и по техническому заданию ТОО «Единый центр внедрения систем управления вооружением» в 2012 г. презентовали высокоскоростной катер «Сагын». В разработке, проектировании и выпуске катера принимали участие и представители Западно-Казахстанского филиала НИА РК, инженеры и конструкторы под руководством генерального директора АО «Гидроприбор» А. Н. Гнеломедова.

При разработке катера был учтен передовой мировой опыт в области строительства маломерных скоростных судов. Высокие основные характеристики катера, такие, как максимальная скорость бо-

лее 100 км/ч, малая осадка 0,7 м, возможность доставки к месту выполнения задач наряда в количестве 3 человек со стрелковым оружием и необходимым снаряжением, позволяют обеспечить перехват любого высокоскоростного плавсредства во внутренних водах и прибрежных районах Каспийского моря. При этом эксплуатация катера обеспечивает выполнение таких задач, как охрана водной государственной границы; патрулирование контролируемых водных акваторий с целью надзора и выявления нарушений экологического законодательства; защита от угроз со стороны моря морских буровых платформ и подводных нефтегазопроводов; выполнение спасательных работ.

Потребность в высокоскоростных катерах различного технического назначения в Казахстане ежегодно составляет 10–15 единиц. Приобретение таких судов в зарубежных странах обходится в 2–3 раза дороже, чем выпуск отечественных, кроме того, требует их доработки по назначению, а в дальнейшем – привлечения иностранных предприятий для ремонта.

Наличие презентуемого катера, несомненно, повысит качество выполнения задач государственными органами в казахстанском секторе Каспийского моря и на внутренних водоемах.

АО «НИИ “Гидроприбор”» и ТОО «Единый центр внедрения систем управления вооружением» будут и в дальнейшем в своей деятельности ориентироваться на создание наукоемкой высокотехнологичной продукции, способной конкурировать на внешних рынках, внося достойный вклад в индустриально-инновационное развитие Казахстана.

По материалам СМИ

УДК 620.193.013:620.197

DEFINING EQUATIONS OF CONCRETE LEACHING PROCESS

B. V. GUSEV¹, A. S. FAIVUSOVICH²

¹Moscow State University of Railway Engineering

²Lugansk National Agrarian University

Defining equations were worked out of concrete leaching processes of external surfaces of dams (diffusion process) in pores and in cracks during a process of filtration. Spatial system of porosity including through capillaries, pores and cracks of longitudinal direction and adjoining to them micro capillaries in the first case, and capillaries in other cases was taken into account. Respective boundary-value problems of Stefan's type with movable boundaries of phase transformation were formulated. Semi-empirical dependences for making engineering calculations were given.

Фильтрация кезінде бос орындар мен сызаттарда бетонның сыртқы үстіңгі бөзеттерін (диффузиялық үрдіс) сілтіден айыру үрдісін анықтайтын теңгеру жасалды. Тура тар түтіктерді, бос орындар мен бірінші және тар түтіктердің басқа жағдайында сызаттардың бойлай бағытында және оларға көлденең бағытта қабысатын микротар түтіктерді қосқанда, уақ тесіктің кеңістік жүйесі ескерілді. Жылжымалы фазалық ауысудың шегімен Стефан типі тапсырмасының сәйкес келетін қыры қалыптасты. Инженерлік есептеулерді орындау үшін жар-тылай эмпирикалық тәуелділік келтірілді.

Разработаны определяющие уравнения процессов выщелачивания бетона наружных поверхностей плотин (диффузионный процесс) в порах и трещинах при фильтрации. Учтена пространственная система пористости, включающая сквозные капилляры, поры и трещины продольного направления и примыкающие к ним в поперечном направлении микрокапилляры в первом случае и капилляры в остальных. Сформулированы соответствующие краевые задачи типа Стефана с подвижными границами фазовых переходов. Приведены полумпирические зависимости для инженерных расчетов.

The principal distinction of the now designing variant of defining equations of processes of выщелачивания of concrete, particularly, of dam, is in taking into account of spatial (3D) system of porosity and the presence of moving boundaries of phase transfers. So, the basic model is reduced to the 3D problems of Stefan type. Three main ways of process of leaching of surface layer (diffusion process) in pores and cracks (filtration process) are studied. In the designed variant of the model all three cases may be obtained as particular ones from one generalized equation, the main principles of which are given below.

The principal system of porosity is characterized as a two-level system. For the case of diffusion process, through capillaries and adjoining to them perpendicularly micro capillaries are stand out. Such partition is justified, as radii of capillaries differ more than by two orders. For descriptive reasons it is possible to point out structural element in concrete; in this element, processes in average coincide with concrete (Fig.1).

Requirements to the structural element are given in [3]. Micro capillaries are located in radial direction. Besides this, in values of efficient diffusion factors D_{eff} , D_{ref} characterizing mass carry in longitudinal and radial direction, the извилистость of capillaries is taken into account. The value of capillary porosity is:

$$\varepsilon = \varepsilon_f + \varepsilon_r, \tag{1}$$

where $\varepsilon_f, \varepsilon_r$ are values of longitudinal and radial capillary porosity. During leaching of the component with concentration m_0 in solid phase and with volume weight M_0 , capillary porosity in radial direction is:

$$\varepsilon_r = \varepsilon_r^0 + \varepsilon_r^b; \quad \varepsilon_r^b = \frac{m_0}{M_0}, \tag{2}$$

where ε_r^0 is initial value of capillary porosity in radial direction.

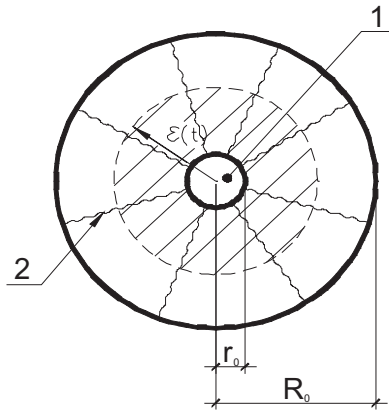


Fig.1. Scheme of structural element of concrete (diffusion process)
 1 – through capillary; 2 – micro capillaries

In the case of leaching in filtration pores, the scheme of the structural element remains unchanged, under the condition that r_0 is average radius of pore, and instead of micro capillaries in radial direction, capillaries are located. The case of leaching in crack is shown on the Fig. 2.

During creation of defining equation, the choice and substantiation of principal scheme of the leaching process (of form and direction of transition of moving boundary of phase transfer) has an important role. On the basis of analysis of various types of corrosion it is taken that for each fixed time value, the moving boundary $\xi(t)$ for two first cases may be taken circular, and for crack as two linear moving boundaries. The solution of problems

of Stefan type (2D) and especially (3D) is connected with serious difficulties due to non-linearity of boundary condition on the moving boundary.

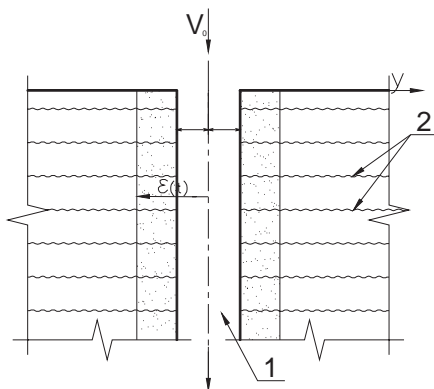


Fig. 2. Structural chart of concrete during leaching in cracks.
1 – crack; 2 – capillaries

Moreover, besides mathematical complications, there are difficulties in preparing of great quantity of basic data, defined experimentally. Significant simplification of solution is obtained with taking into account quasi stationarity of leaching process. According to the leaching process, for each i by x and j by t interval, concentration in trough capillary is taken constant. According to the above-mentioned, creation of defining equation is performed in two stages: at the beginning, the solution of plane Stefan problem (2 D) in cylindrical coordinate system is defined. This system is flow function (-) $q(t)$ in the case of acid leaching, of it is source function (+) during leaching in smooth water. Then, the mentioned flow function (source function) is introduced into the basic mass carry equation.

For analytical solution, the first L.S. Leibenzon’s method is used, with taking into account the equilibrium of the process, according to which stationary distribution of concentration is taken in any moment of time [1]

$$C(r, t) = C_0 \left(1 - \frac{r}{\xi(t)} \right). \tag{3}$$

Boundary conditions:

$$t = 0, \quad r = r_0, \tag{4}$$

$$r = \xi(t), \quad D_{ref} = \frac{\partial C}{\partial t} = -\mu m_0 \frac{\partial \xi(t)}{\partial t}. \tag{5}$$

Substituting (3) into (5) with taking into account of (4) we obtain:

$$\xi(t) = \sqrt{Qt + r_0^2}; \quad Q = \frac{2D_{ref}C_0}{\mu m_0}. \tag{6}$$

Then we pass to whole layer of concrete. During mass carry of solution, the speed of its bound per unit length is [2, 3]

$$q_{ij} = \frac{2\mu m_0}{\xi(t)} \frac{\partial \xi(t)}{\partial t}. \quad (7)$$

With taking into account of (6)

$$q_{ij} = \frac{2D_{ref}C_0}{\frac{2D_{ref}C_0}{\mu m_0}t + r_0^2}. \quad (8)$$

In the case of filtration leaching in the zone with pores, the previously mentioned changes in the values r_0 и D_{ref} it is necessary to introduce into the flow function (8). Taking into account the basic mass carry equation and flow function, the defining equation has the following view [1, 5]:

$$\frac{\partial C}{\partial t} = D_{ref} \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} - V_0 \frac{\partial C}{\partial x} - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m q(x_i, t_j). \quad (9)$$

In the case of diffusion process, the second member is excluded from consideration. In the case of leaching in crack, repeating the procedure (3-8), and changing in (3) r with y , we find that in this case, instead of $\frac{2}{\xi(t)}$ we should take $\frac{1}{\xi(t)}$, i.e., it is enough in numerator and denominator (8) to remove «2», and change r_0 with b . So, the equation (9) meets the requirements of versatility. From it (in the kind of specific ones) may be gained equations for all practically important cases of dam leaching, leaching of nuclear waste repositories etc.

Let us analyze the obtained equation. We may point out that the condition (3) characterizes the condition of substances balance on the boundary of phase transfer. It was formulated by Stefan as a supposition that speed of the process is limited by the stage of substance supply into the zone of chemical reaction [9]. Let us point out that, if necessary, in the (3), instead of diffusion supply of substance, the speed of the chemical reaction may be taken into account. The dependence (6), in form, coincides with Stefan solution, but it has considerable distinction: the influence r_0 is taken into account, besides this, it characterizes the transition of leaching frontier not along the x axis, but in radial direction. In the papers of some authors there was found out that in some important cases, the basic equation (9) may be considerably simplified. For example, in the case of leaching in the surface layer it is quite acceptably to take averaged values of concentration [1, 4, 5]. It is important that in analytical decision all the variables are grouped in two generalized variables, which may be defined directly during the inspection of structures [4, 5]. So, the necessity in separate defining of all the used parameters falls off; besides this, these parameters are averaged for the given service conditions.

The designed defining equation may be used independently and for the design of engineering calculation methods as well.

REFERENCES

1 Gusev B.V., Kondrashchenko V.I., Maslov B.P., Faivusovich A.S. Forming of structure of composition materials and their properties. – Moscow: the Scientific World, 2006. – P.169–278.

2 Gusev B.V., Faivusovich A.S. System of defining equations of concrete corrosion processes// *Naukoviy Visnik of LNAU*. – Lugansk: Tekhnichni Nauku, 2010. – Series N14 –P. 203–216.

3 Gusev B.V., Faivusovich A.S. Generalized equations of concrete corrosion (Atmospheric corrosion). The second revised edition. – Moscow: The Scientific World, 2011. – 53 p.

4 Gudkova Ye. A., Faivusovich A.S. Main regularities of concrete leaching processes// *Naukoviy Visnik of LNAU*. – Lugansk: Tekhnichni Nauku, 2010. – Series N 14. – P.196–202.

5 Levadnaya S.I., Faivusovich A.S., Snisarenko V.I. Prognostication of durability of concrete of hydroelectric dams during filtration// *Naukoviy Visnik of LNAU*. – Lugansk: Technichni nauki, 2010. – Series N14. – P. 238–249.

ТРАНСПОРТ

УДК 656:658.7:001.12

ТРАНСПОРТНАЯ ЛОГИСТИКА: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

М. М. БЕКМАГАМБЕТОВ, Е. В. ШПЕНСТ

ТОО «Научно-исследовательский институт транспорта и коммуникаций»

Рассмотрены основные задачи транспортной логистики. Изучены проблемы формирования мультимодальных логистических цепочек. Обоснована необходимость развития транспортного комплекса Казахстана как единой системы с применением современных информационно-управляющих технологий, в частности, с учетом развития интеллектуальных транспортных систем (ИТС). Приведен анализ текущей ситуации по развитию ИТС в Республике Казахстан, в котором отражены необходимые условия их создания и внедрения: формирование организационных основ, совершенствование нормативно-технической и правовой базы. Предложено внедрение в транспортно-коммуникационном комплексе ИТС, разработанных ТОО «НИИ ТК» и ТОО Zerecon (г. Алматы).

Мақалада көлік логистикасының негізгі мақсаттары қарастырылып, мультимодальды логистикалық тізбекті құру мәселелері көрсетілген. Заманауи ақпараттық-басқарушы технологияларды қолданумен бірге, атап айтқанда интеллектуалды көлік жүйесінің (ИКЖ) есепке ала отырып, транспорт кешенінің дамуын бірыңғай жүйе ретінде қарау қажеттілігі негізделген. Қазақстан Респубилкасындағы ИКЖ-нің дамуы бойынша ағымдық жағдайға талдау жасалған. Мұнда оны құру және енгізудің барлық жағдайлары көрсетілген; ұйымдастыру негіздерін құру, нормативті-техникалық және құқықтық базаны жетілдіру. «НИИ ТК» ЖШС және «Zerecon» ЖШС-мен (Алматы) құрастырылған ИКЖ-нің көліктік-коммуникациялық кешенінде енгізу ұсынылған.

In the paper the main problems of transport logistics were considered. Problems of multimodal logistics chains forming were studied. Necessity was justified of development of Kazakhstan's transport complex as uniform system with using of modern information-operating technologies, in particular, with due account of intelligent transport systems (ITS). Analysis of current situation was presented on development of ITS in the Republic of Kazakhstan, in which necessary conditions were described for INS creation and putting into practice: forming of organizational basis, improvement of normative and technical and legal basis. It was proposed to introduce ITS, worked out by "NII TK" LLP and "Zerecon" LLP (Almaty), at transport-communication complex.

Стремительный рост мирового внешнеторгового оборота в значительной степени определяет главные направления развития казахстанского транспортно-логистического рынка. Однако наличие предпосылок для роста международных пере-

возок – еще не гарантия успеха: нужна повседневная целенаправленная деятельность по совершенствованию условий перевозок и привлечению транзита.

При поддержании устойчивости экономики Казахстана в основном за счет продажи сырьевых товаров необходимо с особой тщательностью подходить к построению транспортно-логистической системы на территориях формирования основного объема экспортных грузов, в морских портах и так далее. При этом доминирование железнодорожного транспорта определяет необходимость формирования основных центров транспортной логистики преимущественно на основе имеющихся железнодорожных линий и развязок с параллельным использованием автомобильного транспорта.

Поддержание конкурентоспособности казахстанской продукции на мировых рынках может быть обеспечено, прежде всего, за счет сокращения транспортной составляющей в цене экспортной продукции.

В этой связи в Казахстане особую актуальность приобретает вопрос реализации политики, направленной на решение проблем интенсификации развития инфраструктуры транспорта и глобальной транспортной логистики. Она заключается в формировании и использовании поливариантных транспортных логистических цепочек для оптимизации грузопотоков, снижения затрат и ускорения доставки, в том числе практической реализации идеи «нового Шелкового пути».

По своим возможностям наземный транспорт уступает морскому, но перегруженность традиционных маршрутов, когда возникают новые регионы, генерирующие грузопотоки, такие, как Западный Китай, Индия и др., также обуславливает необходимость развития существующих и формирования новых логистических маршрутов.

Важным условием создания мультимодальных логистических цепочек является обеспечение одинаковой пропускной способности всех звеньев инфраструктуры, в противном случае в «узких местах» возникают заторы, снижающие общую пропускную способность всей цепи. На данный момент такие «узкие места» — ограниченная пропускная способность отдельных участков железных и автомобильных дорог, задержки при пересечении границ, перегрузки с одного вида транспорта на другой. Слишком большим остается и время простоя вагонов под грузовыми операциями на подъездных путях промышленных предприятий и в портах.

В целом решение проблемы сводится к двум основным направлениям: во-первых, это прогнозирование потребности и интенсификация развития новой инфраструктуры; во-вторых, повышение эффективности использования уже имеющейся.

Кардинальные качественные изменения в ускорении пропуска международных грузопотоков через Казахстан должны произойти с формированием в республике системы транспортных логистических центров. Сегодня основные центры переработки грузов сосредоточены в Алматы, Астане и в западных регионах Казахстана, что вполне объяснимо – здесь находятся основные финансовые и трудовые ресурсы. Экономический кризис существенно затормозил развитие логистической инфраструктуры в других регионах.

Для поддержки бизнеса необходима согласованная с местными органами власти политика предоставления и резервирования земельных участков для строительства логистических и накопительно-распределительных комплексов в центрах сосредото-

чения грузопотоков, в основных пограничных пунктах пропуска. Для этого необходимо провести комплексное исследование, направленное на оптимизацию размещения логистических объектов исходя из объемов, мест зарождения и направлений грузопотоков, требований максимального использования потенциала всех видов транспорта.

Стратегия формирования мультимодальных логистических маршрутов должна базироваться на переходе от информационных к информационно-управляющим технологиям работы.

Сегодня уже сделаны определенные шаги в данном направлении — следует упомянуть проекты АО «НК «КТЖ»» по автоматизации документооборота на транспорте «Электронный поезд», «Достык — Зеленый коридор», «MultiRail» и так далее.

Однако речь должна идти в первую очередь о формировании интеллектуальной транспортной системы. ИТС – это система, интегрирующая современные информационные, коммуникационные и телематические технологии, технологии управления и предназначенная для автоматизированного поиска и принятия к реализации максимально эффективных сценариев управления транспортной системой региона (города, дороги), конкретным транспортным средством или группой транспортных средств. Ее основными целями являются обеспечение заданной мобильности населения, максимизация показателей использования дорожной сети, повышение безопасности и эффективности транспортного процесса, комфортности для водителей и пользователей транспорта.

Мировая практика показывает, что внедрение ИТС позволяет снизить затраты времени в пути на 30%, количество происшествий на транспорте на 50%, увеличить пропускную способность дорог на 25–30%, снизить расход горючего на 20%, повысить занятость населения на 5% [1].

Основная задача, стоящая перед нами сегодня, – оценка международного опыта создания и эксплуатации различных интеллектуальных транспортных систем, определение возможностей и методов их привязки к условиям и нуждам транспортной отрасли Казахстана.

Следующий шаг – последовательная взаимная интеграция отдельных локальных ИТС в комплексные интеллектуальные транспортные системы, охватывающие все аспекты и уровни автоматизации процессов управления в транспортном комплексе.

Уже сегодня ясно, что для того чтобы решить эти задачи, необходимы гармонизация национального законодательства, максимальная его интеграция в международное правовое поле. Для этого должна быть разработана концепция закона об информационном интегральном транспортном обеспечении в Республике Казахстан.

Что уже сделано в этом направлении?

Казахстанской инновационной компанией TOO Zerecon (г. Алматы) совместно с Научно-исследовательским институтом транспорта и коммуникаций в 2011 году разработана Концепция построения интеллектуальной транспортной системы «ИТС – Казахстан» [2]. Этот документ представляет собой видение пользовательских услуг, идеологии построения системы, постановки задач и разработки планов системного и эффективного продвижения их в Казахстане.

Концепция определяет миссию и систему целей, направления, структуру и этапы развития. В ней предложены механизмы разработки и внедрения ИТС, оценены

и обоснованы ожидаемые результаты такого внедрения, дополнительно предложены адекватные механизмы привлечения частного бизнеса к развитию ИТС в Казахстане.

Концептуальную схему построения «ИТС – Казахстан» следует рассматривать как организацию системной формы взаимодействия всех видов транспорта с применением оборудования электронных автоматизированных беспроводных систем контроля и диспетчеризации, наиболее эффективное использование транспортного ресурса за счет совместных транспортных операций с наиболее рациональными вариантами структурно-поточных схем движения пассажиров и грузопотоков, обеспечивающих качество транспортных услуг.

По предварительным оценкам годовой экономический эффект от использования возможностей системы «ИТС – Казахстан» (при успешной поэтапной реализации проекта) может составить до 4 миллиардов тенге.

ТОО Zerecon разработано, запатентовано, стандартизировано, сертифицировано и производится оборудование автоматизированной системы контроля автомобильного транспорта и технологических процессов (шифр «АСКАТ») на основе самых современных методов спутниковой навигации (GPS) и технологий беспроводной передачи данных (GSM/GPRS).

Терминалы мобильных транспортных средств (ТМТС) системы «АСКАТ» успешно эксплуатируются на ряде предприятий и организаций в Алматы, Таразе, Актау, Атырау, Жанаозене, Павлодаре.

Оборудование для транспортных средств, программное обеспечение центрального сервера, программное обеспечение автоматизированных рабочих мест диспетчеров являются собственными запатентованными разработками специалистов ТОО Zerecon, что, несомненно, будет способствовать обеспечению информационной безопасности транспортной инфраструктуры Казахстана как стратегической составляющей экономики.

Это особенно важно в связи с появившейся информацией о том, что системы зарубежного производства содержат скрытые функции, способные раскрывать конфиденциальную информацию пользователей.

Мы полагаем, настало время рассмотреть вопрос создания при Правительстве Казахстана полномочных межведомственных органов и структур, ответственных за координацию работ по разработке и реализации национальной политики, архитектуры и программы развития интеллектуальных транспортных систем.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Ежегодный доклад IRU. – М., 2011. – 74 с.
- 2 Концепция построения интеллектуальной транспортной системы. – Алматы, 2011.

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОВЫШЕНИЯ ГЕОПОЛИТИЧЕСКОЙ СВЯЗНОСТИ СТРАН ТАМОЖЕННОГО СОЮЗА

М. П. БЕЛЕНКО¹, И. Э. СУЛЕЙМЕНОВ², Г. А. МУН³

¹Российская академия народного хозяйства и государственной службы
при Президенте РФ, г. Новосибирск, Россия

²Алматинский университет энергетики и связи, г. Алматы, Казахстан

³Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан

Показано, что с точки зрения геополитических интересов государств, обладающих значительной территорией и низкой транспортной связностью, заслуживает внимания классификация грузов по параметру «стоимость доставки/скорость». Использование этой классификации позволяет вычленить значительную категорию грузов, для которых скорость доставки не является решающим фактором. Доказана целесообразность разработки транспортных средств комбинированного типа, движение которых обеспечивается за счет возобновляемых источников энергии (солнечная, ветровая). Рассматриваются конкретные возможности реализации транспортных средств данного типа. Показано, что для повышения эффективности функционирования таких систем целесообразно использовать новые источники энергии, основанные на фазовых переходах в растворах термочувствительных полимеров.

Төмен транспорттық байланыстылық пен айтарлықтай территориясы бар мемлекеттердің геосаясаттық қызығушылықтары көзқарасынан «жеткізу құны/жылдамдық» параметрі бойынша жүктердің классификациясы назарға лайық екені көрсетілген. Бұл классификацияны қолдану жеткізу жылдамдығы маңызды фактор болып табылмайтын жүктердің категориясын мүшелеп алуды рұқсат етеді. Қозғалыс жаңартылатын энергия (күн, жел) көздерінің арқасында қамтамасыз етілетін құрама типті транспортты құралдардың зерттелу орындылығы дәлелденген. Берілген типтің транспортты құралдарын қолданудың нақты мүмкіндіктері қарастырылған. Мұндай жүйелердің жұмыс істеу тиімділігін жоғарылату үшін термосезумтал полимерлер ерітінділерінің фазалық ауысуларында негізделген жаңа энергия көздерін қолдану орынды екендігі көрсетілген.

It is shown that in terms of the geopolitical interests of states with large area and low transport connection, merit classification of goods in the parameter «value delivery/speed.» Using this classification allows to isolate a large category of goods for which the speed of delivery is not the decisive factor. The expediency of vehicle development combined type, the motion of which is provided by renewable energy sources (solar, wind). Examines specific feasibility of this type of vehicle. It is shown that to improve the performance of such systems should be used for new energy sources, based on the phase transitions in solutions of thermosensitive polymers.

Представления о геополитической связности наиболее полно раскрыты в монографии [1]. В несколько упрощенной форме это понятие можно трактовать следующим образом. Целостность любого государственного образования во многом определяется интенсивностью обмена ресурсами (финансовыми, материальными, информационными) между его провинциями. В условиях, когда ресурсный обмен между периферийными областями государства и его «метрополией» падает, центробежные (сепаратистские) тенденции становятся необратимыми по причинам, не связанным с конкретной политикой, проводимой метрополией.

Отсюда, как отмечается в [1], важнейшей геополитической характеристикой государства/региона является транспортная связность, так как основной ресурсный обмен, невзирая на возрастающую роль коммуникаций иных разновидностей (интернет и т.д.), по-прежнему осуществляется с использованием транспортных средств.

На основе представлений о транспортной связности (одним из ключевых элементов соответствующей теории является транспортная теорема [2]), в частности, можно интерпретировать существенные проблемы, которыми характеризуется, например, положение российского Дальнего Востока на сегодняшний день. Низкая транспортная связность между указанными регионами и исторической метрополией ставит под угрозу целостность государства, что отчетливо осознается его руководством. Наглядным примером сказанному является, в частности, недавнее заявление руководства Российской Федерации относительно необходимости снижения авиационных тарифов и организации так называемых лоукостеров.

С точки зрения геополитики такой шаг представляется вполне естественным, так как в условиях очевидных физико-географических ограничений транспортная связность между исторической метрополией Российской Федерации и ее восточными регионами в наземном варианте в любом случае будет отставать от потребностей, определяемых макроэкономическими и геополитическими критериями.

Страны Центральной Азии и, прежде всего, Казахстан сталкиваются со сходной проблемой. Даже беглый взгляд на карту Казахстана указывает на недопустимо низкую транспортную связность государства, особенно если принять во внимание, что подавляющее большинство крупных городов сосредоточено вдоль его границ. При этом центральные области связаны с ними весьма ограниченным числом транспортных коммуникаций.

Решение указанной проблемы традиционным путем представляется более чем сложной задачей, так как геополитические потребности здесь в известном смысле вступают в противоречие с экономическими. Строительство транспортных коммуникаций в регионах с низкой плотностью населения, очевидно, только повышает затраты, в то время как рентабельность указанных сооружений остается под вопросом. При этом необходимо подчеркнуть, что традиционные методы повышения транспортной связности неизбежно оказываются энергоемкими **в силу тотального запроса на повышение скорости доставки грузов.**

Однако этот «запрос», а точнее соответствующая постановка задачи, объясняется скорее инерцией мышления, нежели реальными потребностями.

Грузы в любом случае могут быть классифицированы по оптимальной скорости поставки, и такая классификация позволяет выделить определенные категории материально-технических ценностей, при перемещении которых определяющую роль играют не столько технические задачи – реализуемая скорость перемещения груза в пространстве, сколько решение сопутствующих логистико-экономических задач. Классическим примером здесь является поставка топлива в удаленные районы, недоступные для транспортного обеспечения в зимнее время.

Очевидно, что одно только введение в рассмотрение параметра «стоимость доставки / скорость» способно оказать существенное влияние на представления о транспортной связности.

Упрощенно говоря, заведомо можно назвать ряд категорий грузов, доставка которых окажется рентабельной при самой низкой скорости при условии, что соответствующие транспортные средства не будут требовать создания дорожной инфраструктуры и расходов на энергию. При введении в эксплуатацию такого рода средств решение логистико-экономических задач (с учетом технических аспектов) приобретает еще одну степень свободы, которая вполне может оказаться ключевой с точки зрения указанных геополитических факторов.

В этой связи заслуживает внимания рассмотрение различных конструкций транспортных средств, непосредственно эксплуатирующих энергию возобновляемых источников, под несколько иным углом зрения. Как известно, реализовать транспортные средства, непосредственно использующие энергию солнечной радиации, возможно уже сейчас. С точки зрения традиционной постановки инженерного решения вопроса их основным недостатком является низкая скорость. Однако с учетом сказанного скорость перемещения груза как таковая не может рассматриваться как единственный определяющий параметр. Соответственно есть все основания обратить внимание на разработки **внедорожных** транспортных средств на новых физико-химических принципах, позволяющих непосредственно утилизировать энергию солнечной радиации.

Концепция такого транспортного средства рассматривается в настоящей статье. В работе [3] была предложена схема утилизации тепловой энергии (в том числе энергии, выделяемой при нагреве вещества солнечной радиацией), основанная на использовании стимул-чувствительных гидрогелей. Данная схема основана на явлении фазовых переходов в растворах термочувствительных полимеров (ТЧП) [4,5], изучавшихся в том числе казахстанскими научными школами [6–9] в течение нескольких десятилетий.

Фазовый переход в растворах таких полимеров сопровождается [3] скачкообразным изменением осмотического давления (при условии, что макроцепь содержит ионогенные функциональные группы).

Простейший тепловой агрегат, использующий осмотические эффекты в растворах ТЧП, может быть собран по схеме солнечного коллектора с тем отличием, что заполнение контура раствором полимера способно существенно повысить скорость циркуляции жидкости, вплоть до значений, делающих целесообразным использование роторных динамомашин для получения дополнительной электроэнергии.

Существенное различие между газом и раствором полимера состоит также в том, что осмотическое давление раствора термочувствительного полимера изменяется скачкообразно. В частности, для раствора поли-N-изопропилакриламида изменение температуры на несколько градусов обеспечивает изменение осмотического давления в несколько раз. Это также дает возможность существенно повысить эффективность работы тепловых машин, в которых раствор такого полимера будет использоваться как рабочее тело.

Циркуляционные контуры типа [3] могут комплектовать солнечные батареи, с одной стороны, поддерживая их рабочую температуру, а с другой – давая дополнительную энергию. Это может быть основой для создания двигателей комбинированного типа, эффективность которых, по имеющимся оценкам, становится достаточной

для транспортировки грузов некоторых категорий при условии, что транспортное средство комплектуется также средствами утилизации ветровой энергии.

Таким образом, геополитическая целесообразность диктует реализацию транспортного средства, не предусматривающего штатное использование углеводородного топлива. Концепция такой системы может быть условно названа «степной парусник», его движение обеспечивается одновременно энергией ветра и солнечной радиации, которые взаимно дополняют друг друга. Назначением такого устройства является перемещение грузов вполне определенной категории, которые не требуют высокой скорости перемещения. Примером является доставка топлива в удаленные районы, обеспечение товарных запасов и т.д.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Переслегин С. Самоучитель игры на мировой шахматной доске. – М., 2010. – 652 с.
- 2 Переслегин С. Опасная бритва Оккама. – М., 2010. – 652 с.
- 3 Mun G.A., Suleimenov I.E., Bakytbekov R.B., Negim E.S.M., Semenyakin N.V. and Shaltykova D.B. Prospects of Using Osmotic Phenomena in Solutions of Thermosensitive Polymers to Improve the Efficiency of Internal Combustion Engines // *World Applied Sciences Journal* 2012.–V.17 (11). – P. 1504–1509.
- 4 Tanaka T. Phase Transitions in gels and in single polymers// *Polymer*. – 1979. – V.20. – P.1404.
- 5 Okano T. Molecular Design of Temperature-Responsive Polymers as Intelligent Materials // *Adv. Polym. Sci.* – 1994. – V. 110. – P. 180.
- 6 Mun G.A., Nurkeeva Z.S., Beissegul A.B., Dubolazov A.V., Urkimbaeva P.I., Park K., Khutoryanskiy V.V. Temperature-Responsive Water-Soluble Copolymers Based on 2-Hydroxyethyl Acrylate and Butyl Acrylate // *Macromol. Chem. Phys.* – 2007. – V. 208, N 9. – P. 979–987.
- 7 Khutoryanskaya O.V., Mayeva Z.A., Mun G.A., Khutoryanskiy V.V. Designing Temperature-Responsive Biocompatible Copolymers and Hydrogels based on 2-Hydroxyethyl(meth)acrylates // *Biomacromolecules*. – 2008. – V.9 (12). – P. 3353–3361.
- 8 Zhunuspayev D.E., Mun G.A., Khutoryanskiy V.V. Temperature-Responsive Properties and Drug Solubilization Capacity of Amphiphilic Copolymers Based on N-Vinyl N-Vinylpyrrolidone and Vinyl Propyl Ether // *Langmuir*. – 2010. – V.26. – P. 742–747.
- 9 Dergunov S.A., Mun G.A., Dergunov M.A., Suleimenov I.E., Pinkhassik E. Tunable thermosensitivity in multistimuli-responsive terpolymer // *React. Funct. Polym.* – 2011. – V.71. – P. 1129–1136.

АРХИТЕКТУРА

УДК 72.01 (574)

ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ АРХИТЕКТУРНО-ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЙ МОДЕРНИЗАЦИИ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ В УСЛОВИЯХ КРУПНОГО ГОРОДА

Б. ГЛАУДИНОВ

Казахская головная архитектурно-строительная академия

Предложены основные направления совершенствования архитектурно-градостроительной среды крупных городов Казахстана. Рекомендуется вводить в структуру городов объекты, связанные с реализацией продовольственной безопасности; использовать альтернативные источники энергии и энергосберегающие технологии; вводить в жилые комплексы помещения для проведения общественных мероприятий; применять идентичность проектируемой материальной среды этнокультурному и духовному своеобразию населения. Не рекомендуется использовать в виде основного типа для застройки городов многоэтажный секционный жилой дом.

Қазақстанның ірі қалаларының сәулет-қалақұрылысы жағдайын жетілдірудің негізгі бағыты ұсынылған. Нақты: қалаларда құрылыс салу үшін негізгі тип түрінде көпқабатты секциалы тұрғын үйді пайдалану ұсынылмайды. Азық-түлік қауіпсіздігін жүзеге асырумен байланысты қала объектілерін құрылымға енгізу; балама энергия көздерін және энергия үнемдейтін технологияларды пайдалану; қоғамдық іс-шараларды өткізу үшін тұрғын үй кешендеріне бөлмелер енгізу; жобаланған материалды ортаны тұрғындардың этномәдени және рухани ерекшеліктеріне сәйкестікте пайдалану ұсынылады.

In the paper the main directions of perfection of architectural-town-planning of urban milieu of the large cities of Kazakhstan are proposed. They are the following. It is not recommended using high-rise section apartment building as the main type for site development of cities. It is recommended introduction objects, connecting with realization of food safety into cities' structure; using of alternative sources of energy and energy-saving technologies; introduction into housing estates apartments for public actions holding; using identity of designed material environment of cities to ethno-cultural and spiritual originality of population.

Интенсивное социально-экономическое развитие современного общества все отчетливее указывает на отставание качественного уровня современной городской среды, особенно в условиях крупных городов нашей страны. Этот достаточно острый вопрос улучшения уровня среды обитания людей относится к категории постоянных, наиболее актуальных проблем, ожидающих своего решения. Сложность его в том, что в решении проблемы должно участвовать большое количество специалистов са-

мых разных областей деятельности. Среди них архитекторам, бесспорно, отведена главная роль, так как именно они в ответе за выбор целесообразных, оптимальных, планировочных и градостроительных решений, в том числе за выбор типов жилых домов, улучшение экологического состояния города градостроительными решениями и т.д., тем самым за повышение качества, прежде всего, жилой среды.

Эта проблема сегодня особенно остро ощущается в условиях крупных городов мира, в том числе Казахстана. В связи с этим исследования в области архитектуры и особенно разработки рекомендаций по дальнейшему совершенствованию и модернизации градостроительной структуры города, рационализации системы расселения и типов жилых и общественных зданий, принимаемых к застройке в крупных городах, актуально и крайне важно для всех городов страны. Совершенно очевидно, что давно назрела необходимость в научно-исследовательской работе, результаты которой позволили бы обеспечить формирование более оптимальных условий для жизни и деятельности людей, тем самым повысить их морально-психологическое состояние и свести к минимуму различные экономические затраты.

Анализ современного архитектурно-градостроительного состояния за рубежом и в Казахстане позволяет сформулировать ряд аспектов, дающих возможность постепенно модернизировать уже сложившуюся городскую среду при ее реконструкции и инновации, а при проектировании новых населенных мест – руководствоваться новыми строительными нормами и правилами (СНиП), разработанными с учетом этих основных концепций.

Первое. Бесспорно, основным преобладающим типом в жилищном строительстве современного города стал многоэтажный секционный жилой дом. Невольно возникает вопрос: что это за тип жилого дома и откуда он!? Ответ на него мы можем получить из истории возникновения и развития этого типа жилья. Поиски истоков привели к Древнему Риму, периоду Римской империи. По данным И. С. Николаева, «это было время прогрессирующего социального расслоения общества, быстрого обогащения одних и обнищания других, более многочисленных групп населения. Заметно усилился приток в города людей с периферии Италии и из провинций. Переполнение городов населением с низким прожиточным минимумом вызвало и потребность в ускоренном строительстве дешевых жилищ. Это привело к созданию нового типа жилища – инсулы, многоэтажного жилого дома со сдававшимися в наем квартирами»*. Согласно статистике в Риме в начале IV в. н. э. было всего 1790 особняков и 46 602 инсул**. Это жилье в период наивысшего расцвета и могущества Римской империи наряду с бесплатной свободной раздачей «хлеба и зрелищ» также бесплатно предоставлялось самому бедному «гражданину-римлянину». Далее, с конца V в. н.э. (475 г., когда Римская империя разделилась и потеряла свою былую мощь) до второй половины XIX в., почти 1,5 тысячи лет этот тип жилища перестал строиться не только в Риме, но и, можно сказать, во всем мире.

Развитие капиталистических производственных отношений в связи с появлением заводов и фабрик вызвало массовый приток населения в города. Для их расселения

* Всеобщая история архитектуры. В 12 т. – М., 1973. – Т.2. – С.619.

** Там же.

в качестве наиболее подходящего и дешевого жилья, способного удовлетворить хотя бы крайне ограниченные потребности людей, в середине XIX века был вновь возрожден уже известный тип многоквартирного жилого дома с секционным расположением квартир. Этот тип широко распространился и в более поздний период в виде доходных домов, приносящих от сдачи в наем квартир довольно большие прибыли. По поводу архитектурно-художественного решения этих домов вспоминается довольно поучительная оценка одного из критиков России конца XIX века о том, что «по воле судьбы вы вынуждены жить в курятнике и в близком соседстве с самыми случайными для вас людьми».

В годы советской власти идеология социалистического общества требовала создания такого типа жилого дома, который бы по своей архитектуре правдиво отражал идею всеобщего равенства и презрения к богатству. По общему признанию таким является многоэтажный секционный жилой дом.

Итак, такой тип жилого дома не может быть основным для застройки, так как он не может полностью удовлетворить возросшие потребности современного человека. Тем более высотное строительство в высокосейсмичных районах, где дислоцирован город Алматы, может привести в случае землетрясения к большим материальным затратам и создаст его жителям большой психологический дискомфорт! Отсюда напрашивается вывод – нужно искать другие варианты... Может быть, один из вариантов решения – это увеличение доли низкоэтажного, высокоплотного типа жилой застройки, запроектированного таким образом, чтобы плотность жилого фонда была не меньше, чем при высокоэтажной застройке.

Наряду с этим, как известно, остро стоит вопрос улучшения в крупном городе, например Алматы, экологического состояния городской среды. Этот аспект является также важным для модернизации городской среды. На решение этой проблемы направлен ряд мер (развязки основных магистралей, строительство линий метро, контроль качества выхлопных газов автомобилей и т.д.), но решение ее путем архитектурно-градостроительного регулирования позволило бы добиться более существенных результатов. Так, известно, что застройка города по старым нормам и правилам привела к четкому делению населенных мест на отдельные функциональные зоны, такие, как промышленная, селитебная, отдыха и т.д. В результате наблюдаются массовые миграции горожан от места жительства к местам приложения труда и перегрузка транспортных коммуникаций. Возникла необходимость рассредоточения мест приложения труда равномерно, по всему городу и агломерации, для снижения скопления транспортных потоков в масштабах города – это **второй** аспект модернизации.

Следующее, **третье**, направление улучшения городской среды связано с необходимостью резкого снижения или даже исключения использования в городе системы центрального теплоснабжения. Необходим поэтапный переход к массовому внедрению новых энергосберегающих технологий, основанных на применении новых возобновляемых энергоносителей: типа гелиоустановок, геотермальных, биотермальных, гидро- и ветровых энергоносителей и т.д. для отдельного объекта или их групп, как это активно внедряется в других странах.

Не менее важный аспект оптимизации среды – **четвертый**, который заключается в обеспечении населения города «продуктобезопасностью». К настоящему времени

сложилась довольно устойчивая схема снабжения людей привозными овощами, фруктами, мясными и другими продуктами. Такая система имеет, как всем известно, ряд серьезных недостатков: прежде всего, это высокая себестоимость, которая увеличивается дорожно-транспортными и другими расходами, и потеря качества – свежести продуктов. Поэтому необходимо широко внедрить в структуру городской застройки агропромышленные комплексы – растениеводческие объекты с использованием закрытого грунта, которые могут быть многоэтажными строениями с минимальным радиусом обслуживания жителей жилой группы или квартала.

Необходимо еще раз отметить, что все указанные аспекты улучшения функционирования городской среды одновременно нацелены также на улучшение ее экологического состояния (путем сближения мест приложения труда к местам проживания, тем самым должны уменьшаться транспортные потоки, а также в дальнейшем должны исчезнуть и ТЭЦ).

В структуре селитебной зоны городов имеется еще одно, на мой взгляд, большое упущение. Это отсутствие комплекса с наличием помещений для проведения общественных мероприятий типа свадеб, курбанайт, тусаукесер, дней рождения, поминок и т.п. в составе квартала или жилой группы. В структуре этого комплекса можно было бы предусмотреть также начальные школы – классы для детей начального образования (1–4 кл.), исключив их из состава крупных общеобразовательных школ района. Это позволило бы снять многие неудобства и возникающие нервные напряжения как у родителей, так и у учителей – **пятый** аспект модернизации.

Следующее, **шестое**, направление: города Казахстана, в том числе и Алматы, уже достаточно насыщены объектами, «заслуженно» вошедшими в государственный список охраны памятников архитектуры и культуры. Но они никак не выделяются в градостроительной структуре. Однако они должны быть выделены и подчеркнуты в застройке как объекты особой важности. Поэтому необходимо придать историческим памятникам архитектуры и культуры, имеющимся в городах, особый статус, акцентируя их в градостроительном каркасе.

Безусловно, нельзя не отметить и то, что указанные важнейшие преобразования постоянно должно сопровождаться решением одновременно проблем идентичности, т.е. решаться на высоком архитектурно-художественном уровне с учетом требований рациональности, национального своеобразия и новаторства. Это **седьмой**, пожалуй, самый важный аспект модернизации.

В целом пути модернизации среды жизнедеятельности людей в условиях крупного города должны начинаться с архитектурного освоения: а) *микространства* (пространства персонального общения: ниши, угла, стенки, узла, площадки); б) *мезостранства* (пространства персонального контроля: двора, сквера, переулка, улицы и т.д.); в) *макространства* (пространства пешеходной доступности: отдельных массовых типов общественных зданий); г) *пространства основных объектов градостроительного каркаса* (городских площадей, магистралей и т.п.); д) *пространства всего города и агломерации*.

Разумеется, все указанные аспекты являются лишь первоначальными, требующими дальнейшего теоретического обоснования и разработки наиболее оптимальной структуры расселения людей с учетом социальных, экономических, природно-

климатических, традиционных, национально-эстетических и других требований к среде обитания людей в крупных городах Казахстана.

Таким образом, предполагается создание существенно новой градостроительной модели, эффективно работающей в условиях республики. Решение поставленных задач приведет к активизации жизненных процессов, что самым благоприятным образом скажется на улучшении физического и психического здоровья населения, а также обеспечит устойчивость развития городов и всей агломерации. Современные работы архитекторов-градостроителей в основном были направлены на создание генерального плана города, лишь частично предусматривающего решения таких проблем.

ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ

УДК 378

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ПОДГОТОВКЕ ВУЗАМИ ИНЖЕНЕРНЫХ КАДРОВ В УСЛОВИЯХ РАЗВИТИЯ ИНДУСТРИАЛЬНО-ИННОВАЦИОННОЙ ЭКОНОМИКИ

Ю. В. БАТАЛОВ

*Восточно-Казахстанский государственный технический университет
им. Д. Серикбаева*

Предложены теоретически обоснованные методологические подходы к подготовке специалистов инженерно-технического профиля, способных обеспечивать развитие индустриально-инновационной экономики Казахстана. Доказательно предлагается при формировании образовательных моделей технических специалистов использовать понятие жизненного цикла наукоемкой продукции, подлежащей сбыту в качестве товара. Обоснована необходимость введения обязательных курсов при подготовке специалистов технического направления: «Основы предпринимательской деятельности», «Методология научных исследований». Представлен структурный анализ признаков формирования специальностей, которые определяют степень адаптации выпускников вузов в условиях ускорения развития индустриализации и новых технологий: предметный, функциональный, проблемный. Предлагается трансформация учебно-образовательного процесса в учебно-научно-инновационно-образовательный.

Мақаласы қазақстанның индустриалды-инновациялық экономикасының дамуын қамтамасыз ететін инженерлік-техникалық саладағы мамандарды даярлаудың теориялық негізделген әдіснамалық бағыттарын көрсетеді.

Техникалық мамандықтардың білім беру бағдарламаларын құрастыру кезінде кейіннен тауар түрінде өткізуге болатын ғылымды қажет ететін өнімнің өмірлік циклы ұғымын еңгізуді дәлелді түрде ұсынады. Техникалық бағыттағы мамандарды даярлау кезінде «Кәсіпкерлік қызмет негіздері», «Ғылыми зерттеулер әдіснамасы» тақырыбындағы міндетті курстарды енгізу қажеттілігінегізделген. Индустриаландыру және жаңа технологиялардың жедел даму жағдайларында ЖОО түлектерінің бейімделу деңгейін анықтайтын мамандықтарды құру нышанына құрылымдық талдау берілген: пәндік, функционалдық, проблемалық. Оқу-білім беру үдерісін оқу-ғылыми-инновациялық білім беру үдерісіне түрлендіру ұсынылған.

In the paper theoretically proved methodological approaches to professional training of specialists of engineering profile are presented ensuring development of industrial-innovation economy of Kazakhstan. It was demonstrated that when forming educational models for engineers it is necessary to use concept of life cycle of high technology products creating for sale as commercial goods. Necessity was proved of such obligatory courses of lectures using: "Basic principles of entrepreneurial business", "Methodology of scientific researches" when training specialists of engineering profile. Structural analysis was presented

of criteria of specialties forming, which define level of high schools graduates adaptation in conditions of acceleration of industrialization development and new technologies: subject, functional, problem. Transformation of teaching-and-educational process into teaching-scientific-innovation- educational process is proposed.

В выступлении Президента Казахстана Н. А. Назарбаева перед студентами Назарбаев Университета пятого сентября 2012 года «Казахстан на пути к обществу знания» определено, что мы движемся к постиндустриальному миру, в котором правит триада «образование – наука – инновации», и подчеркнуто, что индустриализация на основе инноваций стала новым ценностным ориентиром нашего общества. Тем самым еще раз подтверждено, что казахстанская рыночная экономика развивается как индустриально-инновационная (как экономика знаний). Естественно, что такое развитие может быть обеспечено посредством адекватной подготовки специалистов с высшим образованием и, прежде всего, технического направления (инженеров), дефицит в которых особый. Это обстоятельство вызывает необходимость разработки иных концептуально-методологических подходов при подготовке специалистов инженерного профиля, которые были бы готовы обеспечить индустриально-инновационное развитие экономики.

В настоящей статье делается попытка обосновать один из возможных таких подходов. В условиях рыночной экономики система подготовки специалистов высшей школой (вузами) является самостоятельным элементом рыночного хозяйства и выполняет функцию **расширенного воспроизводства** высококвалифицированной рабочей силы для **развития народного хозяйства и формирования слоя среднего класса и, прежде всего, предпринимателей. В этой связи высшая школа тесно связана с рынком труда.**

При формировании образовательных моделей технических специалистов, способных реализовать себя в различных видах профессиональной деятельности в условиях индустриально-инновационного развития рыночной экономики, **можно было бы использовать понятие жизненного цикла искусственной технической системы в виде наукоемкой продукции**, т.е. продукции, которая создается на основе инновационных научно-технических идей и **подлежит сбыту в качестве товара**. Ею может быть научная идея, научные методы, методики, программный продукт, ноу-хау, рецептура, конструкции, технология и даже утилизация снятой с эксплуатации продукции, которые могут приобретать **форму товара и трансформироваться в жизненный цикл товара**, если они выходят на рынок и становятся предметом купли-продажи.

Замена типов наукоемкой продукции другой, созданной на более совершенной научной основе, означает по существу замену всего цикла фундаментальных и прикладных исследований, производства и эксплуатации, что объективно должно привести к смене модели общественной организации труда (например, переход к постиндустриальному обществу, основанному на экономике знаний). Это, в свою очередь, ведет к необходимости своевременных качественных изменений в системе содержательной подготовки соответствующих специалистов. **Существенные задержки на начальных этапах (стадиях) материализации научных знаний, вызванные использованием недостаточно научно подготовленных выпускников техническими вузами, могут не только существенно замедлить сроки освоения новейшей продукции, но и увеличить сроки создания ее новых типов.**

Составной частью программы при подготовке специалистов технического профиля должен стать маркетинг как система взглядов при решении задач разработки, производства, продажи и послепродажного обслуживания *товарной* продукции. Это будет способствовать ускоренному переходу от массового производства продукции к эпохе сбыта, для которой характерна быстрая дифференциация продукции, ориентирующей производство на поиск индивидуального потребителя, формированию ниш на рынке посредством системы маркетинга. В этом случае будет подготовлена основа для перехода к постиндустриальному обществу, в котором процесс расширенного воспроизводства приобретает форму инновационного экономического развития.

Каждый новый цикл такого воспроизводства сопровождается внедрением в производство научно-технических нововведений, повышающих уровень его эффективности, т.е. **каждый новый цикл воспроизводства начинается производством, перешедшим на более высокую ступень развития.** Этим обеспечивается затем более высокий уровень развивающихся потребностей общества. Традиционные фазы воспроизводства – производство, распределение, обмен и потребление **дополняются допроизводственной фазой – фазой научной подготовки производства, основанной, как правило, на результатах маркетинговых исследований.**

Методологическая ориентация при подготовке специалистов на маркетинг как систему взглядов при решении задач разработки, производства и послепродажного обслуживания товарной продукции вызвана еще и тем, что продолжительность жизненного цикла продукции **как товара** связана **со степенью устойчивости его научно-технического уровня.** Научно-технический уровень товара обуславливается новизной научного принципа, заложенного в основу его создания, техническим уровнем конструкторских решений, технологии производства, используемых материалов. Со временем любой товар, даже самый совершенный, с великолепными потребительскими свойствами, должен уступить место новому поколению товара, созданному на новых принципах и поэтому удовлетворяющему более высокие потребности. Эта смена товара в значительной степени определяется изменением его научно-технического уровня. Причем падение научно-технического уровня товара в значительной степени связано с появлением на рынке конкурентного товара с более высокими потребительскими свойствами, что приводит к **моральному старению прежнего товара. Этот момент является определяющим** для смены морально устаревшей продукции (товара), прекращения ее производства и замены ее новой продукцией, отвечающей требованиям потребительского рынка. Каждый последующий товар имеет более высокий научно-технический уровень, обеспечивающий более высокий уровень потребительских свойств, **более короткий жизненный цикл и больший объем его реализации.**

Знание техническими специалистами закономерностей изменения научно-технического уровня продукции как товара позволяет **научно прогнозировать своевременную модернизацию** производства, разработку новой конкурентоспособной продукции, наращивание производственных мощностей, развитие каналов товародвижения и сбыта продукции. Вследствие этого знания, умения, навыки и компетенции, приобретенные техническими специалистами в высшей школе, должны носить системный характер, профессионально ориентироваться на реализацию **концепции товарного производства, основанную на объективном отражении жизненного цикла наукоемкой продукции как товара.**

Изложенный концептуальный подход к содержательному компоненту профессиональной подготовки технических специалистов позволяет выпускнику вуза реализовать свою профессиональную подготовку в различных организациях, на предприятиях, осуществляющих любую из стадий жизненного цикла продукции, в системном подходе **единства процесса научных поисков, разработок, проектирования, производства и сбыта продукции на любой стадии** ее формирования, четко определяя значение и важность обеспечения той или иной стадии вне организационно-административной связи места и вида своей работы. Использование такого подхода позволяет обеспечить необходимую мобильность и конкурентоспособность специалиста на рынке труда, в основе которой лежит способность **найти работу, сохранить ее или поменять – это качества, необходимые специалисту, работающему по найму на рынке труда**. Высшая школа при подготовке технических специалистов **традиционно ориентируется на крупные и средние предприятия, нуждающиеся в наемной рабочей силе**.

Подтверждением тому являются и нормативно-регламентирующие документы: «Государственный классификатор занятий», «Квалификационный справочник должностей руководителей, специалистов и других служащих» и соответствующие им ГОСО «Образование высшее профессиональное. Бакалавриат. Основные положения». **Однако количество рабочих мест на этих предприятиях достаточно ограничено**. В Казахстане возможно развитие системы специальной профессиональной подготовки для сферы *малого предпринимательства, самозанятости*. Хорошей базой для этого являются технические специалисты, ибо в основе предпринимательства заложено создание малых предприятий по производству, как правило, **строго определенного товара, заполняющего открывающуюся нишу товарного рынка, вызванную конъюнктурными колебаниями и из-за малого объема реализации товара, неинтересующего крупные предприятия**. Сфера малого бизнеса характеризуется **высокой нестабильностью рынка**. Если **крупные предприятия могут специализироваться на реализации нескольких из стадий жизненного цикла продукции, то в малых предприятиях осуществляются почти все стадии жизненного цикла продукции, либо, наоборот, идет специализация по реализации одной из стадий жизненного цикла продукции**.

В малой фирме (бизнесе) собственник предприятия выступает и как **организатор производства продукции и ее реализации, и как руководитель трудового коллектива**. Поэтому профессиональная подготовка такого специалиста должна быть достаточно универсальна. **Предпринимателю малого бизнеса особенно нужны системные знания в концентрированном виде всей совокупности стадий жизненного цикла продукции – товара**. Исходя из этого в модель подготовки специалистов технических специальностей целесообразно включать знание основ предпринимательской деятельности как обязательной дисциплины.

Глубокий структурный анализ специальностей позволяет выделить ряд признаков, по которым можно определить в перспективе степень адаптации выпускников высшей школы в условиях быстроменяющихся требований к трудовым ресурсам, вызванных ускорением развития индустриально-инновационной экономики. К первому можно отнести принцип предметного формирования специальностей, ориентированных на предметы и орудия труда и технологии производства. К ним можно, например, отнести такие, как «теплоэнергетика», «химическая технология неорганических веществ», «химическая технология органических веществ».

Ко второму признаку можно отнести функциональный принцип, в основе которого лежит реализация специалистами определенных функций (конструкторско-технологических, производственных). К их числу, например, можно отнести такие, как «математическое и компьютерное моделирование», «вычислительная техника и программное обеспечение», «автоматизация и управление».

Предметный принцип организации специальностей, содержательно ориентированный на действующие предметы и орудия труда и технологии, в наибольшей степени обеспечивает *текущие* потребности экономики. Организованные специальности в их содержательной основе *стабильны на весь период жизненного цикла* продукции, включая жизненный цикл товара. Поскольку период смены поколений техники, являющейся основой предметов и орудий труда и технологий, приближается к продолжительности обучения, то требуется непрерывное обновление содержания подготовки специалистов. Функциональный принцип формирования специальностей значительно шире и динамичнее. Подготовка специалистов по ним более адекватна условиям постоянно обновляемой материально-технической базы производства; и функции специалистов сохраняются относительно постоянными, хотя в какой-то мере меняется конкретный предмет труда. Практически отсутствуют специальности, сформированные для подготовки специалистов, способных исследовать проблемы, определять пути и способы оптимального их решения. Содержание подготовки специалистов-проблемников должно быть более глубоким, фундаментальным, прежде всего в области естественно-научных дисциплин, образующих теоретическую основу как современного индустриально-промышленного производства, так и интеграции теоретических знаний на стыке научных направлений и практики, обеспечивающих создание технологий будущего. Формирование специальностей по функциональному и особенно по проблемному принципу наиболее адекватно происходящим изменениям и требованиям к специалистам, владеющим *методологической культурой* как основным качеством профессионального потенциала. В свою очередь, это требует усиления *методологического, а не информационного* аспекта обучения в высшей школе. В этой связи целесообразно ввести в процесс обучения технических специалистов в качестве обязательного учебный курс «Методология научных исследований». Однако уже сегодня к этому можно готовиться, осваивая методы обучения нынешних специалистов в форме проблемно ориентированного учебного процесса, включающего анализ и синтез многоплановой информации, постановку задач и проблем, поиск оптимальных путей их решения. При этом организация обучения в высшей школе может быть переориентирована с учебно-образовательного процесса на учебно-научно-инновационно-образовательный. Смещение акцента деятельности преподавания и индивидуальная подготовка специалистов позволяют перейти к «поштучной» подготовке специалистов в соответствии с социально-экономическим заказом (работодателей). Это будет реальный механизм перехода к формированию возможностей постиндустриального развития экономики РК посредством инновационно ориентированных специалистов.

ПОДХОДЫ К ОПТИМИЗАЦИИ ОБЩЕГО ОБЪЕМА ПРИЕМА ТЕХНИКИ НА УТИЛИЗАЦИЮ И РАДИУСА ОБСЛУЖИВАНИЯ ПРИЕМНЫМ ПУНКТОМ

**О. Н. ДИДМАНИДЗЕ, Г. Е. МИТЯГИН, М. К. БИСЕНОВ,
Е. А. АВДЕЕВ**

Московский государственный агроинженерный университет им. В. П. Горячкина

Рассмотрены вопросы оптимизации общего объема приема выбывшей из эксплуатации техники и соответствующих взаимосвязанных параметров предприятия утилизации, таких, как радиус и площадь зоны обслуживания, потребное количество приемных пунктов и приемщиков. Выявлены закономерности, позволяющие оптимизировать указанные показатели перерабатывающего предприятия. Обоснованы оптимальные ресурсосберегающие параметры предприятия и отдельных приемных пунктов, обеспечивающих получение наибольшей прибыли.

Мақалада пайлананудан шығып қалған техникаларды жалпы қабылдау көлемін және қызмет көрсету аймағының радиусы мен ауданынан, қабылдау пункттері мен қабылдаушылардың қажетті санынан тұратын өтелдеу кәсіпорнының өзара байланысқан сәйкес параметрлерін оңтайландыру мәселелері қарастырылған. Қайта өңдеуші кәсіпорынның жоғарыда аталған параметрлерін оңтайландыруға мүмкіндік беретін заңдылықтар табылған. Ең жоғары пайданы алуды қамтамасыз ететін кәсіпорындар мен жекелеген қабылдау пункттерінің оңтайлы қор үнемдеуші параметрлері негізделген.

In the paper problems were studied of optimization of total volume receiving of put out off operation equipment and corresponding interrelated parameters of enterprises for utilization such as service radius and service area, required number of receiving centers and receiving clerks. Behaviours were brought to light which allow optimizing afore-named parameters of enterprise for equipment utilization. Optimal resource-saving parameters of enterprise and separate receiving centers were substantiated which ensure maximum profit.

Важной задачей ресурсосбережения является оптимизация общего объема приема выбывшей из эксплуатации техники на утилизацию и соответствующих взаимосвязанных параметров предприятия утилизации и его сети приемных пунктов. К таким параметрам относятся радиус и соответствующая площадь зоны обслуживания, потребное количество приемных пунктов и приемщиков.

На проблему утилизации выбывших из эксплуатации автомобилей в Российской Федерации обратили внимание еще в начале 2000-х годов, столкнувшись с массовым выбытием автомобилей из эксплуатации особенно в таких субъектах, как Москва, Московская область и Санкт-Петербург. При открытии предприятий, призванных утилизировать списываемую технику, ориентировались на опыт ведущих зарубежных стран, но тем не менее за такой длительный срок должного развития этот вид деятельности не получил. Произошло это, в первую очередь, потому, что не было законодательной базы и научно обоснованных подходов к разработке структуры системы предприятий утилизации и определению характеристик элементов, входящих в систему.

Опыт проводившейся в России программы утилизации с 8 марта 2010 г. по 30 июля 2011 г. показал, что имеющихся мощностей 157 ломозаготовительных предпри-

ятий [1], которые были включены в программу как конечное звено технологической цепочки, даже при упрощенной технологии утилизации, не предполагающей демонтаж и сортировку по видам материалов, не хватило.

С 1 сентября 2012 г. в деле утилизации автомобилей наступил новый этап: она стала оплачиваться при его покупке или ввозе в Россию, соответственно стал формироваться целевой фонд, предназначенный для финансирования текущей деятельности и развития сети предприятий утилизации.

Для разработки проектов сети предприятий, предназначенных для утилизации вышедшей из эксплуатации техники, необходимо разрабатывать методику определения их производительности, радиуса обслуживания, чтобы иметь возможность исходя из характеристик региона определять программу формирования низовой сети приемных пунктов.

Наличие предполагаемого оптимального решения обусловлено тем обстоятельством, что по мере расширения зоны обслуживания и соответствующего увеличения объема сбора списанной техники возрастают финансовые поступления от его переработки предприятию утилизации. Однако при этом возрастают расходы на создание и оборудование новых приемных пунктов, на содержание увеличенного количества приемщиков и другие текущие затраты на пунктах. Существенно увеличиваются также расходы на вывоз вторсырья из сети приемных пунктов [2–8].

С учетом изложенного в качестве критерия оптимальности целесообразно выбрать максимум годовой прибыли от переработки (реализации) всего собранного за один отчетный период (например, год) объема списанной техники:

$$\Pi_c = n_n \Pi_p - n_n C_n - mc_{\text{КПП}} - mc_{\text{Тн}} - C_{\text{ТР}} \rightarrow \max, \quad (1)$$

где Π_c – прибыль от реализации всего вторсырья за отчетный период, руб; n_n – общее количество реализуемого за отчетный период вторсырья, кг; Π_p – средняя реализационная цена одного килограмма вторсырья, руб/кг; c_n – средние затраты на сбор и подготовку к переработке (реализации) одного килограмма вторсырья, руб/кг; $c_{\text{КПП}}$ – средние капитальные вложения на создание одного приемного пункта в расчете на один отчетный период работы, руб/год; m – общее потребное количество приемных пунктов; c_{mn} – текущие расходы на содержание одного приемного пункта за отчетный период, руб; c_{mp} – транспортные расходы за отчетный период, связанные с вывозом собранного вторсырья со всех приемных пунктов.

Общее количество собираемой за отчетный период списанной техники для полноценной ее переработки должно соответствовать величине общей зоны обслуживания.

Если приближенно принять зону обслуживания в виде круга, то для n_n получим

$$n_n = F m_{n1} n_{m1} = \pi R^2 m_{n1} n_{m1}, \quad (2)$$

где F – общая площадь обслуживания, км²; m_{n1} – среднее количество потенциальных сдатчиков техники на единице обслуживаемой площади, чел/км²; n_{m1} – средняя масса единицы техники, сдаваемой одним сдатчиком, кг/чел; R – радиус круга зоны обслуживания, км.

Произведение $m_{n1} \times n_{m1}$ может быть заменено параметром, описывающим образование вышедшей из эксплуатации техники на единицу площади, авт/км².

На каждый приемный пункт в основном поставляют списанную технику из близлежащей территории или собственной зоны обслуживания, поэтому общее потребное количество пунктов m должно равномерно покрывать всю зону обслуживания перерабатывающего предприятия в соответствии с равенством

$$m = \frac{F}{F_{ml}} = \frac{\pi R^2}{F_{ml}}, \quad (3)$$

где F_{ml} – средняя площадь, обслуживаемая одним приемным пунктом, км².

Значение C_{knl} в формуле (1) определяется из равенства

$$C_{knl} = \frac{ckn}{Z_{ca}}, \quad (4)$$

где Z_{ca} – средний срок службы одного пункта; C_{kn} – общие капитальные затраты на создание одного приемного пункта.

Текущие сезонные затраты на каждом пункте C_{mn} в выражении (1) определяются по статистическим данным.

Транспортные расходы по вывозу всего вторсырья из приемных пунктов за отчетный период можно установить из исходного равенства

$$C_{Tp} = n_{цГ} \Pi_{TpI}, \quad (5)$$

где $n_{цГ}$ – потребное количество рейсов за сезон; Π_{TpI} – средняя стоимость одного рейса, руб.

Значение $n_{цГ}$ с учетом формулы (2) можно представить в виде

$$n_{цГ} = \frac{n_{\Pi}}{n_{p1}} = \frac{\pi R^2 m_{\Pi} n_{m1}}{n_{p1}}, \quad (6)$$

где n_{p1} – количество вторсырья, перевозимого за один рейс.

Стоимость одного рейса Π_{Tp} приближенно можно принять пропорционально среднему расстоянию l_{Tp} перевозки вторсырья

$$\Pi_{TpI} = \alpha_{Tp} \cdot l_{Tp}, \quad (7)$$

где l_{Tp} – среднее расстояние перевозки вторсырья, км; α_{Tp} – коэффициент пропорциональности, равный стоимости одного километра пробега, руб/км.

Значение l_{Tp} , в свою очередь, зависит от R в виде

$$l_{Tp} = \beta_{Tp} \cdot R. \quad (8)$$

При отсутствии более достоверных данных в уравнении (8) приближенно можно принять $\beta_{Tp} \approx 0,5$.

На основании формул (5) – (8) получим общее выражение транспортных расходов в функции соответствующих факторов

$$C_{Tp} = \frac{\pi R^3 m_{\Pi} n_{ml} \alpha_{Tp} \beta_{Tp}}{n_{p1}}. \quad (9)$$

Подставив значения слагаемых в (1), найдем развернутое выражение критерия оптимальности

$$\begin{aligned} \Pi_c = \pi R^2 m_{\text{III}} n_{m1} (\Pi_p - C_{\text{II}}) - \frac{\pi R^2}{F_{m1}} (C_{k\text{III}} + C_{T\text{III}}) - \pi R^2 \times \\ \times m_{\text{III}} n_{m1} \alpha_{Tp} \beta_{Tp} / n_{p1} \rightarrow \max. \end{aligned} \quad (10)$$

Оптимальное значение радиуса обслуживания по критерию (10) получим из условия $\frac{d\Pi_c}{dR} = 0$ в виде

$$R_{opt} = \frac{m_{\text{III}} n_{m1} (\Pi_p - C_{\text{II}}) - (C_{k\text{III}} + C_{T\text{III}})}{\frac{1,5 m_{\text{III}} n_{m1} \alpha_{Tp} \beta_{Tp}}{n_{p1}}}. \quad (11)$$

Для удобства практических расчетов целесообразно выразить R_{opt} в функции количества вторсырья $n_{m\text{III}}$, собираемого за отчетный период одним пунктом, которое определяется из равенства

$$n_{m\text{III}} = m_{\text{III}} F_{m1} n_{m1} = m_{\text{III}} n m_1, \quad (12)$$

где $m_{\text{III}} = m_{\text{III}} F_{m1}$ – количество сдаччиков техники, обслуживаемых за сезон одним пунктом (годовая пропускная способность приемного пункта).

Равенство (11) с учетом (12) примет вид

$$R_{opt} = \frac{[n_{m\text{III}} (\Pi_p - C_{\text{II}}) - (C_{k\text{III}} + C_{T\text{III}}) n_{p1}]}{1,5 n_{m\text{III}} \alpha_{Tp} \beta_{Tp}}. \quad (13)$$

Из этого равенства можно определить необходимое условие прибыльности сбора техники в приемных пунктах перерабатывающего автомобиля предприятия

$$n_{m\text{III}} (\Pi_p - C_{\text{II}}) > (C_{k\text{III}} + C_{T\text{III}}) n_{p1}. \quad (14)$$

Указанное условие с учетом (12) примет вид

$$n_{m\text{III}} = m_{\text{III}} F_{m1} n_{m1} > \frac{C_{k\text{III}} + C_{T\text{III}}}{\Pi_p - C_{\text{II}}}. \quad (15)$$

Условие (15) позволяет установить необходимые соотношения между основными параметрами приемного пункта. Например, при известном значении средней массы списанной техники, сдаваемой одним клиентом n_{m1} , можно установить эффективные пределы выбора годовой пропускной способности приемного пункта:

$$m_{\text{III}} > \frac{C_{k\text{III}} + C_{T\text{III}}}{(\Pi_p - C_{\text{II}}) n_{m1}}. \quad (16)$$

По значению R_{opt} из (13) с учетом (2) рассчитывается общая оптимальная площадь F_{opt} зоны обслуживания, при которой обеспечивается наибольшая прибыль для приемных пунктов и перерабатывающего предприятия, км²:

$$F_{opt} = \pi R^2 opt \frac{[n_{m\Pi\Pi}(\Pi_p - \Pi_{\Pi}) - (C_{к\Pi} + C_{\Pi\Pi})]n^2 pl}{(1,5n_{m\Pi\Pi}\alpha_{\Gamma p}\beta_{\Gamma p})^2} . \quad (17)$$

Оптимальный годовой сбор вторсырья $n_{\Pi opt}$ с учетом (2) составит

$$n_{\Pi opt} = f_{opt} m_{\Pi\Pi} n_{m1} = \pi R^2_{opt} m_{\Pi\Pi} n_{m1} . \quad (18)$$

Оптимальное количество приемных пунктов m_{opt} получим на основании формул (12), (18) в виде

$$m_{opt} = \frac{n_{\Pi opt}}{n_{m\Pi\Pi}} = \frac{\pi R^2_{opt}}{F_{m1}} = \frac{\pi R^2_{opt} m_{m1}}{m_{\Pi\Pi}} . \quad (19)$$

Значение $m_{\Pi\Pi}$ при этом должно удовлетворять условию (16).

По значению m_{opt} можно рассчитать общее оптимальное потребное количество приемщиков n_{opt} на всех пунктах:

$$n_{opt} = n_{\Pi\Pi} m_{opt} , \quad (20)$$

где $n_{\Pi\Pi}$ – нормальное потребное количество приемщиков на одном пункте.

Аналогичным образом можно установить общее оптимальное количество оборудования и материалов каждого i -го вида:

$$n_{обi opt} = n_{Нoi} m_{opt} , \quad (21)$$

где $n_{Нoi}$ – нормальное потребное количество оборудования и материалов i -го вида на одном пункте.

Таким образом, полученные закономерности позволяют обосновать оптимальные ресурсосберегающие параметры перерабатывающего предприятия и отдельных приемных пунктов, обеспечивающих получение наибольшей прибыли.

Разработка научных подходов к проектированию, рациональному размещению и организации деятельности предприятий, предназначенных для утилизации выбывшей из эксплуатации техники, в настоящее время становится очень актуальной. Исследования в этой области необходимо вести уже сейчас параллельно с разработкой законодательной базы, поскольку по расчетам ряда консалтинговых агентств уже в 2020 г. ежегодное производство автомобилей в России может превысить 3,5 млн штук в год. При этом в утилизации будут нуждаться до 2 млн автомобилей в год, или около 15 млн в течение текущего десятилетия. Для организации экономически эффективного и экологически безопасного утилизационного процесса уже сейчас необходимо разрабатывать и строить пункты приема выбывшей из эксплуатации техники; предприятия по разборке и демонтажу с созданием оборотных фондов агрегатов, узлов и подразделениями по сортировке демонтированных элементов по видам материалов; региональные шредерные заводы.

ЛИТЕРАТУРА

1 На утилизацию автомобилей пойдет по 20–70 млрд рублей в год. – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.zl.ru/a/447907/>.

2 Алдошин Н. В. Технологические процессы и организация утилизации техники. – М.: ООО «УМЦ «Триада», 2010. – 123 с.

3 Алдошин Н. В. Стратегии сбора и транспортировки техники на утилизацию // Международный научный журнал. – 2010. – № 1. – С. 64–69.

4 Алдошин Н. В. Анализ транспортного обеспечения сбора и доставки техники на утилизацию // Международный технико-экономический журнал. – 2010. – № 1. – С. 75–79.

5 Митягин Г. Е. и др. Выбывшая из эксплуатации техника – источник вторичных ресурсов // Техника и оборудование для села. – 2008. – № 5. – С. 42–43.

6 Джабраилов Л. М. и др. Теоретические основы проектирования предприятий приема выбывших из эксплуатации автомобильных компонентов и материалов // Международный технико-экономический журнал. – 2007. – № 4. – С. 62–68.

7 Егоров Р. Н. и др. Анализ структуры парка выбывших из эксплуатации автомобилей в Москве // Перспективы развития агропромышленного комплекса России: Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции. – М.: ФГОУ ВПО МГАУ, 2008. – Ч. 1. – С. 93–96.

8 Кулдошина В. В. и др. Маршрутизация автомобильных перевозок: Учебное пособие. – М.: УМЦ «Триада», 2008. – 40 с.

АУЫЛШАРУАШЫЛЫҒЫНДА ТӘУЕКЕЛДІ БАҒАЛАУДЫҢ ӘДІСТЕРІ ЖӘНЕ ОНЫ БАСҚАРУДЫҢ ҚАҒИДАЛАРЫ

Н. А. КУРМАНОВ¹, А. Қ. БАЙДАҚОВ²

¹Л. Н. Гумилев атындағы Евразиялық ұлттық университет

²С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университет

Қазіргі таңда кәсіпорындар қызметіндегі қаржылық және өндірістік тәуекелді бағалау, оны есепке алу мен төмендетудің түрлі әдістерін қолдану өзекті мәселе болып отыр. Зерттеу жұмысында өзгермелі шарттарда тәуекелдің жағымсыз салдарларының алдын алу мен төмендетуге мүмкіндік беретін тәуекелді бағалаудың әдістері мен басқарудың қағидалары қарастырылған. Жұмыста тәуекел түрлерінің жіктелуі, ауыл шаруашылығындағы тәуекелді басқарудың әдістері жан-жақты талданған.

Проблема оценки рисков финансовой и производственной деятельности предприятий, включая различные методы учета и способы снижения рисков, является сегодня наиболее актуальной. Рассмотрены методы оценки и принципы управления рисками, которые позволяют устранить возможные негативные последствия в изменчивых условиях, дана классификация риска по типам и источникам происхождения, подробно проанализированы способы управления рисками в сельском хозяйстве.

Today problem of risks estimation in financial and productive activity of enterprises, including different methods of risks accounting and decrease of risks, is the most actual. In the paper methods were studied of risks estimation and principles of risk management which allow eliminating negative consequences in market changeable conditions, classification was given of risks on types and sources of genesis, methods of risk management in agriculture were analyzed in detail.

Ауылшаруашылығы өндірісі экономиканың басқа салаларына қарағанда тәуекелге бейім. Себебі ауылшаруашылығы өндірісі негізінен ашық табиғи-климаттық кеңістікте жүргізіледі және ол тірі өсімдік пен жануарлар организмдерімен байланысты. Сонымен бірге, сала өнімінің нарығы сұраныс пен ұсыныстың икемсіздігімен сипатталады. Аталған екі жағдайға байланысты ауылшаруашылық кәсіпорындарының қаржылық-экономикалық жағдайы басқа сала кәсіпорындарымен салыстырғанда тұрақсыз болып келеді. Сол себепті негізгі мәселе тәуекелдің болуы емес, ең бастысы – шаруашылық субъектілерінің қолайсыз жағдайларға қарсы тұру мүмкіндіктерінің шегінде тәуекелді тиімді басқару.

Қазіргі күні тәуекелді бағалаудың әртүрлі әдістемелері мен бағыттары бар. Тәуекелді бағалаудың нақты әдістемесін таңдау алдында тәуекелдің сандық және сапалық тараптары бағаланады. Бұл кезде тәуекелді сапалық жағынан бағалау қарапайым, аса күрделі емес жұмыс болса, тәуекелді сандық бағалау күрделі жұмыс (тәуекелдің қалыпты, шекті аймақтарында орын алу мүмкін шығынды пайызбен, баллмен, ақшалай, натуралды өлшемде, салынған капиталдың бірлігіне шаққанда бейнелеу). Тәуекелді сапалық жағынан бағалау келесілерді қамтиды: тәуекелдің көзі мен себептерін, түрлерін анықтау, тәуекелдің мүмкін аймақтарын анықтау, тәуекелді

шектейтін шараларды жүзеге асырудың пайдалы және теріс салдарларын есепке алу. Шешім қабылдауды негіздеу үшін тәуекелдің қандай түрі мен типіне ұшырауы мүмкін екендігін нақты білу қажет. «Ықпалы белгісіз», бірақ анықталған тәуекелден сақтануға болады (жобадан бас тартуға тура келсе де), ал анықталмаған немесе есепке алынбаған тәуекелден сақтану мүмкін емес. Тәуекелді сапалық бағалаудың нәтижелері оған сандық баға беру үшін маңызды ақпарат көзі болып табылады, ол жекелеген тәуекел түрлеріне не жобаны жүзеге асыру тәуекеліне сандық баға беруді көздейді. Бұл кезеңде тәуекелді жағдайлар мен олардың салдарларының орын алу ықтималдықтарының сандық мәндері есептелінеді, тәуекел дәрежесіне сандық баға беріледі, тәуекелдің нақты жағдайдағы қалыпты дәрежесі белгіленеді. Тәуекелді сандық бағалаудың түрлі әдістері бар, олардың ішінде кең тарағандары статистикалық және эксперттік бағалау әдістері.

Статистикалық әдістің мәні келесіде: нақты өндірісте не ұқсас салада орын алған шығындар мен пайданың статистикасы зерттеледі, қандай да бір экономикалық нәтижеге қол жеткізудің шамасы мен жиілігі белгіленіп, болашаққа ықтималды болжам жасалынады. Қандай да бір шығынға ұшыраудың жиілігі келесідей есептелінеді [1]:

$$f = n / n_{\text{жалпы}},$$

мұнда: f – қандай да бір шығынға ұшыраудың жиілігі; n – шығынға ұшыраулар саны; $n_{\text{жалпы}}$ – статистикалық бақылаулардың жалпы саны.

Тәуекелді сандық бағалаудың статистикалық әдісі мәліметтердің жеткілікті болуын талап етеді, ал мәліметтерді жинау мен оны өңдеуге уақыт, әрі қаражат қажет. Сонымен бірге ауыл шаруашылығы өндірісінде қандай да бір өндірістік іс-әрекетті ұдайы қайталау мен тәжірибе жүргізудің шексіз мүмкіндігі жоқ. Сол себепті талдау барысында ақпараттың жеткіліксіздігі жағдайында тәуекелді сандық бағалаудың эксперттік әдісі қолданылады.

Тәуекелді сандық бағалаудың эксперттік әдісі осы саладағы тәжірибелі кәсіпкерлер мен мамандардың ой-пікірін сандық жағынан өңдеуге негізделеді.

Бұл әдістің кемшілігі ретінде эксперттердің берген бағаларының дұрыстығы мен сенімділігіне кепілдің болмауын, эксперттер арасында сұрау жүргізуді ұйымдастыру мен алынған ақпаратты өңдеудегі қиындықтарды жатқызуға болады. Аталып өткен екінші кемшілікті болдырмау мүмкіншілігі болғанымен, бірінші кемшілікті жоюдың сенімді жолы жоқ. Себебі эксперттердің беретін бағасы – олардың өз тәжірибесіне сүйене отырып белгілі бір жағдайдың орнауына беретін сандық бағасы (субъективті ықтималдылық), басқаша айтсақ құбылыс не тәжірибе туралы априорлы ақпарат. Алдымен мұндай ақпарат жан-жақты жеке талдаудан өтіп, одан кейін ғана сандық бағаға ие болады. Тиісінше, мұндай бағалау (немесе сенімділік дәрежесі) жуықтап белгіленеді. Осындай жағдайда шешімдер қабылдау принциптерінің нақты емес, болжамды деп алынуы дұрыс сияқты, себебі ықтималдылықтың сенімділік дәрежесін дәл есептеу мүмкін емес [2].

Біліктілігі мен осы секілді жұмыстардан тәжірибесі бар эксперттің қандай да бір құбылысты зерттеудің бастапқы кезеңінде зерттеліп отырған үрдістің қасиеттері туралы белгілі бір көзқарасы болады. Бұл көзқарас зерттеушінің тәжірибесін ғана

емес, сонымен бірге бұған дейінгі осындай зерттеулерден алынған эмпирикалық мәліметтерді де қамтиды. Үрдістің дамуы барысында жаңа ақпараттар пайда болып, олар құбылыстың қасиеттері туралы қалыптасқан пікірге (ықтималды жорамал) өзгеріс әкелуі мүмкін. Осылайша, қалыптасқан көзқарас біртіндеп өзгеріске ұшырайды. Бұл үрдіс шексіз сипатқа ие және ол әрбір жаңа эмпирикалық нәтиже алынуына орай жалғасып отырады. Бұл үрдісті ақпаратты біртіндеп жинақтау мен талдау ретінде қарастыруға болады.

Жоғарыда айтылған жағдайларға байланысты субъективті ықтималдылықты қалайша бағалау керек деген сұрақ туындайды. Априорлы ақпаратты бейнелеудің іс жүзіндегі қолайлы әдістемесінің мәні келесідей: тұтас жиынтықты бейнелейтін бірнеше гипотезалар айқындалып, зерттеуші әр гипотезаның жүзеге асуының мүмкіндігіне өз сенімділігін үлес салмақтар ретінде бейнеленеді. Зерттеушілер априорлы ықтималдылықтарды белгілеудің келесідей ережелерін атап көрсетеді [3]:

– әр гипотезаға зерттеушінің осы гипотезаның шынайылығы жөніндегі субъективті пікіріне сәйкес белгілі бір априорлы ықтималдылық белгіленеді;

– зерттеуші шынайылығы жоғары деп баға берген гипотезаға ықтималдылықтың жоғары үлесі беріледі.

Егер қандай да бір немесе бірнеше гипотезаға артықшылық беруге негіз болмаса, онда барлық гипотезаларға бірдей априорлы ықтималдылық тағайындау керек. Бұл ықтималдылықтардың қосындысы бірге тең болуы керек.

Эксперттік бағалардың сенімділігін жоғарылату эксперттерді іріктеуге қойылатын талаптарды күшейту мен эксперттердің пікірлерін сандық өңдеу әдістерін жетілдіруді талап етеді.

Тәуекелді сандық талдауда басқа да әдістер қолданылуы мүмкін.

Шығындардың негізділігін талдау әдісі тәуекелдің мүмкін аймақтарын анықтауға негізделеді. Тәуекел ықтималдылығының өзгерісі, онымен бірге шығынның артық жұмсалуды келесідей факторлардың әсерінен болуы мүмкін: негізгі құралдардың құнының немесе еңбек өнімділігінің өзгеруі, жобалау аймағының өзгеруі т.б. Бұл әдісті қолдану жобаны жүзеге асыруды кезеңдерге бөле отырып, тәуекелге ұшырайтын капитал сомасын минималдауға мүмкіндік береді. Жобаны жүзеге асырудың әр кезеңінде инвестор инвестициялау үрдісін тоқтату не жалғастыру туралы шешім қабылдай алады.

Аналогиялар әдісінде жүзеге асырылу жоспарланып отырған жобаға ұқсас жобалардың нәтижелері талданады, оның кемшіліктері анықталып, мүмкін нәтижелері салыстырылады, құбылыстар арасындағы тәуелділіктер мен байланыстар анықталып, анықталған кемшіліктерді болдырмаудың жолдары ізделінеді.

Сезімталдылықты (икемділікті) талдау әдісі жобаның нәтижесі қандай факторларға (өнім бағасы, банк пайызы, айнымалы шығындар, табиғи факторлар, т.б.) өте сезімтал, яғни фактордың шамалы өзгерісі жоба нәтижесін елеулі өзгертетін факторларды анықтап, ол факторларды өзгертпеу шараларын қарастыруға негізделген.

Сезімталдылықты талдау әдісі қарапайым, есептеуге жеңіл және талдау нәтижесі көрнекі болуына қарамастан кемшілікке ие. Бұл әдісте нәтижеге тек бір фактордың әсері ғана жеке есептелінеді, ал бір фактордың өзгерісінің екінші факторға әсері ескерілмейді, мысалы, баға өзгерісінің сату көлеміне әсері т.б. Мұндай кемшілікті

сценарийлерді талдау әдісі толықтырады, себебі онда барлық факторлар бірге өзгереді.

Сценарийлерді талдау әдісінде болашақта орын алуы мүмкін ең нашар, ең жақсы және неғұрлым ықтималды жағдайлар кезіндегі жобаның тиімділігі есептелініп, тәуекел деңгейіне баға беріледі. Егер пессимистік сценарий бойынша нәтиже теріс мәнге ие болса, онда жоба тәуекелді, ал оң мәнге ие болса, онда жоба тәуекелсіз [4].

Ауылшаруашылығында тәуекелді сандық бағалауда аталған әдістердің арасынан статистикалық әдісті қолдану тиімді секілді. Себебі белгілі бір кезең аралығындағы қандай да бір статистикалық мәліметтерді (дақыл өнімділігі, климаттық мәліметтер, тыңайтқыш енгізу көлемі, еңбек ресурстары т.б.) жинақтау, өңдеп, математикалық іс-әрекеттер көмегімен берілген ауданда қандай параметрлер жағдайында тәуекелді жағдай орын алатындығын есептеуге болады. Дегенмен, ауылшаруашылығында тәуекелді тиімді басқару мәселесі өзекті күйінде қалып отыр.

Тәуекелді тиімді басқару – қолайсыз жағдайлардың орын алуын алдын-ала болжауды, оның әсерін болдырмау мен салдарларын кемітуге бағытталған іс-әрекеттерді жоспарлауды білдіреді. Осылайша, тәуекелді басқарудың екі аспектісі бар:

– шаруашылық етудің қолайсыз шарттарының орын алу мүмкіндіктерін алдын-ала болжау және осындай жағдайлардың орын алуының ықтималдығын төмендетуге бағытталған шараларды дайындау;

– егер қолайсыз жағдайлар орын алса, онда олардың жағымсыз салдарларын кеміту шараларын дайындау.

Мысалы, ауылшаруашылық техникасы облысында тәуекелді басқару ескі техниканы негізгі жұмыстар алдында күрделі жөндеуден өткізуді қамтуы мүмкін. Сонымен бірге, негізгі жұмыстар уақытында жиі бұзылатын қосалқы бөлшектердің қорының болуы да дұрыс. Әрине, қосалқы бөлшектер техниканың бұзылуының алдын алмағанымен, оперативті жөндеу жұмыстары техниканың бұзылуынан болатын қолайсыз салдарлардың көлемін неғұрлым төмендетуге ықпал етуі мүмкін. Тәуекелді басқару үшін хеджирлеуді қолдану мүмкіндігі кең, оның көмегімен кәсіпкерлер зиян шегу облысының аумағын қысқарта алады (нарықта баға жоғары болған жағдайда қосымша пайдадан бас тарту, ал баға төмен болған жағдайда зияннан сақтану арқылы). Осылайша, тәуекелдің бір бөлігін нақты шаруашылықта басқаруға болады, ал қалған бөлігі фермердің басқаруынан тыс және ол сақтандыру бағдарламасымен қамтылуы тиіс.

Ауылшаруашылығында тәуекелді басқару деңгейлерінің екі тобын ажыратуға болады:

а) ферма деңгейінде:

– өндірістің прогрессивті технологияларын қолдану (өндірісті нақты жоспарлау, табиғи жағдайлар туралы ақпараттың болуы, су ресурстарын басқару, жана технологиялар қолдану т.б.);

– кооперация – тәуекелді фермерлер тобы арасында бөлу мүмкіндігі, өнім өндірісінің байланысты тізбегін құру;

– өнімді сатудың нарықтық технологияларын қолдану – өнімді өндіру/өткізу шарттарын жасау, фьючерстік келісім-шарттар;

– капитал мен қарыз құрылымын тиімді басқару;

– ауылшаруашылығы тәуекелін сақтандыру;
– табысты диверсификациялау – мүмкіндік болса басқа салаларда табыс табу көзін іздестіру;

б) мемлекеттік деңгейде:

– зерттеу және ақпараттық-кеңес беру мекемелерінің жүйесі көмегімен фермерлерге тәуекелді минималдауға көмектесетін шараларды жүзеге асыру, яғни жаңа технологияларды қолдануға үйрету, табиғи-климаттық жағдайлар туралы болжамдар мен ақпараттар беру, жаңа стандарттар, жаңа технологиялар туралы ақпарат;

– нарықты мемлекеттік реттеу шаралары – ауылшаруашылық өнімдерінің төменгі бағаларын белгілеу, мемлекеттік сатып алу, табиғи факторлардың жағымсыз салдарларын өтеу, субсидиялау, өнімді сақтауға көмектесу.

Жоғарыда баяндалған мәселелер негізінде келесідей қорытындылар жасауға болады:

1) кәсіпкерлік пен тәуекел – бір-бірімен өзара байланысты категориялар. Бір жағынан, кәсіпкер – тәуекелге бара алатын адам, ол үлкен пайда табу үшін тәуекелді іс-әрекеттерге барады. Екінші жағынан, тұрақты табыс табатын кәсіпкер өте сақ, шаруашылық етудің сенімді, тексерілген әдістерін таңдайды;

2) тәуекел – тұрақсыз параметр. Оның шамасын анықтау жан-жақты білімді, қызмет тәжірибесін қажет етеді;

3) тәуекелдің көзін білу арқылы кәсіпкер оның әсерін төмендетуге тырысады;

4) тәуекел көздеріне кездейсоқ, болжануы мүмкін емес шығындар жатады;

5) егер тәуекелді жағдай орын алса, онда оған баға беріп, оны төмендету шараларын іздестіру қажет;

6) тәуекел ықтималды шама, оның мәні оны есепке алу әдісіне байланысты;

7) тәуекел экономиканың дамуының теріс факторы ғана емес, сонымен бірге тәуекел – өндірістің тиімділігін арттыруға, инвестициялық жобалардың тиімділігін жоғарылатуға ықпал ететін тетік.

ӘДЕБИЕТТЕР

1 Грабовый П.Г., Петрова С.Н., Полтавцев С.И. Риски в современном бизнесе. – М.: Аланс, 2007. – 200 с.

2 Кусайынов Т.А. Наука управления риском в сельском хозяйстве. – Астана, 2001. –127с.

3 Құсайынов Т.А., Байдақов А.Қ. Экономиканы үлгілеу. – Астана, 2006. – 72 б.

4 Шапкин А.С. Экономические и финансовые риски. Оценка, управление, портфель инвестиций. – М.: Экономика, 2006. – 544 с.

РАЗВИТИЕ ИННОВАЦИЙ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ КАЗАХСТАНА

Е. Ж. ШИЛЬДИБЕКОВ

Казахский национальный университет им. К. И. Сатпаева

Приведены результаты аналитических исследований по оценке конкурентоспособности Казахстана в рейтинге Всемирного экономического форума. Установлена степень взаимозависимости между показателем «инновации» и другими группами показателей индекса глобальной конкурентоспособности. Показано, что сохранение и повышение уровня конкурентоспособности Казахстана и продвижение страны в области инноваций целесообразно осуществлять путем концентрации усилий государства и бизнеса на основе частного-государственного партнерства, расширения сотрудничества компаний с негосударственными институтами развития в финансировании НИР и внедрения их результатов в практику.

Мақалада Дүниежүзілік экономикалық форумының рейтингіде Қазақстанның бәсекелестігін бағалаудың аналитикалық зерттеулер нәтижелері келтірілген. «Инновация» көрсеткіші мен басқа да топтардың ғаламдық бәсекеге қабілеттілік Индексі көрсеткіштері арасында өзара тәуелділік дәрежесі анықталды. Қазақстанның бәсекеге қабілеттілік деңгейінің көтерілуі мен сақталуы және инновация аясында елдің алға жылжуы жеке және мемлекеттік әріптестік негізінде мемлекеттік және бизнес күштерін шоғырландыру жолмен орынды жүзеге асыру және ҒЗЖ қаржыландыру мен олардың нәтижелерін практикада қолданудың дамуы мемлекеттік емес институттармен компаниялардың бірлесе жұмыс істеуінің кеңеюі көрсетілді.

The results of analytical research on evaluation of Kazakhstan's competitiveness in ranking of the World economic forum were illustrated in this paper. Correlation between "Innovation" and other groups of indexes of the Global competitiveness index was defined. In the paper it is presented that keeping and improving of competitiveness level of Kazakhstan and country advancing in the field of innovations is advisably realized by concentration of government and business efforts based on state-private partnership and expansion of cooperation between companies and non-government organizations of development in research financing and implementing the results into practice.

Проблемы обеспечения стабильного роста экономики и устойчивого развития Казахстана вышли на передний план по завершении переходного периода страны к рыночной экономике. Именно поэтому в мае 2003 года Министерством экономики и бюджетного планирования РК совместно с другими министерствами была разработана «Стратегия индустриально-инновационного развития Республики Казахстан на 2003–2015 годы» [1]. В ней особое внимание было уделено инновационному развитию Казахстана до 2015 года.

В 2005–2006 годах уровень экономического развития стран мира начал оцениваться индексом глобальной конкурентоспособности (ИГК), разработанным Всемирным

экономическим форумом (ВЭФ) в Давосе, Швейцария. В этом рейтинге Казахстан на тот момент занял 61 место с ИГК 3,7 балла [2].

В марте 2006 года Президент Республики Казахстан Н. А. Назарбаев в Послании народу Казахстана поставил стратегическую задачу вхождения Казахстана в число 50 наиболее конкурентоспособных стран мира [3], и в республике началась работа по выработке предложений и рекомендаций по основополагающим принципам, задачам и способам повышения конкурентоспособности [4, 5].

В настоящее время ИГК состоит из двенадцати групп показателей, которые объединены в три подындкса, каждый из которых имеет весовое значение в совокупном индексе [6,7] (рис.1).



Рис. 1. Группы показателей и подындксы ИГК

Результаты расчетов групп показателей, а также мировой рейтинг всех стран ежегодно публикуются в Отчете о глобальной конкурентоспособности. Положение Казахстана в рейтинге ВЭФ за последние 5 лет представлено в табл. 1.

Анализ этих данных позволяет заключить, что по группе показателей «инновации» Казахстан пока еще находится на невысоком уровне, причем с 2008 по 2011 год страна опустилась в рейтинге с 62 на 116 место, что в значительной мере связано с мировым экономическим кризисом.

В условиях движения к постиндустриальному миру, в котором, как отметил Президент страны Н. А. Назарбаев в выступлении перед студентами Назарбаев Университета [8], правит триада «образование – наука – инновации», важно оценить, какие факторы существенно влияют на изменения группы показателей «инновации» и соответственно на общий индекс глобальной конкурентоспособности. Динамика изменения группы показателей «инновации» представлена в табл. 2.

Таблица 1. Позиции Казахстана в рейтинге ВЭФ за 2008–2012 гг.

№ п/п	Группы показателей ИГК ВЭФ	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	Тенденции за 2011–2012 гг.
1	Институты	81	86	91	94	66	Улучшение
2	Инфраструктура	76	75	81	82	67	Улучшение
3	Макроэкономическая стабильность	74	59	26	18	16	Улучшение
4	Здоровье и начальное/среднее образование	81	80	85	85	92	Ухудшение
5	Высшее и профессиональное образование	59	59	65	65	58	Улучшение
6	Эффективность рынка товаров	80	84	86	87	71	Улучшение
7	Эффективность рынка труда	12	18	21	21	19	Улучшение
8	Условия для развития финансовых институтов	97	111	117	121	115	Улучшение
9	Уровень технологического развития	75	69	82	87	55	Улучшение
10	Объем рынка	55	55	55	55	55	Без изменения
11	Условия для развития бизнеса	86	88	102	109	99	Улучшение
12	Инновации	62	64	101	116	103	Улучшение
Казахстан		66	67	72	72	51	Улучшение

Таблица 2. Позиции Казахстана в рейтинге ВЭФ по группам показателей «инновации» за 2008–2012 гг.

№ гр.	Показатели «инновации»	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	Тенденции за 2011–2012 гг.
1	2	3	4	5	6	7	8
12.01	Условия для инновационного развития	50	50	75	101	92	Улучшение
12.02	Качество научно-исследовательских институтов	58	80	112	121	108	Улучшение
12.03	Расходы компании на развитие и исследовательскую деятельность	62	60	84	107	94	Улучшение
12.04	Сотрудничество между вузами и промышленностью в исследовательской деятельности	64	77	111	119	90	Улучшение

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8
12.05	Приобретение Правительством продвинутой технической продукции	59	62	83	93	71	Улучшение
12.06	Доступность ученых и инженеров	83	74	91	106	104	Улучшение
12.07	Количество выданных полезных патентов на 1 000 000 чел.	72	85	81	81	65	Улучшение

Анализ данных табл. 2 показывает, что в 2012 году наблюдается уже положительная динамика по сравнению с 2011 годом, когда по большинству показателей наблюдался весьма низкий рейтинговый уровень. Это, в числе прочих факторов, привело к повышению Казахстана в рейтинге ВЭФ на 13 позиций по группе показателей «инновации» (103 место) и позволило ему занять 51 место в общем в рейтинге ВЭФ.

Чтобы удержаться на этой позиции и продолжать улучшать свои показатели, необходим комплексный подход к улучшению всех групп показателей, формирующих индекс глобальной конкурентоспособности. В этой связи нами выявлены взаимозависимости, существующие между «инновациями» и другими группами показателей ИГК. Степень этой взаимозависимости оценена путем расчета корреляций между каждой группой показателей и показателем «инновации», результаты которого представлены в табл. 3.

Для расчета корреляции были использованы показатели ИГК Казахстана за последние пять лет. Значение корреляции отражает степень взаимозависимости между группой показателей и «инновациями», а значение, близкое к единице, означает высокую степень взаимозависимости. Положительная корреляция показывает, что тенденции (роста/снижения) группы показателей и «инновации» совпадают. Отрицательная корреляция означает, что эти тенденции противоположны.

По результатам этого расчета установлено, что для Казахстана наибольшая положительная взаимосвязь наблюдается между показателями «инновации» и «условия для развития бизнеса». Это позволяет обоснованно заключить, что улучшение условий для развития бизнеса в Казахстане обеспечит продвижение страны в области инноваций, поскольку именно бизнес является генератором современных инноваций.

Таблица 3. Результаты расчета корреляции между «инновациями» и другими группами показателей для Казахстана

№ п/п	Показатели	Корреляции между группой показателей и «инновациями»
1	2	3
1	Институты	0,86

Окончание табл. 3

1	2	3
2	Инфраструктура	-0,94
3	Макроэкономическая стабильность	-0,90
4	Здоровье и начальное/среднее образование	-0,89
5	Высшее и профессиональное образование	-0,97
6	Эффективность рынка товаров	0,00
7	Эффективность рынка труда	0,70
8	Условия для развития финансовых институтов	0,91
9	Уровень технологического развития	0,39
10	Объем рынка	0,00
11	Условия для развития бизнеса	0,99
12	Инновации	1,00

Как было отмечено Президентом Республики Казахстан Н. А. Назарбаевым в выступлении на Форуме ученых Казахстана, в развитых странах более половины всего объема финансирования научных исследований приходится на частный сектор. В Японии и Германии – это 70 % всех инвестиций в науку, Финляндии и Швеции – 65 %, в США – 64 %. Это происходит потому, что научные разработки востребованы бизнесом [9]. Поэтому модернизацию отечественного производства на основе освоения новых инновационных технологий, машин и оборудования целесообразно осуществлять путем концентрации усилий государства и бизнеса на основе частно-государственного партнерства и расширения сотрудничества компаний с негосударственными институтами развития в финансировании НИР и внедрении их результатов в практику. Это обеспечит сохранение и поднятие рейтингового уровня экономики Казахстана и продвижение страны в области инноваций, что будет способствовать выполнению поставленной Президентом Казахстана Н. А. Назарбаевым новой стратегической цели: к 2050 году войти в число 30 самых развитых государств мира [10].

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Стратегия индустриально-инновационного развития Республики Казахстан на 2003-2015 годы // www.government.kz.
- 2 World Economic Forum, 2006. The Global Competitiveness Index 2005 –2006: Looking beyond the global economic crisis. – The Global Competitiveness Report. – 2005–2006.
- 3 Послание Президента Республики Казахстан Н. А. Назарбаева народу Казахстана от 2006 года «Стратегия вхождения Казахстана в число 50-ти наиболее конкурентоспособных стран мира. Казахстан на пороге нового рывка вперед в своем развитии» // www.akorda.kz
- 4 Постановление Правительства Республики Казахстан от 30 июня 2007 года № 552 «О создании Национального совета по конкурентоспособности и экспорту при Правительстве Республики Казахстан» // www.government.kz
- 5 Постановление Правительства Республики Казахстан от 28 декабря 2007 года № 1332 «О Концепции достижения качественно нового уровня конкурентоспособности

и экспортных возможностей экономики Республики Казахстан на 2008–2015 годы» // www.government.kz

6 World Economic Forum, 2010. The Global Competitiveness Index 2010–2011: Looking beyond the global economic crisis. – The Global Competitiveness Report. 2010–2011.

7 Цеховой А.Ф., Шильдибеков Е.Ж. Индекс глобальной конкурентоспособности в Казахстане: факты и оценки // Вестник КазНТУ. –2012. – Вып. 2 – С.38.

8 Выступление Президента Нурсултана Назарбаева перед студентами Назарбаев Университета //Казахстанская правда. – 2012. – № 427-428.

9 Выступление Президента Республики Казахстан Н. А. Назарбаева на Форуме ученых Казахстана. 01.12.2011 // www.akorda.kz.

10 Послание Президента Республики Казахстан – Лидера нации Н. А. Назарбаева народу Казахстана. 14 декабря 2012 г. Стратегия «Казахстан-2050». Новый политический курс состоявшегося государства. – Астана, 2012. http://akorda.kz/ru/page/page_poslanie-prezidenta-respubliki-kazakhstan-n-nazarbaeva-narodu-kazakhstan-14-dekabrya-2012-g_1355499089

ЮБИЛЕЙНЫЕ ДАТЫ

ШАЙХУТДИНОВ ЕРЕНГАИП МАЛИКОВИЧ

(К 80-летию со дня рождения)



10 мая 2013 г. исполнится 80 лет со дня рождения **Шайхутдинова Еренгаипа Маликовича** – доктора химических наук, профессора, академика Национальной академии наук, Национальной инженерной академии РК и Международной инженерной академии, Заслуженного деятеля науки РК.

Е. М. Шайхутдинов после окончания Московского института тонкой химической технологии им. М. В. Ломоносова работал на Карагандинском заводе синтетического каучука. С 1963 по 1977 г. – старший преподаватель, доцент, заведующий кафедрой, профессор Казахского государственного университета им. С. М. Кирова. С 1978 г. – проректор по учебной работе, с 1992 г. – ректор Казахского политехнического института им. В. И. Ленина. С 2000 г. – советник ректора Казахского национального технического университета им. К. И. Сатпаева. С 2002 г. – профессор Казахского национального университета им. аль-Фараби. С 2003 г. – председатель Алматинского городского совета ветеранов, член Международного союза «Содружество общественных организаций ветеранов независимых государств».

Е. М. Шайхутдинов – организатор образования и науки Казахстана, крупный ученый в области органического синтеза и химии высокомолекулярных соединений. Им создана научная школа в области химии полимеров, разработаны научные основы создания новых функциональных полимеров виниловых эфиров и композиционных материалов и установлены фундаментальные закономерности изменения их свойств с практическим использованием в медицине, сельском хозяйстве, нефтедобывающей промышленности, гидрометаллургии и для решения экологических проблем. Результаты его научной деятельности опубликованы в более 600 научных статьях, 8 монографиях, 6 учебниках, им получено более 100 авторских свидетельств и патентов.

Профессор Е. М. Шайхутдинов – талантливый педагог, умелый организатор учебно-методической и воспитательной работы, инициатор внедрения в процесс обучения новых профессиональных форм и методов. Он внес огромный вклад в подготовку инженерных и научных кадров высшей квалификации. Под его руководством защитились более 50 кандидатов и докторов наук.

Академик Е. М. Шайхутдинов награжден орденами «Күрмет», «Парасат», медалями «За доблестный труд», им. И. Алтынсарина, «10 лет Конституции Казахстана», «10 лет независимости Казахстана». Нагрудными знаками Министерства высшего и среднего специального образования СССР «За отличные успехи в работе», «За заслуги в развитии науки РК», Почетным знаком Международного союза ветеранов, а также Почетными грамотами Президиума Верховного Совета Казахской ССР.

Президиум Национальной инженерной академии поздравляет **Еренгаипа Маликовича Шайхутдинова** с юбилеем, желает крепкого здоровья, благополучия, счастья и дальнейших творческих успехов!

БОЖАНОВ ЕСБЕРГЕН ТОКШИЛЫКОВИЧ

(К 70-летию со дня рождения)

1 мая 2013 г. исполнится 70 лет со дня рождения **Есбергена Токшилыковича Божанова** – доктора физико-математических наук, профессора, академика Национальной инженерной академии Республики Казахстан.

После окончания Казахского государственного университета им. С. М. Кирова с 1965 по 1976 г. работал старшим лаборантом, аспирантом, старшим инженером, младшим научным сотрудником Института математики и механики АН КазССР. В 1976–1990 гг. – старший преподаватель, заведующий кафедрой, декан общетехнического факультета Казахского политехнического института им. В. И. Ленина (КазПТИ) в г. Шевченко. Директор Мангистауского филиала КазПТИ (1990–1993 гг.), ректор Актауского политехнического института (1993–1996 гг.); ректор Актауского университета им. Ш. Е. Есенова (1996–2001 гг.); с 2001 по 2005 г.

– директор Института непрерывного образования Казахской головной архитектурно-строительной академии, с 2005 г. – профессор кафедры математики Казахского национального технического университета им. К. И. Сатпаева.

Е. Т. Божанов – известный ученый в области прикладной математики и механики. Основные направления его научных исследований: теория гибких чисел, тонкостенных конструкций, магистральных труб. Им впервые применена нелинейная теория оболочек в динамической работе магистральных трубопроводов, даны теоретические объяснения и пути расчета изменения пластового давления в зависимости от нефтеотдачи для конкретного месторождения. Его исследования нашли применение при прогнозировании приоритетов развития строительной науки и геомеханики по обеспечению прогноза и управления геомеханическими процессами в массиве горных пород при разработке рудных месторождений. Научно-исследовательские и прикладные работы Е. Т. Божанова широко известны среди специалистов. Он автор свыше 300 публикаций, в том числе 5 монографий, более 40 научно-методических разработок и учебников.

Долгие годы Е. Т. Божанов возглавлял крупные учебные заведения и внес огромный вклад в подготовку инженерно-технических кадров: инженеров-нефтяников, строителей, механиков и автомобилистов. Под его руководством защищены более 10 кандидатских и докторских диссертаций, проведен ряд научных и учебно-методических конференций, посвященных решению проблем Западного Казахстана. Е. Т. Божанов возглавлял Актауский филиал НИИ РК и принимает активное участие в деятельности академии. Он почетный гражданин г. Актау Мангистауской области и Жамбылского района Алматинской области.

За большой вклад в подготовку инженерных кадров Е. Т. Божанову присвоено звание «Заслуженный деятель РК». Он награжден медалями им. Аблайхана, им. аль-Фараби, «Айрықша еңбегі үшін» (КазНТУ, 2012 г.) и им. Ж. С. Ержанова, а также нагрудным знаком «Отличник народного образования КазССР», Почетной грамотой Министерства высшего и среднего специального образования СССР.

Президиум Национальной инженерной академии поздравляет **Божанова Есбергена Токшилыковича** с юбилеем, желает крепкого здоровья, благополучия, счастья и дальнейших творческих успехов!



АЙДАРБАЕВ АЛИК СЕРИКОВИЧ

(К 50-летию со дня рождения)



19 мая 2013 г. исполнится 50 лет со дня рождения **Айдарбаева Алика Сериковича** – кандидата технических наук, почетного профессора Казахского национального технического университета им. К. И. Сатпаева, члена-корреспондента Национальной инженерной академии Республики Казахстан.

А. С. Айдарбаев закончил нефтяной факультет Казахского политехнического института им. В. И. Ленина (ныне Казахский национальный технический университет им. К. И. Сатпаева). После окончания вуза в 1985–1991 гг. работал оператором, мастером цеха добычи нефти и газа, технологом, начальником цеха НГДУ «Жетыбайнефть» производственного объединения «Мангыстаунефть». В 1991–1994 гг. – начальник участка поддержания пластового давления, начальник цеха добычи нефти и газа, заместитель генерального директора, а в 1994–1995 гг. – первый вице-президент ГАО «Южказнефтегаз». В 1995–2009 гг. – генеральный директор компании «Кумколь-ЛУКОЙЛ» – Казахстанско-Российского совместного предприятия, перерегистрированного позднее в АО «Тургай-Петролеум».

В 2009–2011 гг. – управляющий директор АО «КазМунайГаз», в 2012 г. – генеральный директор АО «РД КазМунайГаз». В 2013 г. назначен акимом Мангистауской области.

А. С. Айдарбаев является ярким представителем руководителя крупного производственного предприятия, объединяющего научную и производственную деятельность. Премьер-Министр РК С. Ахметов, представляя А. С. Айдарбаева активу области, отметил, «что перед новым руководством области поставлены важные задачи. А. С. Айдарбаев хорошо знает проблемы региона, имеет большой опыт работы на руководящих должностях». Он выразил уверенность, что новый аким приложит все усилия для улучшения уровня благосостояния граждан, развития экономики региона и реализации задач, поставленных Главой государства в Стратегии «Казахстан-2050».

Научная деятельность А. С. Айдарбаева посвящена изучению физико-химических методов повышения нефтеотдачи пластов, теории и практике разработки месторождения Кумколь. Результатом явилась защита диссертации кандидата технических наук, имеет более 20 научных публикаций, патентов и 1 монографию.

Большое внимание А. С. Айдарбаев уделяет общественной деятельности – член координационного совета и правления Национальной экономической палаты Казахстана «Союз “Атамекен”»; с 2011 г. – председатель совета директоров АО «РД КазМунайГаз». В 1999–2007 гг. – депутат Кызылординского областного маслихата 2-го и 3-го созывов.

За заслуги в развитии нефтегазовой отрасли А. С. Айдарбаев награжден орденами «Курмет», «Парасат»; медалями «10 лет независимости РК», «10 лет Конституции РК»; нагрудным знаком «15 лет казахстанской полиции»; имеет благодарственное письмо Президента РК Н. А. Назарбаева.

Президиум Национальной инженерной академии поздравляет **Алика Сериковича Айдарбаева** с юбилеем, желает крепкого здоровья, благополучия и дальнейших творческих успехов!

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

1. Абдолдина Ф. Н. – к.т.н., доцент кафедры «программное обеспечение систем и сетей» Института информационных и телекоммуникационных технологий Казахского национального технического университета им. К. И. Сатпаева
2. Авдеев Е. А. – аспирант ФГБОУ ВПО «Московский государственный агроинженерный университет им. В. П. Горячкина» (Россия)
3. Альбазаров Б. Ш. – к.ф.-м.н., заместитель директора СКТБ АО «НК “Казақстан Ғарыш Сапары”»
4. Аппазов Н. О. – к.х.н., старший научный сотрудник лаборатории инженерного профиля «физико-химические методы анализа» Кызылординского государственного университета им. Коркыт Ата
5. Ахмедов Д. Ш. – д.т.н., член-корреспондент Национальной инженерной академии РК, директор ДТОО «Институт космической техники и технологий» АО «Национальный центр космических исследований и технологий»
6. Байдаков А. К. – к.э.н., и.о. доцента кафедры «учет и аудит» Казахского агротехнического университета им. С. Сейфуллина
7. Байтуреев А. М. – к.т.н., доктор PhD, профессор кафедры «стандартизация и сертификация технологических процессов» Таразского государственного университета им. М. Т. Дулати
8. Баталов Ю. В. – д.э.н., профессор, член-корреспондент Национальной инженерной академии РК, заведующий кафедрой экономической теории и рынка Восточно-Казахстанского государственного технического университета им. Д. Серикбаева
9. Бейсахметов Д. А. – инженер II категории лаборатории благородных металлов АО «Центр наук о Земле, металлургии и обогащения» АО «ННТХ “Парасат”»

10. Бекмагамбетов М. М. – д.т.н., академик Международной инженерной академии и Национальной инженерной академии РК, президент ТОО «Научно-исследовательский институт транспорта и коммуникаций»
11. Беленко М. П. – к.ист.н., доцент кафедры коммуникационного менеджмента Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ (Россия)
12. Бисенов М. К. – аспирант ФГБОУ ВПО «Московский государственный агроинженерный университет им. В. П. Горячкина» (Россия)
13. Битимбаев И. Т. – магистрант кафедры «информационные системы» Восточно-Казахстанского государственного технического университета им. Д. Серикбаева
14. Бопеев Т. М. – научный сотрудник лаборатории имитационного моделирования космических систем ДТОО «Институт космической техники и технологий» АО «Национальный центр космических исследований и технологий»
15. Глаудинов Б. – доктор архитектуры, профессор КазГАСА Международной образовательной корпорации, член-корреспондент Национальной инженерной академии РК
16. Гусев Б. В. – д.т.н., профессор, член-корреспондент Российской академии наук, лауреат Государственных премий СССР и РФ, президент Международной инженерной академии (Россия)
17. Денисова Н. Ф. – к.ф.-м.н., заведующая кафедрой «информационные системы» Восточно-Казахстанского государственного технического университета им. Д. Серикбаева
18. Дидманидзе О. Н. – д.т.н., профессор ФГБОУ ВПО «Московский государственный агроинженерный университет им. В. П. Горячкина» (Россия), член-корреспондент РАСХН
19. Елубаев С. А. – заведующий лабораторией имитационного моделирования космических систем ДТОО «Институт космической техники и технологий» АО «Национальный центр космических исследований и технологий»

-
20. Жумагулов Б. Т. – д.т.н., профессор, академик Национальной академии наук и Национальной инженерной академии РК, Международной инженерной академии, лауреат Государственной премии РК в области науки, техники и образования, Заслуженный деятель науки РК, министр образования и науки РК, президент Национальной инженерной академии Республики Казахстан, главный редактор журнала «Вестник НИИ РК»
21. Жунусов Т. Т. – д.т.н., профессор, академик Национальной инженерной академии Республики Казахстан, вице-президент НИИ РК
22. Зелепухин В. Д. – к.б.н., доцент, старший научный сотрудник лаборатории агроэкологии Казахского научно-исследовательского института плодоводства и виноградарства
23. Королев А. А. – д.т.н., профессор кафедры «технология машиностроения» Саратовского государственного технического университета им. Ю. А. Гагарина (Россия)
24. Королев А. В. – д.т.н., профессор, член-корреспондент Российской инженерной академии, заведующий кафедрой «технология машиностроения» Саратовского государственного технического университета им. Ю. А. Гагарина (Россия)
25. Курманов Н. А. – доктор PhD, и.о. доцента кафедры «менеджмент» Евразийского национального университета им. Л. Н. Гумилева
26. Мартынов Н. И. – д.ф.-м.н., главный научный сотрудник Института механики и машиноведения им. У. А. Джолдасбекова МОН РК
27. Махмутов Б. Б. – к.х.н., старший преподаватель кафедры «физика и методики преподавания физики» Кызылординского государственного университета им. Коркыт Ата
28. Медиева Г. А. – д.э.н., член-корреспондент Национальной инженерной академии Республики Казахстан, главный ученый секретарь Президиума НИИ РК

29. Митягин Г. Е. – к.т.н., доцент, ФГБОУ ВПО «Московский государственный агроинженерный университет им. В. П. Горячкина» (Россия)
30. Мукушева А. С. – к.т.н., ведущий научный сотрудник лаборатории благородных металлов АО «Центр наук о Земле, металлургии и обогащения» АО «ННТХ “Парасат”»
31. Мун Г. А. – д.х.н., академик Национальной инженерной академии Республики Казахстан, профессор кафедры химии и технологии органических веществ, природных соединений и полимеров Казахского национального университета им. аль-Фараби
32. Муратов Д. М. – ведущий инженер-программист лаборатории имитационного моделирования космических систем ДТОО «Институт космической техники и технологий» АО «Национальный центр космических исследований и технологий»
33. Мурзакулов Г. Т. – к.т.н., президент АО «НК “Казакстан Ғарыш Сапары”»
34. Мурушкин С. А. – к.т.н., директор СКТБ АО «НК “Казакстан Ғарыш Сапары”»
35. Надиров Н. К. – д.х.н., профессор, академик Национальной академии наук и Национальной инженерной академии РК, Международной инженерной академии, лауреат Государственной премии КазССР, Заслуженный деятель науки КазССР, первый вице-президент Национальной инженерной академии РК, генеральный директор НИЦ «Нефть»
36. Нарманова Р. А. – к.т.н., доцент, руководитель лаборатории инженерного профиля «физико-химические методы анализа» Кызылординского государственного университета им. Коркыт Ата
37. Нургужин М. Р. – д.т.н., профессор, первый вице-президент АО «НК “Казакстан Ғарыш Сапары”»
38. Пак И. Т. – д.т.н., профессор, главный научный сотрудник лаборатории «компьютерное моделирование» Института проблем информатики и управления МОН РК

-
39. Пивоваров Л. П. – к.с.-х.н., академик Международной академии экологии
40. Поветкин Р. Д. – инженер-программист лаборатории имитационного моделирования космических систем ДТОО «Институт космической техники и технологий» АО «Национальный центр космических исследований и технологий»
41. Рамазанова М. А. – д.ф.-м.н., доцент Института механики и машиноведения им. У. А. Джолдасбекова МОН РК
42. Рахметуллина С. Ж. – к.т.н., заведующая кафедрой «математическое и компьютерное моделирование» Восточно-Казахстанского государственного технического университета им. Д. Серикбаева
43. Сулейменов И. Э. – д.т.н., член-корреспондент Национальной инженерной академии Республики Казахстан, профессор кафедры «автоматическая электросвязь» Алматинского университета энергетики и связи
44. Суркова Т. Ю. – к.т.н., и.о. заведующей лабораторией благородных металлов АО «Центр наук о Земле, металлургии и обогащения» АО «ННТХ “Парасат”»
45. Темирбеков Н. М. – д.ф.-м.н., профессор, академик Национальной инженерной академии РК, ректор Восточно-Казахстанского государственного технического университета им. Д. Серикбаева
46. Тен В. В. – к.ф.-м.н., заместитель директора СКТБ АО «НК “Казакстан Ғарыш Сапары”»
47. Турганбаев Е. М. – к.ф.-м.н., доцент кафедры «информационные системы» Восточно-Казахстанского государственного технического университета им. Д. Серикбаева
48. Тюрин А. Н. – д.т.н., доцент, заведующий кафедрой «технология машиностроения» Западно-Казахстанского аграрно-технического университета им. Жангир хана
49. Файвусович А. С. – д.т.н., профессор Луганского национального аграрного университета (Украина)

50. Чарибаева С. – преподаватель кафедры «эксплуатация электрооборудования» Казахского национального аграрного университета
51. Чупрасов А. А. – инженер, магистрант Института механики и машиноведения им. У. А. Джолдасбекова МОН РК
52. Шильдибеков Е. Ж. – докторант Казахского национального технического университета им. К. И. Сатпаева
53. Шпенст Е. В. – руководитель отдела ТОО «Научно-исследовательский институт транспорта и коммуникаций»
54. Ю В. К. – д.х.н., профессор, главный научный сотрудник лаборатории синтетических и природных лекарственных веществ АО «Институт химических наук им. А. Б. Бектурова»
55. Юлусов С. Б. – младший научный сотрудник лаборатории благородных металлов АО «Центр наук о Земле, металлургии и обогащения» АО «ННТХ “Парасат”»
56. Юничева Н. Р. – к.т.н., доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории «интеллектуальные системы управления и сети» РГП «Институт проблем информатики и управления» МОН РК

СОДЕРЖАНИЕ

КЛЮЧЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ИНЖЕНЕРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Заседание президиума Национальной инженерной академии РК 5

Жумагулов Б. Т. Детально осмыслить и начинать работу 7

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА

Жумагулов Б. Т., Темирбеков Н. М., Рахметуллина С. Ж., Турганбаев Е. М., Денисова Н. Ф., Битимбаев И. Т. Информационная система экологического мониторинга и применение вариационных алгоритмов 10

Пак И. Т., Сулейменов И. Э. Влияние коммуникационной структуры общества на динамику внедрения инноваций 18

Ахмедов Д. Ш., Елубаев С. А., Поветкин Р. Д. Оценка производительности экспериментального образца кластерной гибридной вычислительной системы на базе GPU-процессоров 24

Абдолдина Ф.Н., Муратов Д.М., Бопеев Т.М. Разработка персональных и кластерных гибридных вычислительных систем для высокопроизводительных вычислений 30

ХИМИЯ

Аппазов Н. О., Нарманова Р. А., Махмутов Б. Б., Ю В. К. Полифенольные соединения в экстракте верблюжьей колючки *Alhagi pseudoalhagi* 36

Пивоваров Л. П., Зеленухин В. Д., Надиров Н. К. Тонкая структура воды и методы ее индикации (термические аспекты структурирования воды) 43

НОВОСТИ НАУКИ И ТЕХНИКИ 53

МЕХАНИКА

Байтуреев А. М., Медиева Г. А., Жунусов Т. Т. Пути повышения надежности и эффективности сушильных барабанов при эксплуатации на предприятиях хлопковой промышленности 57

Королев А. В., Королев А. А., Тюрин А. Н. Моделирование стохастического процесса разрушения хрупких тел 64

Мартынов Н. И., Рамазанова М. А., Чупрасов А. А. Свободные нелинейные колебания сейсмического крутильного маятника, близкие к линейно поляризованным 72

ФИЗИКА

Мурзакулов Г. Т., Нургужин М. Р., Альбазаров Б. Ш., Тен В. В., Мурушкин С. А. Определение требований к качеству изображения современных космических аппаратов дистанционного зондирования Земли с оптико-электронной полезной нагрузкой 81

Юничева Н. Р., Чарибаева С. Двухзонное регулирование электроприводом постоянного тока 87

МЕТАЛЛУРГИЯ

<i>Суркова Т. Ю., Юлусов С. Б., Мукушева А. С., Бейсахметов Д. А.</i> Извлечение ценных компонентов из некондиционных урановых руд	94
--	----

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ	100
---------------------------	-----

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

<i>Гусев Б. В., Файвусович А. С.</i> Определяющие уравнения процессов выщелачивания бетона	104
--	-----

ТРАНСПОРТ

<i>Бекмагамбетов М. М., Шпенст Е. В.</i> Транспортная логистика: проблемы и перспективы	109
---	-----

<i>Беленко М. П., Сулейменов И. Э., Мун Г. А.</i> Техничко-экономические аспекты повышения геополитической связности стран Таможенного союза	113
--	-----

АРХИТЕКТУРА

<i>Глаудинов Б.</i> Основные аспекты архитектурно-градостроительной модернизации городской среды в условиях крупного города	117
---	-----

ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ

<i>Баталов Ю. В.</i> Современные подходы к подготовке вузами инженерных кадров в условиях развития индустриально-инновационной экономики	122
--	-----

<i>Дидманидзе О. Н., Митягин Г. Е., Бисенов М. К., Авдеев Е. А.</i> Подходы к оптимизации общего объема приема техники на утилизацию и радиуса обслуживания приемным пунктом	127
--	-----

<i>Курманов Н. А., Байдақов А. Қ.</i> Ауылшаруашылығында тәуекелді бағалаудың әдістері және оны басқарудың қағидалары	133
---	-----

<i>Шильдибеков Е. Ж.</i> Развитие инноваций как фактор повышения конкурентоспособности Казахстана	138
---	-----

ЮБИЛЕЙНЫЕ ДАТЫ

<i>Шайхутдинов Еренгаип Маликович (К 80-летию со дня рождения)</i>	144
--	-----

<i>Божанов Есберген Токшилыкович (К 70-летию со дня рождения)</i>	145
---	-----

<i>Айдарбаев Алик Серикович (К 50-летию со дня рождения)</i>	146
--	-----

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ	147
----------------------------------	-----

CONTENTS

THE KEY PROBLEMS OF THE DEVELOPMENT OF SCIENCE AND ENGINEERING ACTIVITY

Presidium of National Engineering Academy of the Republic of Kazakhstan 5

Zhumagulov B.T. To interpret in detail and begin to work 7

INFORMATION TECHNOLOGIES AND APPLIED MATHEMATICS

Zhumagulov B.T., Temirbekov N.M., Rakhmetullina S.Zh., Turganbayev Ye.M., Denisova N.F., Bitimbayev I.T. Information system of ecological monitoring and variation algorithms using 10

Pak I.T., Suleimenov I.E. Influence of communication structure of society on dynamic of innovations introduction 18

Akhmedov D. Sh., Yelubayev S. A., Povetkin R. D. Evaluation of productivity of experimental sample of cluster hybrid computing system based on GPU-processor 24

Abdoldina F. N., Muratov D. M., Bopeyev T. M. Development of personal and cluster hybrid computing systems for high-performance calculations 30

CHEMISTRY

Appazov N.O., Narmanova R.A., Makhmutov B.B., Yu V.K. Polyphenol compounds in extract of camel's-thorn *Alhagi pseudoalhagi* 36

Pivovarov L.P., Zelepukhin V.D., Nadirov N.K. Thin structure of water and methods of its indication 43

NEWS OF SCIENCE AND TECHNOLOGY 53

MECHANICS

Baitureyev A.M., Mediyeva G.A., Zhunusov T.T. Ways of reliability and efficiency increasing of drying drum exploiting at enterprises of cotton industry 57

Korolyov A.V., Korolyov A.A., Tyurin A.N. Simulation of stochastic process of brittle solids destruction 64

Martynov N.I., Ramazanova M.A., Chuprasov A.A. Free non-linear oscillations of seismic torsion pendulum close to linear polarized 72

PHYSICS

Murzakulov G.T., Nurguzhin M.R., Albazarov B.Sh., Ten V.V., Murushkin S.A. Requirements evaluation to quality of image of modern space vehicles for remote sensing of the Earth with optoelectronic payload 81

Yunicheva N.R., Charibayeva S. Two-zone regulation of direct current electric drive 87

METALLURGY

Surkova T.Yu., Yulusov S.B., Mukusheva A.S., Beisakhmetov D.A. Useful components extraction from non-condition uranium ores 94

DO YOU KNOW	100
MATERIALS TECHNOLOGY	
<i>Gusev B.V., Faivusovich A.S.</i> Defining equations of concrete leaching process	104
TRANSPORT	
<i>Bekmagambetov M.M., Shpenst Ye.V.</i> Transport logistics: problems and prospects	109
<i>Belenko M.P., Suleymenov I. E., Mun G. A.</i> Technical and economic aspects of increasing geopolitical coherence of the Customs Union	113
ARCHITECTURE	
<i>Glaudinov B.</i> The main aspects of architectural-town-planning modernization of urban milieu in conditions of a large city	117
ECONOMICS AND MANAGEMENT	
<i>Batalov Yu.V.</i> Modern approaches to professional training of engineers by high schools in conditions of development of industrial-innovation economy	122
<i>Didmanidze O.N., Mityagin G.Ye., Bisenov M.K., Avdeyev Ye.A.</i> Approaches to optimization of total volume receiving of equipment for utilization and service radius of place of acceptance	127
<i>Kurmanov N.A., Baidakov A.K.</i> Methods of risk estimation and risk management in agriculture	133
<i>Shildibekov Ye.Zh.</i> Investments development as factor of increasing of Kazakhstan's competitiveness	138
JUBILEE DATE	
<i>Shaikhutdinov Yerengaip Malikovich</i> (To 80-th birthday)	144
<i>Bozhanov Yesbergen Tokshilykovich</i> (To 70-th birthday)	145
<i>Aidarbayev Alik Serikovich</i> (To 50-th birthday)	146
THE INFORMATION ABOUT AUTHORS	147

Редактор *Т.Н. Кривобокова*
Верстка на компьютере *Е.В. Огурцовой*

Адрес редакции:
Национальная инженерная академия РК
050010, г. Алматы, ул. Богенбай батыра, 80
Тел. 8(327)-2915290

Подписано в печать 20.02.2013 г.
Гарнитура Таймс. Формат 70x100 ¹/₁₆.
Уч.-изд. л. 10,8. Тираж 1000 экз.

Отпечатано в типографии ТОО «Luxe Media Group»