



Қазақстан Республикасы
Ұлттық инженерлік академиясының

ХАБАРШЫСЫ

ВЕСТНИК

Национальной инженерной академии
Республики Казахстан

№ 1 (51)

Алматы
2014

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

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР
академик Б. Т. ЖУМАГУЛОВ

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Н. К. Надиров – академик, заместитель главного редактора; **Н. С. Шарипова** – член-корреспондент, ответственный секретарь; академик **Ж. М. Адилов**, академик **А. Ч. Джомартов**, академик **Р. А. Алшанов**, академик **М. Ж. Битимбаев**, академик **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**, academician; **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 Tadzhhikistan); **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

ПОСЛАНИЕ
ГЛАВЫ ГОСУДАРСТВА НУРСУЛТАНА НАЗАРБАЕВА
НАРОДУ КАЗАХСТАНА «КАЗАХСТАНСКИЙ ПУТЬ-2050:
ЕДИНАЯ ЦЕЛЬ, ЕДИНЫЕ ИНТЕРЕСЫ, ЕДИНОЕ БУДУЩЕЕ»



Қымбатты қазақстандықтар!

Құрметті депутаттар!

Бір жыл бұрын мен еліміздің 2050 жылға дейінгі дамуының жаңа саяси бағдарын жария еттім. Басты мақсат – Қазақстанның ең дамыған 30 мемлекеттің қатарына қосылуы. Ол – «Мәңгілік Қазақстан» жобасы, ел тарихындағы біз аяқ басатын жаңа дәуірдің кемел келбеті.

Қазақ елі өткен 22 жылда қыруар іс тындырды. Біз үлгілі дамудың өзіндік моделін қалыптастырдық. Әрбір отандасымыздың жүрегіне өз еліне деген шексіз мақтаныш сезімін орнықтырдық. Қазақстандықтар ертеңіне, елінің болашағына сеніммен қарайды. Халықтың 97 проценті әлеуметтік ахуалдың тұрақтылығын және оның жыл өткен сайын жақсара түскенін айтады.

Бүгінде Отанымыздың жетістіктері – әрбір азаматтың ұлттық мақтанышы. Күшті, қуатты мемлекеттер ғана ұзақмерзімдік жоспарлаумен, тұрақты экономикалық өсумен айналысады. «Қазақстан - 2050» стратегиясы – барлық саланы қамтитын және үздіксіз өсуді қамтамасыз ететін жаңғыру жолы. Ол – елдігіміз бен бірлігіміз, ерлігіміз бен еңбегіміз сыналатын, сынала жүріп шындалатын үлкен емтихан. Стратегияны мүлтіксіз орындап, емтиханнан мүдірмей өту – ортақ парыз, абыройлы міндет!

Уважаемые соотечественники!

Казахстан XXI века – страна, созданная с «нуля» всего за два десятилетия талантливым, трудолюбивым, толерантным народом! Это наше общее детище, которым мы гордимся! Это наше великое творение, которое мы беззаветно любим!

Мы приняли Стратегию-2050, чтобы казахстанцы крепко держали в своих руках штурвал будущего страны. Сегодня по долгосрочным планам работают многие успешные страны – Китай, Малайзия, Турция. Стратегическое планирование в XXI веке является правилом номер один. Ибо никакой ветер не будет попутным, если страна не знает маршрута и гавани прибытия. Стратегия-2050, как путеводный маяк, позволяет нам решать вопросы ежедневной жизни людей, не теряя из виду нашей главной цели. Это означает, что мы ежегодно, а не через 30–50 лет, будем улучшать жизнь людей.



Стратегия – это программа конкретных практических дел, которые день за днем, из года в год будут делать лучше страну и жизнь казахстанцев. Но каждый должен понимать и знать, что в рыночных условиях не надо ждать манны небесной, а эффек-

тивно трудиться. Задача государства – создавать для этого все условия. Я убежден, что достойное Будущее нашей Родины среди передовых стран мира – это именно то, что навеки объединит всех казахстанцев.

Сегодня я хочу представить наш план вхождения в число 30 развитых стран мира. По моему поручению Правительство разработало проект подробной Концепции. Я в целом одобрил этот документ, который после доработки с учетом моих поручений в данном Послании будет окончательно утвержден. По многим прогнозам, предстоящие 15–17 лет станут «окном возможностей» для масштабного прорыва Казахстана. В этот период для нас сохранятся благоприятная внешняя среда, рост потребности в ресурсах, энергии и продовольствии, вызревание Третьей индустриальной революции. Мы должны использовать это время.



К цели 2050 года мы будем двигаться в непростой глобальной конкуренции. Предстоящие десятилетия таят немало вызовов, о которых мы уже знаем, и много непредвиденных ситуаций, новые кризисы на глобальных рынках и в мировой политике. «Легкой прогулки» по XXI веку не будет. Середина века уже близко. Развитые страны мира примеряют к ней свои конкретные стратегии. Вторая треть XXI века будет однозначно сложнее, а число претендентов в глобальный список Топ-30 – весьма ограниченным. Я не раз говорил о том, что понятие «развитая страна» – изменчивая во времени категория. В развитых странах появляются радикально новые качества жизни народа.

Сейчас фундаментальные показатели развитости демонстрируют государства – участники Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР). В нее входят 34 страны, производящие более 60 процентов мирового ВВП. Кандидатами на вступление в ОЭСР являются еще 6 стран – Бразилия, Китай, Индия, Индонезия,

Россия и ЮАР. Все страны-участницы прошли путь глубокой модернизации, имеют высокие показатели инвестиций, научных разработок, производительности труда, развития бизнеса, стандартов жизни населения. Индикаторы стран ОЭСР с учетом их будущей долгосрочной динамики – это и есть базовые ориентиры нашего пути в число 30 развитых государств планеты.

Я ставлю задачу о внедрении в Казахстане ряда принципов и стандартов ОЭСР. Они отражены в проекте Концепции. В экономике планируется достигнуть ежегодного роста ВВП не ниже 4 процентов. Надо обеспечить увеличение объема инвестиций с нынешних 18 процентов до 30 процентов от всего объема ВВП. Внедрение наукоемкой модели экономики преследует цель увеличить до 70 процентов долю несырьевой продукции в казахстанском экспортном потенциале.

Создание новых высокотехнологических отраслей экономики потребует роста финансирования науки до уровня не ниже 3 процентов от ВВП. Важно в 2 раза снизить энергоемкость валового внутреннего продукта. К 2050 году малый и средний бизнес будет производить не менее 50 процентов объема ВВП Казахстана, вместо нынешних 20 процентов. Производительность труда надо увеличить в 5 раз – с нынешних 24,5 тысячи до 126 тысяч долларов.

Главные ориентиры развития социальной сферы до 2050 года заключены в конкретных индикативных цифрах. Нам надо в 4,5 раза увеличить показатель объема ВВП на душу населения – с 13 тысяч долларов до 60 тысяч долларов. Казахстан станет страной с преобладающей долей среднего класса. Следуя глобальной тенденции урбанизации, доля городских жителей вырастет с нынешних 55 до порядка 70 процентов всего населения. Города и населенные пункты свяжут качественные дороги и скоростные маршруты всех видов транспорта.



Утверждение здорового образа жизни и развитие медицины позволят увеличить продолжительность жизни казахстанцев до 80 лет и выше. Казахстан станет одним из ведущих евразийских центров медицинского туризма. Завершится формирование передовой национальной образовательной системы. Казахстан должен стать одной из самых безопасных и комфортных для проживания людей стран мира. Мир и стабильность, справедливое правосудие и эффективный правопорядок – это основа развитой страны.

Уважаемые соотечественники!

В Концепции вхождения Казахстана в число 30 самых развитых стран мира обозначены долгосрочные приоритеты предстоящей работы. Нам надо решить ряд задач по следующим приоритетным направлениям.

Первое. Важно скорректировать и усилить тренд инновационной индустриализации. Я дал ряд поручений Правительству по разработке проекта Второй пятилетки форсированного индустриально-инновационного развития на 2016–2019 годы. Нужно ограничить число приоритетов индустриализации.

Нам важно повысить эффективность традиционных добывающих секторов. Они – наше естественное конкурентное преимущество. Нам нужны новые подходы к управлению, добыче и переработке углеводородов при сохранении экспортного потенциала нефтегазового сектора. Надо окончательно определиться по возможным сценариям добычи нефти и газа. Важно наращивать разработку редкоземельных металлов, учитывая их значимость для наукоемких отраслей – электроники, лазерной техники, коммуникационного и медицинского оборудования.

Казахстан должен выйти на мировой рынок в области геологоразведки. В эту отрасль следует привлекать инвестиции зарубежных инжиниринговых компаний, упростив законодательство. В целом по традиционным отраслям мы должны иметь отдельные Планы их развития. Конкретным результатом каждой пятилетки должно быть создание новых отраслей экономики. В рамках первой пятилетки созданы автомобиль- и авиастроение, производство тепловозов, пассажирских и грузовых вагонов. Их надо расширять, выводить на внешние рынки.

Итак, оставшиеся до 2050 годы делятся на семь пятилеток, каждая из которых решает вопрос достижения единой цели – войти в число 30 развитых стран.

В рамках второй и следующих пятилеток следует основать отрасли мобильных и мультимедийных, нано- и космических технологий, робототехники, генной инженерии, поиска и открытия энергии будущего. Ключевым звеном работы государства будет создание максимально благоприятных условий для развития казахстанского бизнеса, главным образом малого и среднего. В ближайшие 10–15 лет надо создать наукоемкий экономический базис, без которого мы не встанем в один ряд с развитыми странами мира. Это решается на базе развитой науки.

Второе. Важно обеспечить перевод на инновационные рельсы агропромышленного комплекса. Это наша традиционная отрасль. Глобальная потребность в продоволь-

ствии будет возрастать. В этот сектор пойдет больше инвестиций. Поэтому нынешние фермеры должны заботиться о росте производства, а не довольствоваться краткими достижениями, связанными с погодными условиями. Конкуренция в глобальном агропроизводстве будет возрастать. На земле должны работать прежде всего те, кто внедряет новые технологии и непрерывно повышает производительность, работает на основе лучших мировых стандартов.

В первую очередь важно создать эффективный земельный рынок, в том числе через прозрачные механизмы ценообразования. Передача в аренду сельхозугодий только с учетом привлечения инвестиций и внедрения передовых технологий повысит конкуренцию. Следует устранить все барьеры, препятствующие развитию бизнеса в сельском хозяйстве, процессу кооперации фермерства, эффективному землепользованию.

Будущее – за созданием сети новых перерабатывающих предприятий в аграрном секторе, главным образом в форме малого и среднего бизнеса. Здесь мы должны поддерживать бизнес кредитами. Фермеры должны иметь прямой доступ к долгосрочному финансированию и рынкам сбыта без посредников. Актуальным вопросом является создание эффективной системы гарантирования и страхования займов сельских производителей. Казахстан должен стать одним из крупных региональных экспортеров мясной, молочной и других продуктов земледелия. В растениеводстве надо идти по пути сокращения объемов выращивания малорентабельных водоемких культур и замены их овощной, масляничной и кормовой продукцией. Нужен комплекс мер по эффективному потреблению агрохимикатов, расширению применения в засушливых регионах современных технологий нулевой обработки почв и других инноваций.

Согласно принятой Концепции по переходу к «зеленой» экономике к 2030 году 15 процентов посевных площадей будут переведены на водосберегающие технологии. Нам необходимо развивать аграрную науку, создавать экспериментальные аграрно-инновационные кластеры. Важно не отставать от времени и наряду с производством естественного продовольствия вести разработку засухоустойчивых генномодифицированных культур. С учетом обозначенных задач поручаю Правительству скорректировать планирование развития агропромышленного комплекса.

Третье. Создание наукоемкой экономики – это прежде всего повышение потенциала казахстанской науки. По данному направлению следует совершенствовать законодательство по венчурному финансированию, защите интеллектуальной собственности, поддержке исследований и инноваций, а также коммерциализации научных разработок. Поручаю Правительству до 1 сентября текущего года разработать и внести на рассмотрение в Парламент пакет соответствующих законопроектов. Необходимо конкретный план поэтапного увеличения финансирования науки за конкретные разработки и открытия, работающие на страну, и доведения его до показателей развитых стран.

Привлечение зарубежных инвестиций надо всецело использовать для трансферта в нашу страну знаний и новых технологий. Необходимо создавать совместно с иностранными компаниями проектные и инжиниринговые центры. Нам следует призвать ведущие транснациональные компании, которые работают на крупнейших нефтегазовых и горно-металлургических объектах, чтобы они создавали здесь производства для обеспечения собственных нужд и сервиса. Я знаю, что некоторые крупные ком-

пании готовы это делать. Правительству следует проработать данный вопрос и при необходимости создать для этого все условия. Не надо завозить оборудование из-за рубежа, когда его можно производить у нас в стране.

Важно повышать эффективность национальной инновационной системы, ее базовых институтов. Их активность следует направить на поддержку стартапов и начальных стадий венчурных сделок. Надо активизировать работу технологических парков, особенно в крупных городских агломерациях, прежде всего в Астане и Алматы. Первый интеллектуально-инновационный кластер уже успешно работает в Астане на базе Назарбаев Университета. В Алматы – это Парк информационных технологий «Алатау». Важно продумать меры стимулирования процесса размещения в технопарках дополнительных производств крупных казахстанских компаний.

Четвертое. Надо обеспечить динамичное развитие инфраструктурной триады – агломераций, транспорта, энергетики. Агломерации – это каркас наукоемкой экономики Казахстана. Их создание и развитие – важный вопрос с учетом огромной территории страны и низкой плотности населения. Первыми современными урбанистическими центрами Казахстана станут крупнейшие города – Астана и Алматы, далее – Шымкент и Актобе. Они должны стать также центрами науки и притяжения инвестиций и населения, предоставлять качественные образовательные, медицинские, социокультурные услуги.

Транспортная инфраструктура – это кровеносная система нашей индустриальной экономики и общества. Я много раз говорил о том, что развитой страны без качественных современных магистралей не бывает. Кроме того, для Казахстана пути сообщения имеют важное значение в плане его расположения между Европой и Азией, Севером и Югом. Для создания сети дорог внутри страны мы начали строить автострасы Астана – Караганда – Алматы, Астана – Павлодар – Усть-Каменогорск, Алматы – Капчагай – Усть-Каменогорск. По этим же маршрутам уже ходят поезда с удвоенной скоростью.

Необходимо развивать сектор логистических услуг. Прежде всего речь идет о максимальном использовании территории Таможенного союза для транспортировки наших грузов. Близится к завершению строительство коридора Западная Европа – Западный Китай, построена железная дорога в Туркменистан и Иран, с выходом на Персидский залив. В перспективе Казахстан должен инвестировать в создание логистических центров в странах, имеющих выход к морю. Нужно сокращать сроки таможенной обработки грузов, повышать пропускную способность пограничных переходов, усилить мощность порта Актау, упростить процедуры экспортно-импортных операций.

Мы строим новую железную дорогу протяженностью 1 200 километров Жезказган – Шалкар – Бейнеу. Она свяжет напрямую Восток и Запад страны, оживляя множество районов центра. Эта грандиозная стройка будет завершена в 2015 году. Эта магистраль позволит через Каспий и Кавказ выходить в Европу. А на востоке – в порт Ляньюньган на Тихом океане, о чем есть соглашение с КНР.

Энергетику мы будем развивать в ее традиционных видах. Необходимо поддерживать поиски и открытия по очистке выбросов ТЭС, повсеместной экономии электроэнергии на основе новейших технологий в производстве и в быту. Недавно первая десятка крупнейших компаний Евросоюза публично выступила против энергостра-

тегии ЕС, принятой по известной концепции «зеленой» экономики. За четыре года ее выполнения ЕС потерял 51 гигаваат энерго мощностей. Работая над программой «зеленой» экономики, нам надо учесть эти ошибки.

Подготовку к Всемирной выставке «ЭКСПО-2017» в Астане надо использовать для создания центра изучения и внедрения лучшего мирового опыта по поиску и созданию энергии будущего и «зеленой» экономики. Группа специалистов под эгидой Назарбаев Университета должна приступить к этой работе. Нам надо создавать условия для перевода общественного транспорта на экологически чистые виды топлива, внедрять электромобили и создавать для них соответствующую инфраструктуру. Страна нуждается в больших объемах производства бензина, дизельного топлива, авиационного керосина. Надо строить новый нефтеперерабатывающий завод.

В то же время нельзя забывать о перспективах развития ядерной энергетики. Потребность в дешевой атомной энергии в обозримой перспективе развития мира будет только расти. Казахстан – мировой лидер в добыче урана. Мы должны развивать собственное производство топлива для АЭС и строить атомные станции.

Пятое. Развитие малого и среднего бизнеса – вот главный инструмент индустриальной и социальной модернизации Казахстана в XXI веке. В этом моя позиция, как известно, однозначна, и я ее много раз высказывал. Чем больше доля малого и среднего бизнеса в нашей экономике – тем более устойчивым будет развитие Казахстана. У нас действует более 800 тысяч субъектов малого и среднего бизнеса, в них работает 2,4 миллиона казахстанцев. Объем продукции этого сектора вырос за четыре года в 1,6 раза и составляет более 8,3 миллиарда тенге.

Согласно глобальному рейтингу Казахстан входит в группу стран с самыми благоприятными условиями для ведения бизнеса, и эту тенденцию мы должны наращивать. Малый и средний бизнес – это прочная экономическая основа нашего Общества Всеобщего Труда. Для его развития нужны комплексные решения по законодательному укреплению института частной собственности. Надо отменить все инертные правовые нормы, мешающие развитию бизнеса. Малый бизнес должен стать семейной традицией, передаваемой из поколения в поколение.

Важно принять меры по развитию специализации малого бизнеса, с перспективой его перехода в разряд среднего. Следует внедрить четкий механизм банкротства субъектов этого сектора. Малый и средний бизнес должен развиваться вокруг новых инновационных предприятий. Я поручил Правительству совместить план второй пятилетки индустриализации с Дорожной картой «Бизнес-2020». Правительству совместно с Национальной палатой предпринимателей надо создать эффективные механизмы методической помощи начинающим бизнесменам.

Шестое. Наш путь в будущее связан с созданием новых возможностей для раскрытия потенциала казахстанцев. Развитая страна в XXI веке – это активные, образованные и здоровые граждане. Что нам нужно сделать для этого?

Во-первых, все развитые страны имеют уникальные качественные образовательные системы. Нам предстоит большая работа по улучшению качества всех звеньев национального образования. К 2020 году планируется обеспечить 100-процентный охват казахстанских детей от 3 до 6 лет дошкольным образованием. Поэтому важно дать им современные программы и методики обучения, квалифицированные кадры.

В среднем образовании надо подтягивать общеобразовательные школы к уровню преподавания в Назарбаев Интеллектуальных школах. Выпускники школ должны знать казахский, русский и английский языки. Результатом обучения школьников должно стать овладение ими навыками критического мышления, самостоятельного поиска и глубокого анализа информации.

В течение ближайших 3 лет, до 2017 года, нужно устранить проблему нехватки учебных мест и перевести все школы страны на двухсменное обучение там, где это необходимо. Правительству и акимам следует предусмотреть выделение бюджетных средств на решение этой задачи. В ближайшие 2–3 года надо сформировать ядро национальной системы дуального технического и профессионального образования. В перспективе надо предусмотреть переход на гарантирование государством получения молодыми людьми технического образования. Поручаю Правительству до 1 июня 2014 года внести конкретные предложения по данному вопросу.

Необходимо планомерно приступать к постепенному переходу ведущих университетов к академической и управленческой автономии. Считаю необходимым создать эффективную систему поддержки студентов и учащихся с высокой успеваемостью. Поручаю Правительству обеспечить повышение с 1 января 2016 года размера стипендий на 25 процентов.

Во-вторых, в здравоохранении главный приоритет – развитие первичной медико-санитарной помощи. Следует изучить вопрос о введении обязательного медицинского страхования. Солидарная ответственность государства, работодателя и работника за его здоровье – главный принцип всей системы медицинского обслуживания. Занятие спортом, правильное питание, регулярные профилактические осмотры – это основа предупреждения заболеваний.

В-третьих, следует дать новые импульсы развитию всеказахстанской культуры. Следует разработать долгосрочную Концепцию культурной политики. В ней надо обозначить меры, направленные на формирование конкурентоспособной культурной ментальности казахстанцев, развитие современных культурных кластеров.

Қазақ тілі бүгінде ғылым мен білімнің, интернеттің тіліне айналды. Қазақ тілінде білім алатындардың саны жыл өткен сайын көбейіп келеді. Еліміз бойынша мемлекеттік тілді оқытатын 57 орталық жұмыс істейді. Одан мыңдаған азаматтар қазақ тілін үйреніп шықты, әлі де үйренуде. Былтырғыға карағанда биыл қазақ тілін білемін деген өзге ұлт өкілдерінің саны 10 процентке өскен. Бұл да біраз жайттан хабар береді. Тек соңғы 3 жылда мемлекеттік тілді дамытуға республика бойынша 10 миллиард теңге бөлінді. Енді ешкім өзгерте алмайтын бір ақиқат бар! Ана тіліміз Мәңгілік Елімізбен бірге Мәңгілік тіл болды. Оны даудың тақырыбы емес, ұлттың ұйытқысы ете білгеніміз жөн.

В-четвертых, следует пересмотреть социальные пакеты работников образования, здравоохранения, социальной защиты. Поручаю Правительству разработать и внедрить с 1 июля 2015 года новую модель оплаты труда гражданских служащих. Она должна обеспечить повышение зарплаты работникам здравоохранения – до 28 процентов, образования – до 29 процентов, социальной защиты – до 40 процентов.

В-пятых, надо усилить внимание нашим гражданам с ограниченными возможностями. Для них Казахстан должен стать безбарьерной зоной. Позаботиться об этих

людях, которых немало, – наш долг перед собой и обществом. Во всем мире этим занимаются. Люди с ограниченными возможностями могут работать на предприятиях бытового обслуживания, пищевой промышленности, сельского хозяйства. Я еще раз обращаюсь ко всему нашему бизнесу – оказать им содействие в трудоустройстве. Также можно рассмотреть возможность введения специальной квоты на 5–10 человек.

Мы вовлечем их в активную жизнь, они будут не просто получать пособия, а будут осознавать себя членами общества, полезными работниками. Всем нашим социальным институтам, неправительственным организациям, партии «Нур Отан» следует взяться за эту работу. Если необходимо, то Правительству надо проработать этот вопрос со всеми компаниями и принять соответствующее решение. Поручаю Правительству с 1 июля 2015 года повысить на 25 процентов размеры социальных пособий по инвалидности и утере кормильца. Следует усовершенствовать правовую базу деятельности объединений инвалидов.

Важно усилить работу с ними всех государственных органов – от Правительства до местного акима. Следует и дальше сокращать уровень бедности и сдерживать рост безработицы. При этом важно не допускать роста иждивенческих настроений. Для всех получателей госпособий и помощи надо ввести правило об обязательном участии в программах занятости и социальной адаптации.

Седьмое. Совершенствование работы государственных институтов. При движении в число 30 развитых стран мира нам необходима атмосфера честной конкуренции, справедливости, верховенства закона и высокой правовой культуры. Нужны обновленные инструменты взаимодействия государства с неправительственным сектором и бизнесом.

Равенство перед законом должно стать реальной основой правопорядка. Судебная система должна стать на практике прозрачной и доступной, просто и быстро решать все споры. Надо поднять качество работы всей правоохранительной системы. Люди в погонах, наделенные большими полномочиями, должны отличаться безупречным поведением и высоким профессионализмом.

Важнейшая задача – продолжить формирование и реализацию новой антикоррупционной стратегии. Административная реформа не должна превращаться в громоздкий процесс ненужного бумаготворчества и документооборота. Надо дать больше самостоятельности органам управления на местах, одновременно усиливая их ответственность за результаты, повышая их подотчетность перед населением. Поручаю Правительству совместно с моей Администрацией внести до 1 июля текущего года комплекс предложений по всем этим вопросам.

Необходимо продолжить внедрение принципов меритократии в кадровую политику государственных предприятий, национальных компаний и бюджетных организаций. Поручаю Правительству обеспечить повышение заработной платы государственным служащим корпуса «Б» с 1 июля 2015 года – на 15 процентов, а с 1 июля 2016 года – еще на 15 процентов.

Таковы конкретные задачи, стоящие перед нашим государством и обществом на пути в число 30 развитых стран мира. Нам предстоит воплотить их в букву законов и конкретные решения.

Уважаемые депутаты и члены Правительства!

Наше движение в число 30 развитых государств мира необходимо осуществить в два этапа.

Первый этап охватывает период до 2030 года, когда потребуется совершить модернизационный рывок, используя «окно возможностей» в XXI веке. В это время Казахстану предстоит сделать то, что развитые страны совершили в период индустриального бума прошлого столетия. Это вполне осуществимо. Аналогичный путь прошли Южная Корея и Сингапур. На этом этапе мы обеспечим динамичный рост наших традиционных отраслей экономики и создадим сильный обрабатывающий индустриальный сектор.

На втором этапе в период с 2030 по 2050 год необходимо обеспечить устойчивое развитие страны на принципах наукоемкой экономики. Мы сформируем мощную обрабатывающую промышленность. В традиционных отраслях будет осуществлен переход на выпуск продукции высоких переделов, получат развитие инженеринговые услуги как база для наукоемкой экономики.

Теперь хочу остановиться на том, что конкретно предстоит сделать уже в этом году, учитывая, что многое зависит от старта. Даю конкретные поручения Правительству и Национальному Банку на этот год.

Первое. Правительству надо обеспечить в текущем году рост экономики на уровне 6–7 процентов. При этом ВВП на душу населения по итогам текущего года должен составить не менее 14,5 тысячи долларов.

Второе. Поручаю Национальному Банку и Правительству до 1 мая 2014 года проработать комплекс мер по снижению инфляции до 3–4 процентов в среднесрочной перспективе.

Третье. Правительству необходимо совместно с Национальным Банком до 1 июня 2014 года разработать комплексную Программу развития финансового сектора до 2030 года.

Четвертое. Правительству совместно с Фондом «Самрук-Казына» провести анализ всех компаний с государственным участием, определить перечень предприятий, подлежащих передаче в частный сектор. Такую же работу надо провести по остальному госсектору. В первом квартале текущего года должна быть принята комплексная Программа приватизации на 2014–2016 годы.

Пятое. Правительству до конца текущего года надо разработать проекты стратегий формирования агломераций в городах Астане и Алматы на период до 2030 года.

Шестое. Правительству до 1 сентября 2014 года разработать программу развития транзитного потенциала Казахстана на период до 2030 года, предусмотрев вопросы снятия барьеров при осуществлении международной торговли.

Седьмое. Правительству до конца первого квартала текущего года следует решить вопросы по размещению, источникам инвестиций и срокам строительства четвертого нефтеперерабатывающего завода и атомной электростанции.

Уважаемые казахстанцы! Мои соратники!

Все наши действия по достижению главной цели Стратегии-2050 должны следовать четким принципам.

Во-первых, принципу прагматичности и эволюционности всех принимаемых решений. Нельзя допускать никаких скачков, необдуманных экспериментов и авантюр в экономике, политике и социальной жизни. Наша страна и общество должны изменяться так же стремительно, как быстро будет меняться весь окружающий нас мир.

Во-вторых, принцип взаимовыгодной открытости. Мы будем широко привлекать в нашу экономику зарубежные инвестиции, технологии и инновации. Для инвесторов мы создадим благоприятные условия для работы. При этом важным механизмом вхождения в ТОП 30 развитых стран мира мы ясно видим углубление интеграции нашей экономики в региональную и глобальную экономические системы. Это прежде всего связано с нашим участием в формировании Евразийского экономического союза, вступлением во Всемирную торговую организацию.

В-третьих, это принцип укрепления благосостояния казахстанцев. Социальное самочувствие простых людей должно быть важнейшим индикатором нашего продвижения к главной цели.

В-четвертых, важное значение имеет принцип всенародной поддержки. Мое Послание народу само является главным разъясняющим наши цели и задачи документом. Каждый министр, аким, руководитель предприятия должен возглавить эту деятельность по разъяснению и подключению всех к работе. Конкретные меры по реализации целей и задач Послания необходимо довести до каждого казахстанца. Я уверен, что это станет одним из основных вопросов деятельности партии «Нур Отан». Для этого прежде всего сами госслужащие должны знать и проникнуться идеями нашей Стратегии.

Работа Администрации Президента и всего состава Правительства, акиматов всех уровней должна быть направлена на выполнение всех этих задач. В целом структура государственных органов должна соответствовать решению предстоящих задач и обеспечивать реализацию целей Стратегии-2050.

Дорогие соотечественники!

Мы, казахстанцы, единый народ! И общая для нас судьба – это наш Мәңгілік Ел, наш достойный и великий Казахстан! «Мәңгілік Ел» – это национальная идея нашего общекзахстанского дома, мечта наших предков. За 22 года суверенного развития созданы главные ценности, которые объединяют всех казахстанцев и составляют фундамент будущего нашей страны. Они взяты не из заоблачных теорий. Эти ценности – опыт Казахстанского Пути, выдержавший испытание временем.

Во-первых, это Независимость Казахстана и Астана. Во-вторых, национальное единство, мир и согласие в нашем обществе. В-третьих, это светское общество и высокая духовность. В-четвертых, экономический рост на основе индустриализации и инноваций. В-пятых, это Общество Всеобщего Труда. В-шестых, общность истории, культуры и языка. В-седьмых, это национальная безопасность и глобальное участие

нашей страны в решении общемировых и региональных проблем. Благодаря этим ценностям мы всегда побеждали, укрепляли нашу страну, множили наши великие успехи. В этих государствообразующих, общенациональных ценностях заключается идейная основа Нового Казахстанского Патриотизма.

Поручаю Администрации Президента, Правительству, Ассамблее народа Казахстана совместно с Общенациональным движением «Казахстан-2050» организовать разработку и принятие Патриотического акта «Мәңгілік Ел». Мы ставим великие цели во благо нашего народа, и поэтому я призываю все политические партии, общественные объединения, всех казахстанцев активно участвовать в работе по достижению главной цели Стратегии-2050! Особо обращаюсь к нашей молодежи. Эта Стратегия – для вас. Вам участвовать в ее реализации и вам пожинать плоды ее успеха. Включайтесь в работу, каждый на своем рабочем месте. Не будьте равнодушными. Создавайте судьбу страны вместе со всем народом!



Қадірлі халқым!

Мәңгілік Ел – ата-бабаларымыздың сан мың жылдан бергі асыл арманы. Ол арман – әлем елдерімен терезесі тең қатынас құратын, әлем картасынан ойып тұрып орын алатын Тәуелсіз Мемлекет атану еді.

Ол арман – тұрмысы бакуатты, түтіні түзу ұшқан, ұрпағы ертеңіне сеніммен қарайтын бақытты Ел болу еді. Біз армандарды ақиқатқа айналдырдық. Мәңгілік Елдің іргетасын қаладық.

Мен қоғамда «Қазақ елінің ұлттық идеясы қандай болуы керек?» деген сауал жиі талқыға түсетінін көріп жүрмін. Біз үшін болашағымызға бағдар ететін,

ұлтты ұйыстырып, ұлы мақсаттарға жетелейтін идея бар. Ол – Мәңгілік Ел идеясы. Тәуелсіздікпен бірге халқымыз Мәңгілік Мұраттарына қол жеткізді. Біз еліміздің жүрегі, тәуелсіздігіміздің тірегі – Мәңгілік Елордамызды тұрғыздық. Қазақтың Мәңгілік Ғұмыры ұрпақтың Мәңгілік Болашағын баянды етуге арналады. Ендігі ұрпақ – Мәңгілік Қазақтың Перзенті. Ендеше, Қазақ Елінің Ұлттық Идеясы – Мәңгілік Ел!

Мен Мәңгілік Ел ұғымын ұлтымыздың ұлы бағдары – «Қазақстан 2050» стратегиясының түп қазығы етіп алдым. Тәуелсіздікке қол жеткізгеннен гөрі, оны ұстап тұру әлдеқайда қиын. Бұл – әлем кеңістігінде ғұмыр кешкен талай халықтың басынан өткен тарихи шындық. Өзара алауыздық пен жан-жаққа тартқан берекесіздік талай елдің тағдырын құрдымға жіберген. Тіршілік тезіне төтеп бере алмай жер бетінен ұлт ретінде жойылып кеткен елдер қаншама. Біз өзгенің қателігінен, өткеннің тағылымынан сабақ ала білуге тиіспіз. Ол сабақтың түйіні біреу ғана – Мәңгілік Ел біздің өз қолымызда. Ол үшін өзімізді үнемі қамшылап, ұдайы алға ұмтылуымыз керек. Байлығымыз да, бақытымыз да болған Мәңгілік Тәуелсіздігімізді көздің қарашығындай сақтай білуіміз керек.

«Қазақстан-2050» – Мәңгілік Елге бастайтын ең абыройлы, ең мәртебелі жол. Осы жолдан айнамайық, сүйікті халқым! Әрбір күніміз мерекелі, әрбір ісіміз берекелі болсын! Дамуымыз жедел, келешегіміз кемел болсын! Жарқын іспен күллі әлемді таң қылып, Жасай берсін, Елдігіміз Мәңгілік!

**Астана,
17 января 2014 года**

МОДЕЛЬ НАЗАРБАЕВА-2050: СИСТЕМНЫЙ ПРОРЫВ В БУДУЩЕЕ

Послания Елбасы Нурсултана Назарбаева народу Казахстана мы с нетерпением ждем каждый год.

В отличие от других стран, лидеры которых в подобных документах, как правило, решают задачи ближнего прицела и адресуют их только высшему законодательному органу, у нас Послания Главы государства непосредственно адресуются всему народу. В них ставятся стратегические задачи и долговременные ориентиры для всей страны. Тем самым Нурсултан Абишевич поднимает всех казахстанцев до уровня своих убежденных единомышленников и соратников в построении нового процветающего Казахстана.

Нынешнее Послание «Казахстанский путь-2050: единая цель, единые интересы, единое будущее» стало еще одним важнейшим шагом на пути воплощения в жизнь мыслей, дел и воли Первого Президента Республики Казахстан, достижения единства устремлений, труда и надежд всех казахстанцев на пути в будущее.

Оно является системным продолжением предыдущего Послания «Стратегия «Казахстан-2050»: новый политический курс состоявшегося государства», которое ознаменовало новый этап развития нашего государства.

Теперь выдвинутый Президентом страны политический курс получил научно обоснованную и социально-экономически выверенную детализацию по каждому из своих ключевых направлений.

Со свойственным ему уникальным талантом стратегического предвидения Глава государства последовательно раскрывает все ключевые грани решения базовой задачи предстоящего периода – вхождения Казахстана в число 30 самых развитых государств мира, а значит улучшения качества жизни всех граждан на уровне мировых стандартов. Послание Главы государства дает полномасштабную модель этого пути и четкие критерии продвижения по нему. Это позволяет каждому казахстанцу глубоко понять перспективы и свою роль в предстоящей огромной работе на благо страны, себя и своих потомков. В данном аспекте – главная ценность нового Послания.

Самое большое впечатление производит выдвижение Нурсултаном Абишевичем в качестве ключевой цели внедрения наукоемкой модели экономики. Это очень многогранное понятие. За ним – далеко не только рост финансирования науки до беспрецедентной для нас цифры в 3% от ВВП, это, как говорят математики, необходимое, но недостаточное условие.

Главное же – кардинальное повышение конкретной практической отдачи науки в развитие страны, и для этого Глава государства ставит масштабные задачи создания новых высокотехнологичных отраслей экономики, повышения эффективности добывающих секторов, снижения энергоемкости продукции, повышения производительности труда в 5 раз.

К уже созданным в первой пятилетке форсированного индустриально-инновационного развития отраслям автомобиле- и авиастроения, производства тепловозов, пассажирских и грузовых вагонов должны будут добавиться новые отрасли

– мобильных и мультимедийных, нано- и космических технологий, робототехники, генной инженерии, поиска и открытия энергии будущего.

В современном мире наукоемкие отрасли и технологии играют авангардную роль в развитии экономики и социальной сферы. В них «материализуется» основная часть результатов научных исследований и разработок. Именно эти отрасли определяют спрос на достижения науки и создают базу предложения материальных и информационных новшеств. То есть оказывают определяющее влияние на инновационное изменение рынка. Размеры наукоемкого сектора и масштабы использования передовых технологий однозначно характеризуют научно-технический и экономический потенциал страны.

Для наиболее развитых стран, в том числе стран ОЭСР, характерна высокая доля наукоемких отраслей (8–18% в общем объеме промышленного производства). Недавно в число лидеров по этому показателю уверенно вошел Китай (свыше 15% производства наукоемких отраслей), практически удвоив его долю за десятилетие на рубеже веков. И это сыграло важнейшую роль в том, что его экономика прорвалась на вторую позицию в мире.

Теперь задача резкого наращивания наукоемких отраслей поставлена Главой государства перед Казахстаном. И можно не сомневаться, что решение данной задачи приведет к глубочайшим структурным изменениям экономики страны в целом. При этом из контекста Послания становится ясным, что системно прорабатываются пути эффективного экономического использования достижений не только отечественной науки, но и мирового научного, технологического и инновационного прогресса, особенно на первом этапе реализации Стратегии-2050.

Новые знания и технологии будут активно привлекаться в страну путем трансферта за счет зарубежных инвестиций, создания совместных с иностранными компаниями проектных и инжиниринговых центров. Правительству дано задание обеспечить для этого необходимые условия.

И конечно, большое внимание в Послании уделено развитию отечественного научного, технологического и инновационного потенциала. Постоянное внимание к этой важнейшей сфере развития человеческого капитала страны проходит красной нитью в политике Лидера нации Нурсултана Назарбаева с первых дней независимости.

Научный потенциал у нас представлен ведущими вузами страны во главе с Назарбаев Университетом и его интеллектуально-инновационным кластером, научными центрами и организациями. Это серьезная сила.

Уже в прошлом Послании Президентом страны поставлены две важнейших цели – вывести наши исследования на мировой уровень и обеспечить прямое подключение науки к инновационному процессу.

Теперь они дополнены задачей совершенствовать законодательство по венчурному финансированию, защите интеллектуальной собственности, поддержке исследований и инноваций, а также коммерциализации научных разработок. Причем данная задача получит очень быстрое развитие – уже до 1 сентября текущего года Правительству поручено разработать и внести в Парламент соответствующие законопроекты. Это еще раз подчеркивает особую приоритетность развития отечественного научного потенциала для решения задач, сформулированных в Послании.

При этом увеличение финансирования науки будет в первую очередь направлено на исследования и разработки, работающие на страну, имеющие реальную инновационную значимость. Такой подход требует, чтобы научная и образовательная работа ведущих вузов стала жестко ориентирована на конкретные потребности экономики страны и ее регионов. Научно-исследовательская и инновационная деятельность, подготовка специалистов, востребованных ведущими отраслями экономики и Государственной программой ФИИР, станут бесспорным ключевым приоритетом их развития. А одним из приоритетов объединений ученых и инженеров – Национальной академии наук, Казахстанской национальной академии естественных наук, Национальной инженерной академии РК – как институциональных элементов гражданского общества будет активное участие в выработке предложений по совершенствованию указанных Главой государства правовых и организационных механизмов.

И еще одно важнейшее дополнение, сформулированное в Послании, – создание наукоемкого экономического базиса. Сюда включается формирование максимально благоприятных условий для развития казахстанского бизнеса, главным образом малого и среднего.

Важными признаны активизация работы технологических парков, повышение эффективности национальной инновационной системы и ее базовых институтов, поддержка стартапов (новых компаний, подхватывающих научные достижения с целью их коммерческой реализации) и начальных стадий венчурных сделок. Задачи, поставленные Главой государства, открывают принципиально новые возможности и для создаваемой в стране системы коммерциализации научных разработок.

Формирование такого наукоемкого экономического базиса призвано обеспечить реальный спрос на научные достижения, отечественные и зарубежные, со стороны казахстанского бизнеса, а также непрерывную цепочку механизмов их продвижения из стен лабораторий в корпуса промышленных предприятий и далее на внутренний и внешний рынки наукоемкой продукции.

Отсутствие этого спроса и механизмов продвижения на рынок долгие десятилетия было «ахиллесовой пятой» нашей науки. Поэтому системное решение данной задачи, предусмотренное в Послании, станет настоящим прорывом в научно-инновационном поле страны.

Перед научным и научно-инженерным корпусом страны в свете задач Послания возникает и еще одна новая задача. Речь идет об укреплении взаимосвязи с производством в плане эффективного научно-технологического консалтинга при трансферте зарубежных знаний и технологий в казахстанскую экономику.

Далеко не секрет, что зарубежные компании отнюдь не заинтересованы в продаже нам самых передовых и максимально конкурентоспособных разработок. Поэтому не исключено поступление на наш рынок устаревших, малоэффективных, ресурсоемких или экологически неблагоприятных технологий. При расширении наукоемкого спроса отечественного бизнеса начнет расти и спрос на качественный научно-технологический консалтинг, позволяющий предпринимателям выбирать наиболее эффективные решения с учетом передовых мировых трендов. Это, на мой взгляд, достаточно перспективное и полезное для страны поле деятельности.

Значительное внимание в Послании уделено развитию аграрного сектора, где поставлена задача стимулирования внедрения новых технологий и существенного повышения производительности труда. А это как раз и должно быть результатом развития аграрной науки. Особый акцент сделан Главой государства на разработку засухоустойчивых генно-модифицированных культур. Развитие таких культур является устойчивой мировой тенденцией, а страхи по поводу их возможного вреда для потребителей во многом преувеличены и не находят однозначного научного подтверждения. Проведение в Казахстане такой деятельности, учитывая вырождаемость генно-модифицированного посевного материала, сыграет важную роль в продовольственной безопасности страны.

Важной станет роль науки в развитии энергетики, в первую очередь ядерной и возобновляемой, где научная составляющая традиционно велика, а также повышении энергоэффективности самого широкого спектра технологий и экологической чистоты выработки и использования энергии.

Традиционно силен социальный блок Послания, и главным источником повышения качества жизни будут интенсивный экономический рост и модернизация. Президент подчеркивает, что «мы ежегодно, а не через 30–50 лет, будем улучшать жизнь людей». Здесь намечены системные сдвиги. ВВП на душу населения должен вырасти в 4,5 раза с 13 тыс. до 60 тыс. долларов при ежегодном росте ВВП не менее 4% и последовательном снижении инфляции до 3–4 процентов. Утверждение здорового образа жизни и развитие медицины позволят увеличить продолжительность жизни казахстанцев до 80 лет и выше, и это опять напрямую связано с развитием потенциала отечественной науки и практическим использованием ее достижений.

Таким образом, научная и индустриально-инновационная составляющая является определяющей в Послании народу Казахстана – важнейшем документе стратегического планирования будущего страны, нацеливающим нас на максимальное использование нового «окна возможностей», предоставляемого современной мировой ситуацией.

Заложенные в нем подходы и четкие цели способны в корне изменить жизнь всех казахстанцев и совершить прорыв страны в число 30 самых развитых государств мира, сформировать Общество Всеобщего Труда и эффективной консолидации усилий.

Новый политический курс позволит Казахстану утвердиться на века, и «Мәңгілік Ел» станет нашей национальной идеей в XXI веке.

Каждому из нас предстоит детально осмыслить этот масштабный документ, задачи в сфере нашей деятельности и приступить к конкретной работе по их решению. И тогда Казахстан станет процветающим государством, каким его видит Елбасы.

*Казахстанская правда №13 (27634)
от 21 января 2014 г.*

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА

УДК 519.63;519.684;532.5

Б. Т. ЖУМАГУЛОВ, Д. Б. ЖАКЕБАЕВ, А. У. АБДИБЕКОВА

Казахский национальный университет им. аль-Фараби

МОДЕЛИРОВАНИЕ АТМОСФЕРНЫХ ПРОЦЕССОВ НА ОСНОВЕ ОСРЕДНЕННЫХ УРАВНЕНИЙ НАВЬЕ–СТОКСА

Статья посвящена математическому и численному моделированию атмосферных процессов на основе осредненных по ансамблю уравнений Навье–Стокса с реализацией метода крупных вихрей. Показаны особенности моделирования атмосферных процессов, разработаны математическая модель динамических процессов в средней атмосфере, а также численная схема и алгоритм решения задачи, решена задача, характеризующая неустойчивостью Рэля–Тейлора, о конвективном переносе масс веществ с различными плотностями. Полученные результаты конвективного переноса масс веществ с различными плотностями иллюстрируют влияние числа Рэля на устойчивость течения.

Ключевые слова: уравнение Навье – Стокса, метод крупных вихрей, атмосферные процессы, неустойчивость Рэля – Тэйлора, число Рэля, турбулентность.

Осы жұмыс ірі құйындарды жүзеге асыру әдісімен Навье–Стокс теңдеулерінің ансамблі бойынша орташаланған негізде атмосфералық үдерістерді математикалық және сандық модельдеуге арналған. Атмосфералық үдерістерді модельдеудің ерекшеліктері көрсетілді, орта атмосферадағы динамикалық үдерістердің математикалық моделі жасалды, есепті шешудің сандық сұлбасы мен алгоритмі құрылды, әр түрлі тығыздықтағы заттар массаның конвективті тасымалдануы туралы Рэлей–Тейлордың тұрақсыздығымен сипатталатын есепті шешу жүргізілді. Әр түрлі тығыздықтағы заттар массасының конвективті тасымалдануынан алынған нәтижелері ағым тұрақтылығына Рэлей санының әсерін сипаттайды.

Кілттік сөздер: Навье–Стокс теңдеуі, ірі құйындар әдісі, атмосфералық үдерістер, Рэлей–Тэйлор тұрақсыздығы, Рэлей саны, массаның конвективті тасымалдануы, турбуленттілік.

This paper is devoted to mathematical and numerical simulation of atmospheric processes on the basis of the ensemble averaged Navier–Stokes equations with the implementation of large eddy method. Special aspects of atmospheric processes simulation were shown, mathematical model of dynamic processes in the middle atmosphere was worked out, numerical scheme and algorithm for this problem solving were worked out, realization of problem was carried out, which is characterized by Rayleigh–Taylor instability of the convective mass transfer of materials with different densities. Received results of convective mass transfer of materials with different densities demonstrate influence of Rayleigh number on flow stability

Keywords: Navier–Stokes equations, large eddy simulation, atmospheric processes, Rayleigh – Taylor instability, Rayleigh number, turbulence.

Исследование атмосферы — одна из актуальных задач современной науки, связанная с решением как фундаментальных вопросов теоретической физики, так и прикладных, касающихся распространения радиоволн различных диапазонов в слоях атмосферы. Несмотря на огромное количество экспериментальных данных, лишь в относительно небольшом количестве работ были сделаны попытки с теоретических позиций объяснить наблюдаемые возмущения в атмосфере от наземных и атмосферных источников. Следует отметить, что работы в данном направлении сыграли существенную роль в понимании механизма связей в системе «литосфера – атмосфера – ионосфера». В последнее десятилетие в связи с увеличением быстродействия компьютеров и появлением мощных вычислительных кластеров, а также развитием вычислительной гидродинамики зародилось новое направление в физике атмосферы – исследование динамики ионосферы с помощью численного решения нелинейных уравнений геофизической гидродинамики. Применение таких численных методов позволяет учесть совместно многие факторы [1–3].

В целях большего понимания атмосферу разделяют на слои – области, в которых достигаются максимумы концентрации свободных электронов на единицу объема [4, 5]. Подобное разделение позволяет ученым рассмотреть атмосферные процессы как процесс неустойчивости Рэлея–Тейлора. В качестве области исследования выбираются слои, которые характеризуются различными свойствами: разные концентрации веществ, разная плотность, разная температура и т.д. [6]. Требуется определить неустойчивый конвективный процесс, а также его влияние на атмосферный хаос – на турбулентность, которая имеет место в слоях атмосферы. Здесь нужно говорить о так называемой проблеме неустойчивости Рэлея–Тейлора, а также о задаче Рэлея–Бенара, реализация которых способствует решению задачи моделирования некоторых атмосферных процессов.

Важно заметить, что на характер турбулентности в таком случае очень сильное влияние оказывают пульсирующие объемные силы, если они взаимосвязаны с пульсациями скорости. Самым простым примером является сильное влияние сил тяжести на течение с пульсациями плотности. Если пульсации плотности появляются в результате того, что имеется средний градиент плотности в том направлении, что и средний градиент скорости, или когда течение фактически возникает из-за разности средних плотностей, то между пульсациями плотности и скорости имеется хорошая корреляция и влияние сил плавучести может быть очень велико. В случае, когда плотность уменьшается снизу вверх быстрее, чем это необходимо для сохранения гидростатического равновесия среды, имеющаяся турбулентная энергия может быть преобразована в потенциальную энергию; это значит, что турбулентное перемешивание стремится уменьшить градиент плотности и таким образом повысить центр тяжести объема среды.

В рамках настоящего исследования рассматривается кубическая область, где внутри куба находится несжимаемая среда с разной плотностью ρ_1 и ρ_2 (рисунок 1), потоки которой в результате нарушения устойчивости переносятся внутри этой области. Задача состоит в расчете и демонстрации конвективного переноса внутри куба на основе описанного метода реализации. Моделирование проводится для различных чисел Рэлея: $Ra = 10^5$, $Ra = 10^6$, $Ra = 10^7$.

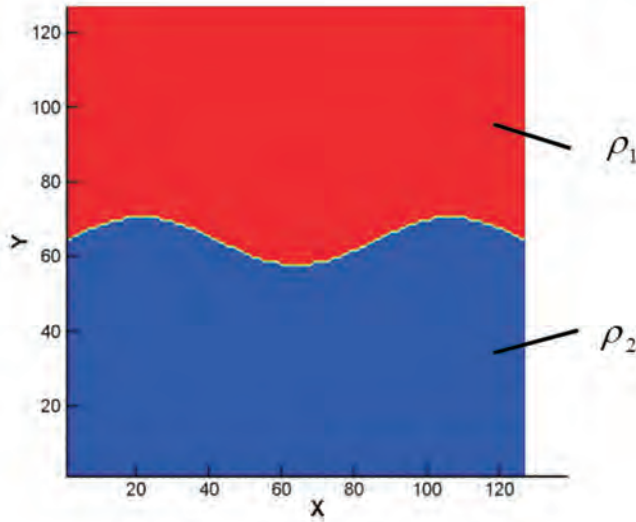


Рисунок 1 – Градиент изменения концентрации в начальный момент времени

Постановка задачи. В настоящей работе рассматривается случай, когда плотность увеличивается в вертикальном направлении снизу вверх. Тогда имеем неустойчивое течение и взаимосвязь плотности и скорости может привести к преобразованию потенциальной энергии в турбулентную кинетическую энергию. Для оценки неустойчивости течения необходимо численно моделировать изменение всех физических параметров по времени при различных числах Рэлея.

Численное моделирование задачи осуществляется на основе решения нестационарных отфильтрованных уравнений Навье–Стокса с уравнением неразрывности и уравнением для концентрации в декартовой системе координат:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial \bar{u}_i}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_j} (\bar{u}_i \bar{u}_j) = -\frac{\partial \bar{p}}{\partial x_i} + \frac{1}{Re} \frac{\partial^2 \bar{u}_i}{\partial x_j \partial x_j} - \frac{\partial \tau'_{ij}}{\partial x_j} + \frac{1}{Fr}, \\ \frac{\partial \bar{u}_j}{\partial x_j} = 0, \\ \frac{\partial \bar{C}}{\partial t} + \bar{u}_j \frac{\partial \bar{C}}{\partial x_j} = \frac{1}{Pe} \frac{\partial^2 \bar{C}}{\partial x_j^2} - \frac{\partial Q_j}{\partial x_j}, \\ \tau_{ij} = \overline{u_i u_j} - \bar{u}_i \bar{u}_j, \\ Q = \overline{u_j C} - \bar{u}_j \bar{C}, \end{array} \right. \quad (1)$$

где \bar{u}_i – компоненты скорости; \bar{p} – давление; t – время; C – концентрация среды; $\rho(C) = \rho_1 C + \rho_2(1 - C)$ – плотность концентрации; $Ra = \frac{g\beta\beta^3\Delta C}{\nu D}$ – число Рэлея; ν – кинематический коэффициент вязкости; g – ускорение свободного падения; η – коэффициент динамической вязкости; D – коэффициент диффузии; β – температурный коэффициент объемного расширения теплоносителя; $Sc = \frac{\eta}{D\rho(c)}$ – число Шмидта; $Gr = \frac{Ra}{Sc}$ – число Грасгофа; $Fr = \frac{Re^2}{Gr}$ – число Фруда; $Re = \sqrt{Gr}$ – число Рейнольдса; $Pe = Sc \cdot Re$ – число Пекле; L – определяющий линейный размер поверхности; $\tau_{i,j}$ – подсеточный тензор, отвечающий за мелкомасштабные структуры; Q_j – скалярный перенос концентрации.

Для моделирования подсеточного тензора используется вязкостная модель, которая представляется в виде

$$\tau_{ij} - \frac{\delta_{ij}}{3} \tau_{kk} = -2\nu_T \bar{S}_{ij},$$

где $\nu_T = C_s \Delta^2 (2\bar{S}_{ij} \bar{S}_{ij})^{1/2}$ – турбулентная вязкость; $\delta_{ij} = \begin{cases} 1, i = j \\ 0, i \neq j \end{cases}$ – символ Кронекера; C_s – эмпирический коэффициент; $\Delta = (\Delta_i \Delta_j \Delta_k)^{1/3}$ – ширина сеточного фильтра; $\bar{S}_{ij} = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial \bar{u}_i}{\partial x_j} + \frac{\partial \bar{u}_j}{\partial x_i} \right)$ – величина тензора скоростей деформации.

Замыкающая модель для скалярного переноса концентрации. Другие пространственно компактные фильтры, в том числе асимметричные, дают сопоставимые результаты с изменениями в коэффициентах разложения. Предполагается, что операция фильтрации осуществляется с пространственными производными, что справедливо для пространственно однородного фильтра [7].

Традиционная процедура заключается в использовании масштабных и физических параметров для моделирования незамкнутых членов в уравнении (1). Форма диффузионного градиента часто принимается там, где скалярный поток модели подсеточного фильтра связан с градиентами решенных количеств: $Q_j = -k_{TC} \frac{\partial C_\alpha}{\partial x_j}$. Здесь

k_{TC} является скалярной диффузивностью вихря. В моделях крупных вихрей распространенной является модель Смагоринского, которая принимает следующий вид:

$$k_{TC} = \frac{1}{\sigma_T} (C_s \Delta)^2 (\bar{S}_{ij} \bar{S}_{ij})^{1/2} \bar{S}_{ij},$$

где σ_T – турбулентное число Шмидта (выбирается равным 1).

Начальные условия для концентрации заданы следующим образом:

$$\text{для } C = \begin{cases} 1, & z \geq A \sin(3\pi y) + \frac{1}{2}, \quad 0 \leq y \leq L_2, \\ 0, & z < A \sin(3\pi y) + \frac{1}{2}, \quad 0 \leq y \leq L_2, \end{cases}$$

для компонентов скорости: $U_i = 0, \quad i = 1, 2, 3.$

В качестве граничных условий для указанной выше задачи выбирается значение $C=0$ на верхней и нижней стороне куба. Для других стенок куба

$$\frac{\partial C}{\partial x_i} = 0, \quad i = 1, 2, 3.$$

Граничные условия для скорости:

$$U_i|_r = 0, \quad i = 1, 2, 3.$$

Численный метод. Для решения уравнения Навье–Стокса (1) используется схема расщепления по физическим параметрам, которая состоит из трех этапов:

$$\text{I. } \frac{\vec{u}^* - \vec{u}^n}{\tau} = -(\vec{u}^n \nabla) \vec{u}^* + \frac{1}{\text{Re}} \Delta \vec{u}^* - \nabla \tau^u + \frac{1}{Fr},$$

$$\text{II. } \Delta p = \frac{\nabla \vec{u}^*}{\tau},$$

$$\text{III. } \frac{\vec{u}^{n+1} - \vec{u}^*}{\tau} = -\nabla p,$$

$$\text{IV. } \frac{C^{n+1} - C^n}{\tau} = -(\vec{u}^n \nabla) C + \frac{1}{Pe} \Delta C - \nabla Q.$$

На первом этапе решается уравнение Навье–Стокса без учета давления. Для аппроксимации конвективных и диффузионных членов уравнения используется компактная схема повышенного порядка точности [8]. На втором этапе решается уравнение Пуассона, полученное из уравнения неразрывности с учетом поля скоростей первого этапа. Для решения трехмерного уравнения Пуассона разработан алгоритм решения – спектральное преобразование в комбинации с матричной прогонкой. Полученное поле давления на третьем этапе используется для пересчета окончательного поля скоростей. На последнем этапе решается уравнение концентрации по найденному полю скоростей с учетом разной плотности среды в заданной области.

Результаты моделирования. Приведенные на рисунках 2 – 4 результаты моделирования иллюстрируют градиент изменения концентрации по времени при различных числах Рэлея.

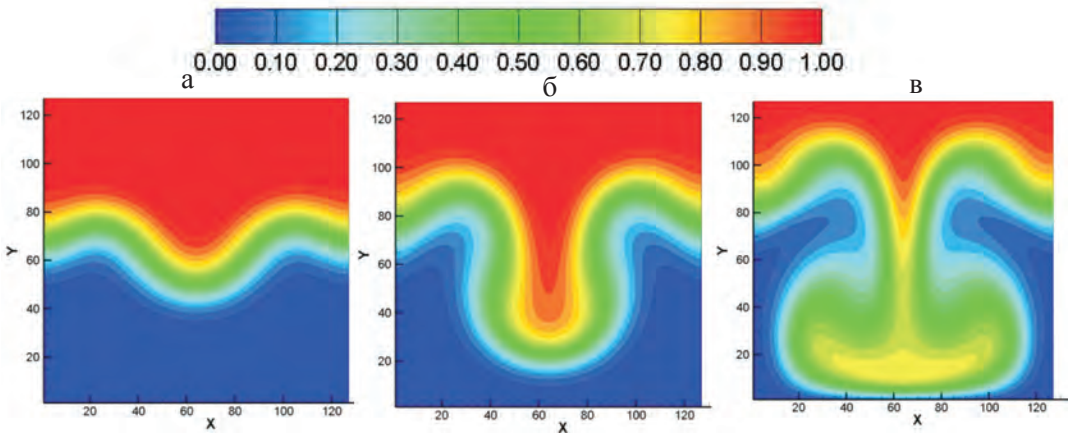


Рисунок 2 – Градиент изменения концентрации по времени при $Ra = 10^5$:
 $a - t = 0,1$; $б - t = 0,4$; $в - t = 0,7$

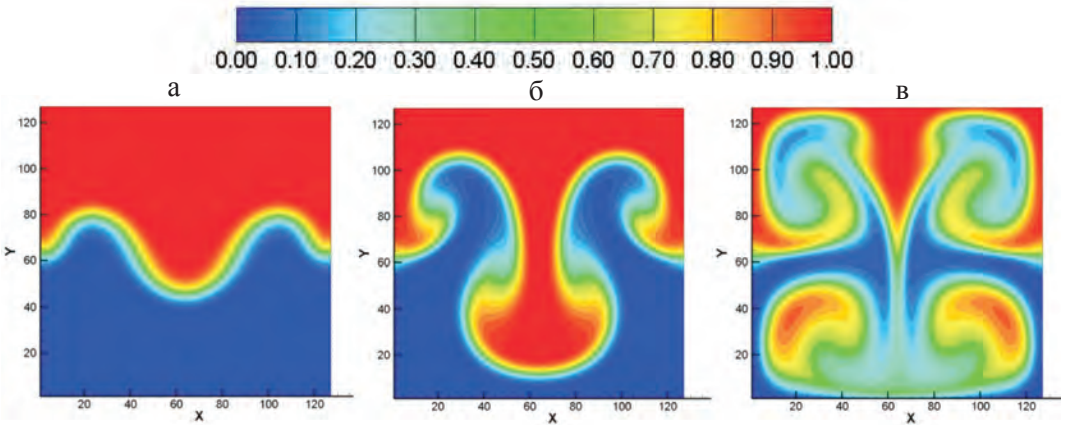


Рисунок 3 – Градиент изменения концентрации по времени при $Ra=10^6$:
 $a - t = 0,1$; $б - t = 0,4$; $в - t = 0,7$

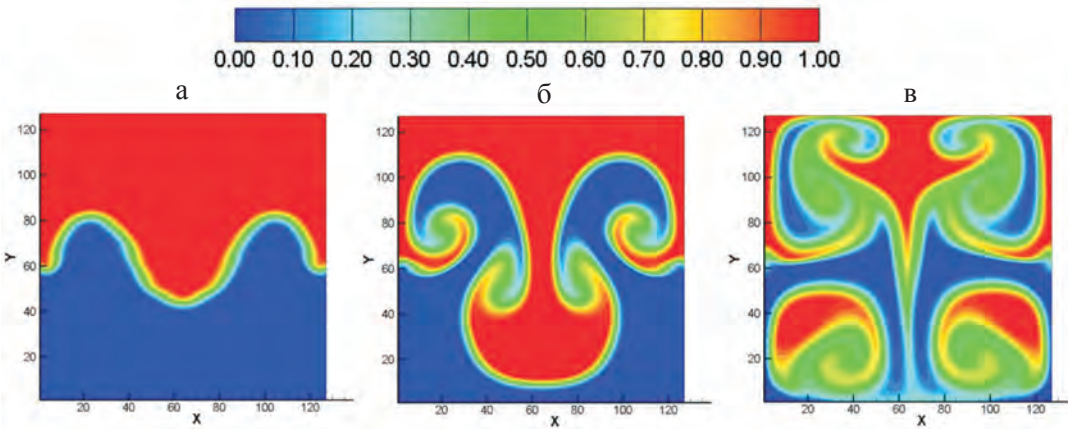


Рисунок 4 – Градиент изменения концентрации по времени при $Ra=10^7$:
 $a - t = 0,1$; $б - t = 0,4$; $в - t = 0,7$

Таким образом, изучены особенности моделирования атмосферных процессов, разработана математическая модель динамических процессов в средней атмосфере. Реализована задача, в которой при вариации числа Рэлея, когда число достигает некоторого критического значения, в жидкости возникают конвективные переносы потока. При малых числах Рэлея наблюдается ламинарное течение, а при больших числах Рэлея, как показано на рисунках 2–4 по истечении времени, ламинарный поток переходит в турбулентное течение, где в жидкостной среде самопроизвольно образуются многочисленные вихри различных размеров. Образованные в турбулентном потоке как мелкомасштабные, так и крупномасштабные вихри способствуют развитию кинетической энергии потока. При росте кинетической энергии наблюдается хаотичное перемещение слоев и увеличение скорости перемешивания. Представленные результаты конвективного переноса масс веществ с различными плотностями иллюстрируют влияние числа Рэлея на устойчивость течения.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Китайгородский С.А. Физика взаимодействия атмосферы и океана. – Л.: Гидрометеозиздат, 1970. – 183 с.
- 2 Newell A.C., Passot T., and Lega J. Order parameter equations for patterns // *Annual Rev. Fluid Mechanics*. – 1993. – V. 25. – P. 399–453.
- 3 Gollub J.P. and Benson S.V. Many routes to turbulent convection // *Journal of Fluid Mechanics*. – 1980. – P. 449–470.
- 4 Мигулин В. Ионосфера и ее изучение // *Радио*. – 1987. – № 11.
- 5 Dubois M., Bergi P. Experimental evidence for the oscillations in a convective biperiodic regime // *Phy. Letters*. – 1980. – V. 76A. – P. 53–56.
- 6 Kucherenko Y. A., Shestachenko O. E., Piskunov Y. A. e. a. Experimental investigation into the self-similar mode of mixing of different density gases in the Earth's gravitational field // *Laser Part. Beams*. 2003. – V. 21, N3. – С. 385–388.
- 7 Ghosal S. and Moin P. The basic equations for the large-eddy simulation of turbulent flows in complex geometry // *J.Comp.Phys*. – 1995. – V. 118. – P. 84.
- 8 Абдибеков У.С., Жумагулов Б.Т., Жакебаев Д.Б., Жубат К.Ж. Моделирование вырождения изотропной турбулентности на основе метода крупных вихрей // *Математическое моделирование*. – 2013. – Т. 25, №1. – С. 18–32.

**Д. Ш. АХМЕДОВ, С. А. ЕЛУБАЕВ, Ф. Н. АБДОЛДИНА,
Т. М. БОПЕЕВ, Д. М. МУРАТОВ**

*Институт космической техники и технологий
АО «Национальный центр космических исследований и технологий»*

СОЗДАНИЕ ПРОИЗВОДСТВА ГИБРИДНЫХ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Приводится социальная и экономическая необходимость создания опытного производства гибридных параллельных вычислительных систем. Представлены основные виды планируемой к выпуску продукции опытного производства. Подробно изложены результаты работ, полученных в ходе разработки каждого вида продукции согласно системе разработки и постановки продукции на производство.

Ключевые слова: параллельные вычисления, высокопроизводительные вычисления, гибридная вычислительная система, кластерная вычислительная система, графический процессор, блейд-модуль.

Мақалада параллельді гибридік есептеуіш жүйелердің тәжірибелі өндірісін жасаудағы әлеуметтік және экономикалық қажеттілігі келтірілген. Тәжірибелі өндіріске шығаруға жоспарланған өнімдерінің негізгі түрлері ұсынылған. Өнімді әзірлеу және өндіріске қою жүйесіне сәйкес өнімнің әрбір түрлерін әзірлеу барысында алынған жұмыстардың нәтижелері толықтай баяндалған.

Кілттік сөздер: параллельді есептеулер, жоғары өнімді есептеулер, гибридік есептеуіш жүйе, кластерлік есептеуіш жүйе, графикалық процессор, блейд-модуль.

Social and economic need of creation of pilot production of hybrid parallel computing systems is given in this paper. The main types of planned output of production of pilot factory are provided. Results of works are presented which have got in a process of development of each type of production according to a system of development and putting worked-out computing systems on production.

Keywords: parallel computing, high-performance computing, hybrid computing systems, cluster computing system, GPU, blade-module.

Суперкомпьютерные технологии и высокопроизводительные вычисления с использованием параллельных вычислительных систем становятся важным фактором научно-технического прогресса, их применение принимает всеобщий характер. Повышение потребности в использовании высокопроизводительных ресурсов связано с быстрым темпом развития современных наук, таких, как биология, химия, физика, гидродинамика и др.

Основные отрасли во всем мире, где используются суперкомпьютеры, – это наука и образование, обрабатывающая и добывающая промышленность, машиностроение, государственный сектор, видеоиндустрия, фармацевтика.

Суперкомпьютеры являются стратегически важными разработками в масштабе страны, поскольку они могут дать мощный импульс к интенсивному развитию ряда отраслей.

Согласно 40 редакции списка 500 самых высокопроизводительных суперкомпьютеров общее распределение по количеству суперкомпьютеров в разных частях света

выглядит следующим образом: 261 суперкомпьютер находится в Америке, 105 – в Европе, 124 – в Азии [3]. В десятке лидеров по количеству суперкомпьютеров такие страны, как США – 250, Китай – 72, Япония – 32, Великобритания – 24, Франция – 21, Германия – 19, Канада – 11, Индия – 9, Россия – 8, Италия – 7.

Оказавшиеся в десятке лидеров страны являются высокоразвитыми. Семь из перечисленных стран – это страны-лидеры мировой экономики, входящие в так называемую «большую семерку».

В настоящий момент предприятия и организации Республики Казахстан закупили за рубежом суперкомпьютерной техники на более 1 млрд тенге [1]. Стоимость зарубежных вычислительных средств с параллельной архитектурой очень высока, и массово обеспечить все вузы, научные учреждения и другие заинтересованные организации зарубежной высокопроизводительной вычислительной техникой практически невозможно. Поэтому одними из основных путей решения этой задачи являются создание на первых порах казахстанского опытного производства высокопроизводительных вычислительных систем и организация на базе опытного производства предприятия по выпуску современной вычислительной техники с параллельной архитектурой для вузов, научных учреждений и других организаций Казахстана. Без своих ЭВМ решение задач государственной программы форсированного индустриально-инновационного развития Республики Казахстан будет затруднительным.

Ожидаемые результаты. В рамках бюджетной программы МОН РК «Разработать технологию создания суперкомпьютерного гибридного кластера с применением GPU-процессоров» выполняются три научных проекта, один из которых «Создать опытное производство персональных и кластерных гибридных вычислительных систем для удовлетворения спроса на параллельные вычисления казахстанских потребителей».

Целью программы является научно-технологическое обеспечение создания высокопроизводительных систем параллельных вычислений с использованием суперкомпьютерных гибридных кластеров на базе GPU-процессоров. Цель проекта – создание опытного производства гибридных параллельных вычислительных систем.

Опытное производство – структурное подразделение научных организаций, высших учебных заведений или юридическое лицо, основной деятельностью которого являются изготовление и апробация опытных образцов и полезных моделей, новых продуктов и технологических процессов.

Планируется выпуск продукции следующих видов:

1. Персональная гибридная вычислительная система (ПГВС) на базе графических процессоров с системой водяного охлаждения (СВодО) пиковой производительностью 1,5 ТФлопс двойной и 3 ТФлопс одинарной точности.

2. ПГВС с вычислительным blade-модулем на базе графических процессоров производительностью 3 ТФлопс двойной и 6 ТФлопс одинарной точности.

3. Кластерная гибридная вычислительная система (КГВС) на базе графических процессоров, состоящая из 8 узлов производительностью 21 ТФлопс двойной и 41 ТФлопс одинарной точности.

Полученные результаты. Разработка и постановка продукции на производство (см. рисунок) в общем случае включают в себя такие стадии, как:

- научно-исследовательская работа;
- опытно-конструкторские работы;
- постанковка продукции на производство.



Порядок разработки и постанковки продукции на производство

Согласно приведенной системе разработки и постанковки продукции на производство при разработке продукции 1-го вида ПГВС на базе графических процессоров производительностью 1,5/3 ТФлопс получены следующие результаты [2, 3, 6]:

1. Разработано техническое задание на создание ПГВС на базе GPU-процессоров. Определены требования к составу и функционированию, безопасности, надежности, техническому обеспечению, программному обеспечению, тестированию производительности разрабатываемой персональной гибридной вычислительной системы.

2. Разработаны технический проект на ПГВС на базе GPU-процессоров, а также конструктивные решения ПГВС. Разработан макет ПГВС с одним GPU-процессором Nvidia Tesla с пиковой производительностью 0,5 ТФлопс двойной точности на базе персонального компьютера. Проведены численные эксперименты по замеру реальной производительности макета персональной гибридной вычислительной системы с помощью общепризнанных специализированных инструментов, таких, как Linpack.

3. Разработана рабочая документация на ПГВС на базе GPU-процессоров, включающая сборочные и упаковочные чертежи, программы и методики предварительных и приемочных испытаний, спецификации на составные части. Исследованы зависимости производительности разработанного на предыдущем этапе макета персональной гибридной вычислительной системы от размера оперативной памяти. Результаты тестов показали, что средняя реальная производительность составляет 66,6% от пиковой.

4. Разработан опытный образец ПГВС с пиковой производительностью 3/1,5 ТФлопс. Проведены тесты производительности в целях определения реальной производительности системы.

5. Разработана проектная конструкторская документация на ПГВС. Разработаны пояснительная записка, чертеж общего вида, габаритный чертеж, функциональная и структурная схемы, технический проект. В техническом проекте приведено конструктивное решение ПГВС на базе GPU-процессоров.

6. Разработана рабочая конструкторская документация на ПГВС на базе GPU-процессоров. Разработаны спецификации на составные части, входящие в ПГВС, определен перечень ее комплектующих частей. Разработаны сборочные и упаковочные чертежи ПГВС. Разработаны программы и методики предварительных и приемочных испытаний, определяющие требования к условиям, обеспечению и проведению испытаний ПГВС на базе GPU-процессоров.

7. Разработана технологическая документация на ПГВС в соответствии с ГОСТ 3 «Единая система технологической документации». Разработана маршрутная карта, комплектовочная карта. Разработан экспериментальный образец ПГВС на базе трех графических процессоров Nvidia Tesla. Проведены численные эксперименты экспериментального образца ПГВС для определения зависимости реальной производительности вычислительной системы от объема оперативной памяти и тактовой частоты ОЗУ.

8. Изготовлен опытно-промышленный образец ПГВС. Проведены тесты производительности опытно-промышленного образца, результаты которых полностью соответствуют предъявляемым требованиям.

При разработке продукции 2-го вида ПГВС с вычислительным blade-модулем на базе графических процессоров производительностью 3/6 ТФлопс получены следующие результаты [4]:

– проведена научно-исследовательская работа по созданию опытного образца ПГВС с вычислительным blade-модулем на базе GPU-процессоров, в ходе которой определены принципы построения ПГВС и построена обобщенная архитектура ПГВС;

– разработана рабочая документация на ПГВС с вычислительным blade-модулем на базе GPU-процессоров; подготовлен в соответствии с ГОСТами весь необходимый пакет технорабочей документации для создания опытного образца ПГВС с вычислительным blade-модулем на базе GPU-процессоров: техническое задание, проектная, рабочая, эксплуатационная документация;

– изготовлен опытный образец персональной гибридной вычислительной системы с вычислительным blade-модулем на базе GPU-процессоров с пиковой производительностью не менее 3/6 Тфлопс двойной и одинарной точности;

– проведено тестирование опытного образца ПГВС с вычислительным blade-модулем на базе GPU-процессоров; тестирование подтвердило правильность выбора технических решений и позволило уточнить отдельные технические характеристики ПГВС с вычислительным blade-модулем;

– разработана конструкторская документация на опытно-промышленный образец ПГВС с вычислительным blade-модулем на базе GPU-процессоров; разработаны гра-

фические и текстовые документы, которые в совокупности или в отдельности определяют состав и устройство ПГВС и содержат необходимые данные для его разработки, изготовления, контроля, эксплуатации, ремонта и утилизации;

– разработана технологическая документация на ПГВС с вычислительным blade-модулем на базе GPU-процессоров, по которой будут осуществляться технологическая подготовка производства, организация работы и изготовление ПГВС;

– изготовлен опытно-промышленный образец ПГВС с вычислительным blade-модулем на базе GPU-процессоров; проведены тесты производительности опытно-промышленного образца, результаты которых полностью соответствуют предъявляемым требованиям.

При разработке продукции 3-го вида *КГВС на базе графических процессоров производительностью 21/41 ТФлопс* получены следующие результаты [5, 6]:

1. Определены принципы построения КГВС на базе GPU-процессоров. Построена обобщенная КГВС на базе GPU-процессоров. Научно-исследовательские работы по созданию экспериментального образца КГВС на базе GPU-процессоров позволили определить, что разрабатываемая кластерная вычислительная система должна обеспечить пиковую производительность не менее 8 Тфлопс двойной точности и 16 Тфлопс одинарной точности. Определено, что для удовлетворения данных требований по производительности в состав кластерной системы должно входить не менее пяти вычислительных узлов на базе GPU-процессоров производительностью 1,5 Тфлопс двойной точности и 3 Тфлопс одинарной точности либо не менее трех вычислительных узлов на базе GPU-процессоров производительностью 2,7 Тфлопс двойной точности и 5,32 Тфлопс одинарной точности.

2. Разработано техническое задание на создание КГВС на базе GPU-процессоров. Определены требования к составу для удовлетворения основных требований по производительности, к функционированию, программному обеспечению, тестированию производительности, эксплуатационным показателям, безопасности, надежности, техническому обеспечению разрабатываемой КГВС.

3. Разработан технический проект на КГВС, а также технические решения КГВС.

4. Определен состав комплектующих, разработан бюджет для изготовления экспериментального образца. Изготовлен экспериментальный образец КГВС на базе GPU-процессоров, тесты реальной производительности которого показали 49% от пиковой производительности, заявленной в техническом задании, что вполне соответствует требуемым нормам.

5. Проведены испытания экспериментального образца КГВС на базе GPU-процессоров, которые подтвердили правильность выбора технических решений и позволили уточнить отдельные технические характеристики.

6. Разработана рабочая документация на опытный образец КГВС. Подготовлен в соответствии с ГОСТами весь необходимый пакет рабочей документации, включающий такие документы, как спецификация, чертеж общего вида, габаритный чертеж, схема принципиальная, схема соединения внешних проводов, схема расположения оборудования, кабельный журнал, программа и методика испытаний.

7. Изготовлен опытный образец КГВС с пиковой производительностью 8 Тфлопс двойной точности и 16 Тфлопс одинарной точности.

8. Проведено тестирование опытного образца кластерной гибридной вычислительной системы на базе GPU-процессоров. Его результаты показали, что опытный образец КГВС полностью удовлетворяет всем требованиям технического задания на разработку суперкомпьютерного гибридного кластера.

Проведена технико-экономическая оценка необходимости создания производства гибридных параллельных вычислительных систем для удовлетворения спроса казахстанских потребителей. Маркетинговые исследования и финансовые расчеты показали целесообразность и экономическую выгоду, которую можно получить от создания опытного производства персональных и кластерных гибридных вычислительных систем.

Таким образом, разработанные и изготовленные образцы вычислительных машин с возможностью параллельной обработки больших массивов данных позволят значительно увеличить казахстанское содержание работ в области проектирования и производства современной высокопроизводительной техники.

Изготовленные образцы гибридных вычислительных систем имеют производительность, не уступающую таковой зарубежных аналогов, и меньшую стоимость по сравнению с суперкомпьютерами традиционной архитектуры на базе центральных процессоров, что позволяет говорить об их конкурентоспособности. Собственная вычислительная техника позволит отказаться от импорта и удовлетворить потребности казахстанских высших учебных заведений, научно-исследовательских организаций и других предприятий в высокопроизводительных ЭВМ и параллельных вычислениях.

ЛИТЕРАТУРА

1 Асакаев А. Казахстан развивает отрасль суперкомпьютеров: [Электронный ресурс]. URL: <http://www.profit.kz/news/>.

2 Akhmedov D., Yelubayev S., Abdoldina F., Bopeyev T., Muratov D. e. a. Personal hybrid computing system. Performance test // Collection of scientific papers Second International conference “Cluster Computing 2013”. – Lvov, 2013. – С. 7–11.

3 Akhmedov D., Yelubayev S., Abdoldina F., Bopeyev T., Muratov D. e. a. Determination of dependence of performance from specifications of separate components of the hybrid personal computing system based on GPU-processors // 12th International Conference on Parallel Computing Technologies (PaCT 2013), St. Petersburg, Russia, September 30 - October 4, 2013, Proceedings (Lecture Notes in Computer Science 7979), – Berlin; Heidelberg: Springer-Verlag 2013. – P. 135–138.

4 Ахмедов Д.Ш., Елубаев С.А., Абдолдина Ф.Н., Муратов Д.М. Проектирование ПГВС с вычислительным Blade-процессором // Вестник НИА РК. – 2013. – №4. – С. 31–38.

5 Akhmedov D., Yelubayev S., Bopeyev T., Abdoldina F., Muratov D., Povetkin R. Research on performance dependence of cluster computing system based on GPU accelerators on architecture and number of cluster nodes // Collection of scientific papers International conference «High Performance Computing 2013». – Kyiv, 2013. – С. 9–13.

6 Ахмедов Д.Ш., Елубаев С.А., Абдолдина Ф.Н., Бопеев Т.М., Муратов Д.М., Поветкин Р.Д. Гибридные высокопроизводительные вычислительные системы для нефтегазовой отрасли Казахстана // Нефть и газ. – Алматы, 2013. – № 5. – С. 41–52.

**A. B. KULJABEKOV¹, M. B. KURMASEYIT¹, M. S. TUNGATAROVA¹,
A. KALTAYEV¹, M. PANFILOV²**

¹*Al-Farabi Kazakh National University*

²*University of Lorraine, Nancy, France*

STREAMLINE SIMULATION OF URANIUM EXTRACTION BY IN-SITU LEACHING METHOD

In the paper results are presented of simulation of process of uranium extraction by in-situ leaching based on streamline method. Calculations were carried out for symmetric block covered by injection and production wells. The developed algorithm may be applied for a real field with a set of injection and production wells. The results of calculation show that streamlines method using for geotechnological problems solving allows to decrease significantly time of calculations without significant loss of accuracy of calculation.

Keywords: *in-situ leaching, uranium extraction, Darcy law, streamline simulation, Pollock's tracing method.*

Бұл жұмыста ағын сызығы әдісі негізінде жер асты шаймалау әдісімен уран өндіру үдерісінің модельдеу нәтижелері көрсетілді. Есептулер айдап шығаратын және тартатын ұңғымалармен жабылған симметриялық блок үшін жүргізілді. Құрылған алгоритм көптеген айдап шығаратын және тартатын ұңғымалар бар нақты кен орындарында қолданыс таба алады. Есептеу нәтижелері ағын сызығы әдісін геотехнологиялық есептерге қолдану барысында жуықтау дәлдігін жоғалтпай есептеу уақытын азайтуға болатындығын көрсетті.

Кілттік сөздер: *жерасты шаймалау, уранды өндіру, Дарси заңы, ағын сызықтар әдісі, Полактың жол тарту әдісі.*

Изложены результаты моделирования процесса добычи урана методом подземного выщелачивания на основе метода линий тока. Расчеты проведены для симметричного блока, покрытого откачной и закачной скважинами. Разработанный алгоритм может быть применен для реального месторождения с множеством откачных и закачных скважин. Данные расчета показывают, что использование метода линий тока к геотехнологическим задачам позволяет значительно сократить время вычислений без значительной потери точности расчета.

Ключевые слова: *подземное выщелачивание, добыча урана, закон Дарси, метод линий тока, метод трассировки Полака.*

Introduction. Kazakhstan has 15–20% of world's uranium resources and ranked as 2–3 place in the world by uranium storages. Kazakhstan is a world leader in Uranium production since 2009 and all uranium deposits of Kazakhstan are developed by In Situ leaching (ISL) method [1].

In-situ leaching is a method for development of ore deposits without lifting the ore to the surface by selective transfer of uranium minerals into the pregnant solution in subsurface. This method is realized by drilling of wells through the ore deposit, pumping into leaching solution which dissolve useful component and pregnant solution is pumped back to the surface and extracted in a processing plant.

Statement of problem. The uranium is present in rocks in the form of a complex oxide called the uraninite. Its crystal lattice consists of molecules of UO_2 and UO_3 united in various ways by forming the complexes UO_2 , U_3O_8 . The direct oxidation of UO_2 by acid is a very energy consuming process (the consecutive reaction is endothermic) with respect to

the reaction between the acid and uraninite U_3O_8 . At the same time, the uranium dioxide UO_2 is rapidly oxidized by the ions of ferrum +3 to trioxide of uranium. The presence of these ions in liquid solution is due to the reaction between the solid ferrum +3 presented in rocks and acid [2].

The basic reaction for process of uranium leaching by solution of sulfuric acid in the schematized form looks like



and used for modeling process of uranium mining by the In-Situ leaching method.

Mathematical model. The simulation of uranium extraction by the In-Situ leaching method allow to essentially reduce expenses on extraction of mineral's mass unit because of decreasing of wells number and reduction of duration of deposit's exploitation because of control of wells functioning.

Process of flow in porous media is described by conservation equation [3]

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(K_{xx} \frac{\partial h}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(K_{yy} \frac{\partial h}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(K_{zz} \frac{\partial h}{\partial z} \right) = - \sum_{m=1}^{M_1} Q_m^+ + \sum_{l=1}^{M_2} Q_l^- \quad (2)$$

where Q_m^+ – m^{th} injection well's production ($Q_m^+ \geq 0$); Q_l^- – l^{th} recovery well's production ($Q_l^- \leq 0$).

Masstransfer processes proceeding at uranium extraction by the In-Situ method are described by following system of differential equations [3]:

$$\frac{\partial C_m}{\partial t} = -\gamma \varepsilon C_m C_r; \quad (3)$$

$$\frac{\partial \varepsilon C_r}{\partial t} = \text{div}(\varepsilon D \text{grad} C_r - \vec{V} C_r) - v_1 \gamma \varepsilon C_m C_r - \sum_d Q \delta(x_d, y_d) C_r + \sum_p Q \delta(x_p, y_p) C_R^0; \quad (4)$$

$$\frac{\partial \varepsilon C_p}{\partial t} = \text{div}(\varepsilon D \text{grad} C_p - \vec{V} C_p) + v_2 \gamma \varepsilon C_m C_r - \sum_d Q \delta(x_d, y_d) C_p, \quad (5)$$

where $v_1 = v_r R / v_m M$, $v_2 = v_p P / v_m M$; x_d, y_d – coordinates of recovery wells; x_p, y_p – coordinates of injection wells.

The chemical model of In-Situ leaching process in the formation complicates the system of equations describing the process. Solution of this model by finite difference method requires powerful computing resources. In this connection, there is actual application of the streamline simulation, as the model is three-dimensional and consists of the four chemical components.

Streamline simulation. Streamline- and streamtube-based flow simulation techniques have been used in the oil industry since the 1950s. Streamline simulators approximate 3D fluid-flow calculations by a sum of 1D solutions along streamlines. The choice of streamline directions for the 1D calculations makes the approach extremely effective for modeling convection-dominated flows in the reservoir [4].

A key underlying concept in streamline simulation is isolation of the effects of geologic heterogeneity from the physics of flow calculations. Mathematically, this is accomplished

by use of the streamline time of flight as a coordinate variable. We move to a coordinate system where all streamlines are straight lines and distance is replaced by the time of flight. The impact of heterogeneity is embedded in the time of flight and trajectory of the streamlines. The physical-process calculations are reduced to 1D solutions along streamlines.

Basic steps of Streamline simulation. Streamline simulation involves the following basic steps [4–7]:

1. Trace the streamlines on the basis of a velocity field, typically derived numerically with finite-difference or finite-element methods.

2. Compute particle travel time or time of flight along the streamlines. The time-of-flight contours or isochrones correspond to tracer fronts in the reservoir. The time-of-flight coordinate provides a quantitative form of flow visualization that can have a variety of applications in reservoir characterization/management.

3. Solve the transport equations along the streamlines. The transport calculations are performed in the time-of-flight coordinate, effectively decoupling heterogeneity effects and significantly simplifying calculations.

4. Periodically update the streamlines to account for mobility effects or changing field conditions. Once the streamlines are regenerated, recompute the time of flight along the new streamlines is necessary. A critical step here is the mapping of information from the old streamlines to the new streamlines. This can be a potential source of error during streamline simulation.

The computational advantage of the streamline methods can be attributed to four principal reasons: (1) streamlines may need to be updated only infrequently; (2) the transport equations along streamlines often can be solved analytically; (3) the 1D numerical solutions along streamlines are not constrained by the underlying geologic grid-stability criterion, thus allowing for larger timesteps; and (4) for displacements dominated by heterogeneity, the computation time often scales nearly linearly with the number of gridblocks, making it the preferred method for fine-scale geologic simulations. Furthermore, the self-similarity of the solution along streamlines may allow us to compute

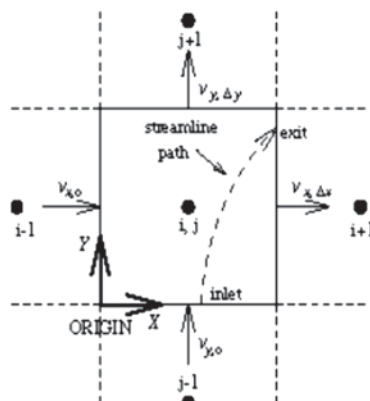


Figure 1 – Pollock’s 3D tracing method through a Cartesian cell. Given an arbitrary entry point, the time to exit and the exit point can be determined analytically (from Batycky et al., 1997)

the solution only once and map it to the time of interest. Other advantages are subgrid resolution and reduced numerical artifacts, such as artificial diffusion and grid orientation effects, because the streamline grid used to solve the transport equations is effectively decoupled from the underlying static grid.

Streamline tracing. For tracing of streamline from injector to producer we use Pollock's 3D tracing method through a Cartesian cell [5,6]. Pollock's method is simple, analytical, and is formulated in terms of time-of-flight (TOF).

To apply Pollock's method to any cell, the total flux in and out of each boundary is calculated using Darcy's Law. With the flux known, the algorithm centers on determining the exit point of a streamline and the time to exit given any entry point assuming a piecewise linear approximation of the velocity field in each coordinate direction;

$$v_x = v_{x0} + g_x (x - x_0), \quad g_x = \frac{v_{x\Delta x} - v_{x0}}{\Delta x},$$

where v_{x0} is x-velocity at $x = x_0$ and g_x is velocity gradient in x - direction. Since $v_x = dx/dt$ we can integrate the expression of x - velocity (and in analogous fashion in y - and z -direction) to get exit times out of each face given an arbitrary entry point (x_p, y_p, z_p) :

$$\Delta t_x = \frac{1}{g_x} \ln \left(\frac{v_{x0} + g_x (x_e - x_0)}{v_{x0} + g_x (x_i - x_0)} \right), \quad \Delta t_y = \frac{1}{g_y} \ln \left(\frac{v_{y0} + g_y (y_e - y_0)}{v_{y0} + g_y (y_i - y_0)} \right),$$

$$\Delta t_z = \frac{1}{g_z} \ln \left(\frac{v_{z0} + g_z (z_e - z_0)}{v_{z0} + g_z (z_i - z_0)} \right)$$

and exit coordinates (x_e, y_e, z_e) . Since the streamline must exit from the face having the smallest travel time $\Delta t_{\min} = \text{MIN}(\Delta t_x, \Delta t_y, \Delta t_z)$, the exit locations are easily calculated by re-solving for (x_e, y_e, z_e) using the minimum time:

$$x_e = \frac{1}{g_x} \ln [v_{xi} \exp(g_x \Delta t_{\min}) - v_{x0}] + x_0;$$

$$y_e = \frac{1}{g_y} \ln [v_{yi} \exp(g_y \Delta t_{\min}) - v_{y0}] + y_0;$$

$$z_e = \frac{1}{g_z} \ln [v_{zi} \exp(g_z \Delta t_{\min}) - v_{z0}] + z_0.$$

Results and conclusion. Calculations were carried out for a symmetric block covered the injection and production wells with permeable and impermeable layer. Trace the streamlines on the basis of a velocity field derived numerically with finite-difference method. Time of flight along the streamlines in the reservoir which provides a quantitative form of flow visualization was traced. 1D transport equations performed in the time-of-flight coordinate were solved along the streamlines taking to account heterogeneity of reservoir.

In Figure 2 streamline tracing in 3D geometry for isotropic permeability is shown.

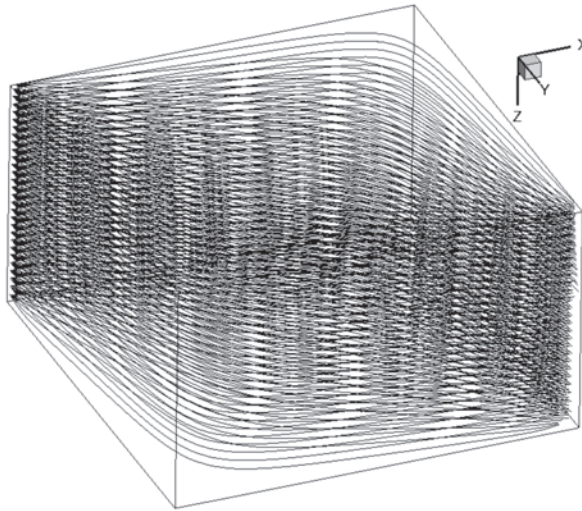


Figure 2 – Streamline tracing in 3D geometry for isotropic permeability

Permeability distribution (a) and traced streamlines (b) for corresponding permeability are shown in Figure 3.

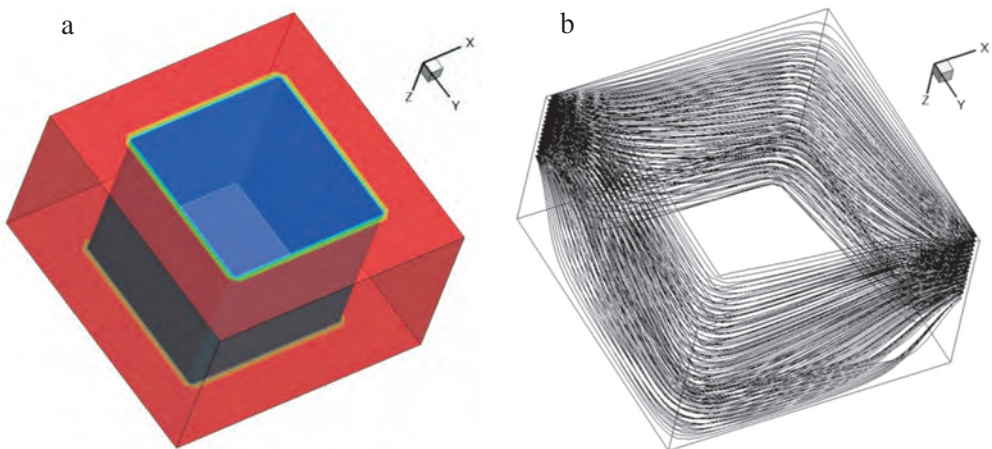


Figure 3 – Permeability distribution (a) and traced streamline (b) for corresponding permeability

By defining a coordinate ξ that is parallel to \vec{U} (i.e. a streamline) it is possible to write that

$$\vec{U} \cdot \nabla = \phi \frac{\partial}{\partial \tau}.$$

After transformation of transport equations to time of flight variables we obtain following equations for mixture components in solute and solid phase.

Distribution of sulfuric acid (a), solid mineral (b) and dissolved mineral (c) are shown as shown at Figure 4.

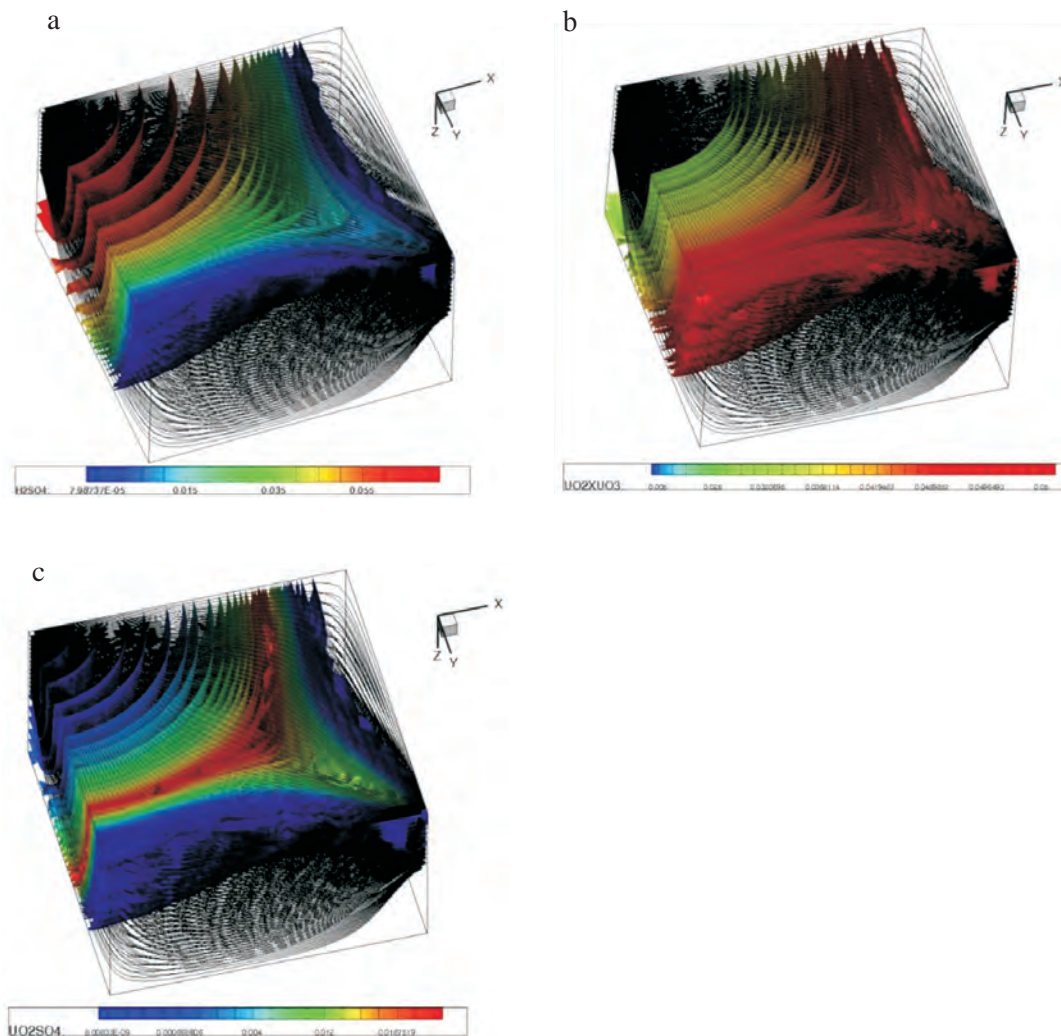


Figure 4 – Distribution of sulfuric acid (a), solid mineral (b) and dissolved mineral (c)

At Figure 5 qualitative comparison of solutions in finite-differences method and streamline simulation for reactant distribution example are shown. Changing of solute mixture and solid components in time of flight variable is performed at Figure 6. Cross sectional view of non-uniform initial distribution of solid mineral (a), sulfuric acid (b), solid mineral (c) and dissolved mineral (d) non-uniform initial distribution of solid mineral are shown at Figure 7.

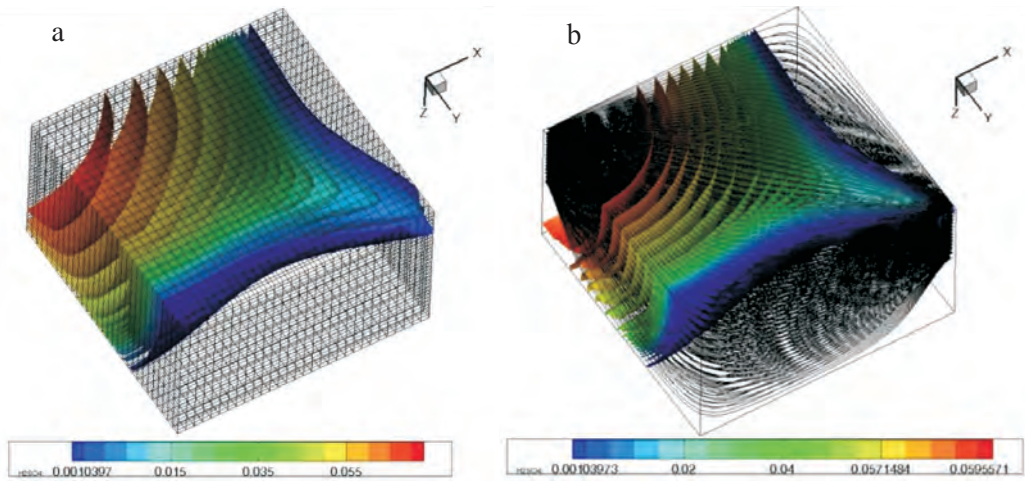


Figure 5 – Qualitative comparison of solutions in finite-differences method and streamline simulation for reactant distribution

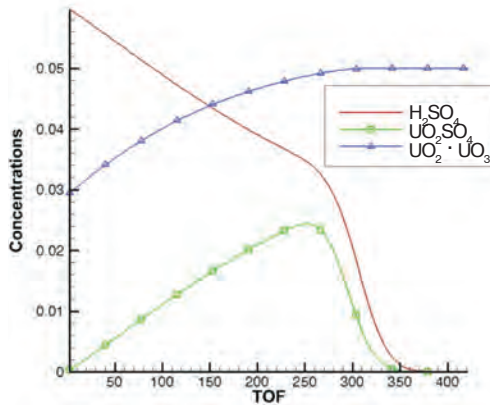
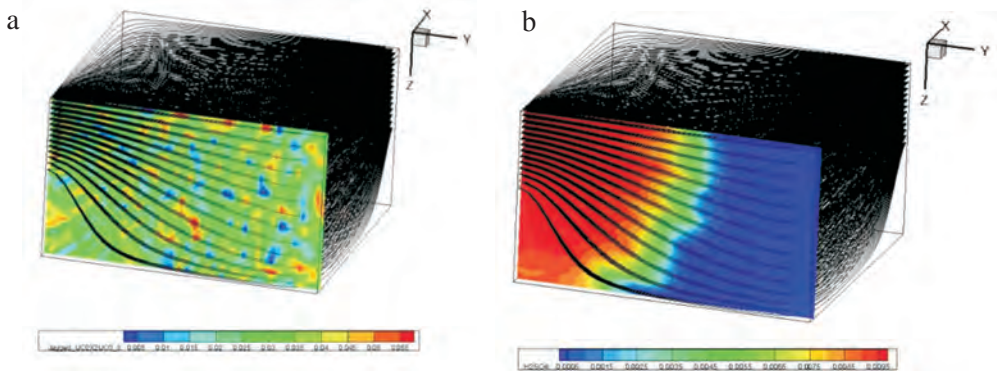


Figure 6 – Changing of solute mixture and solid components in time of flight variable



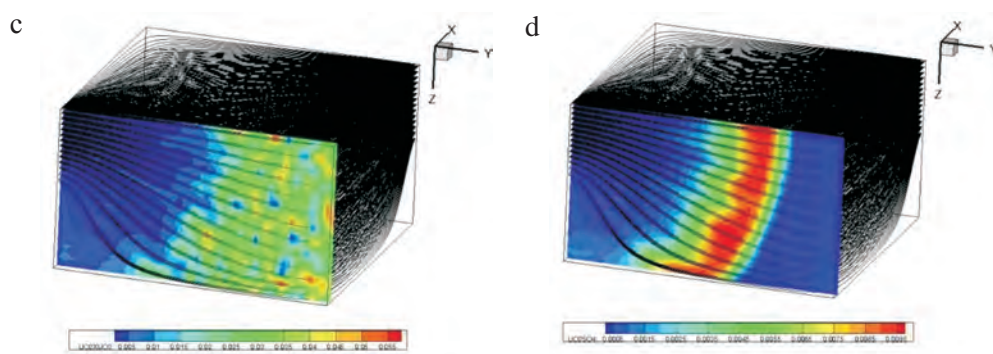


Figure 7 – Cross sectional view of non-uniform initial distribution of solid mineral (a), sulfuric acid (b), solid mineral (c) and dissolved mineral (d) non-uniform initial distribution of solid mineral

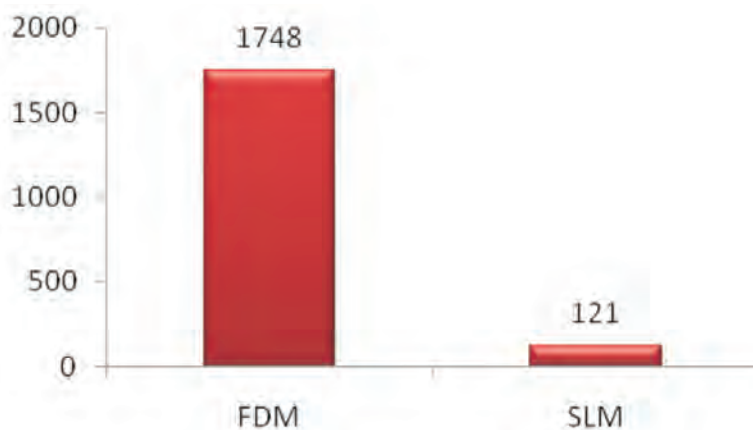


Figure 8 – Calculation time of finite differences methods (grid size 30x30x30) and streamline method (1000 stream lines by 500 nodes on each streamline), in second

As noticed before one of the most important advantage of SL based simulation is reducing of computational time. At Figure 8 the comparison of calculation time of finite differences methods (grid size 30x30x30) and streamline method (1000 stream lines by 500 nodes on each streamline), in second is shown.

Results shows that calculation time of streamline method (1000 stream lines by 500 nodes on each streamline) is much lower that for finite differences methods (grid size 30x30x30).

REFERENCES

1 World Uranium Mining Production. <http://www.world-nuclear.org/info/Nuclear-Fuel-Cycle/Mining-of-Uranium/World-Uranium-Mining-Production>.

2 Белецкий В.И., Богатков Л.К., Волков Н.И. и др. Справочник по геотехнологии урана / Под ред. Д.И. Скороварова. – М.: Энергоатомиздат, 1997. – 672 с.

3 Данаев Н.Т., Корсакова Н.К., Пеньковский В.И. Массоперенос в прискважинной зоне и электромагнитный каротаж пласта. – Алматы: Қазак университеті, 2005. – 180 с.

4 Akhil Datta-Gupta, Michael J. King Streamline simulation: Theory and Practice // Society of Petroleum Engineers. – 2007. – 397 p.

5 Bratvedt F. A new front tracking method for reservoir simulation // SPERE. 1992. – V. 7, N1. – P. 107.

6 Thiele M.R., Batycky R.P., Blunt M.J. A Streamline-Based 3D Field-Scale Compositional Reservoir Simulator // SPE 38889 in Proceeding of SPE Annual Technical Conference. – San Antonio, 1997.

А. М. НАУКЕНОВА¹, Б. Б. ОРАЗБАЕВ², Л. Т. КУРМАНГАЗИЕВА¹

¹Атырауский государственный университет им. Х. Досмухамедова

²Атырауский институт нефти и газа

АЛГОРИТМЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КРИТИЧЕСКОГО ПУТИ ПРИ СЕТЕВОМ ПЛАНИРОВАНИИ И УПРАВЛЕНИИ

Исследованы и разработаны алгоритмы определения критического пути при сетевом планировании и управления в решениях задач распределения ресурсов. Систематизированы и приведены меры по сокращению продолжительности работ, находящихся на критическом пути. На основе методов динамического программирования предложены и описаны алгоритмы для определения критического пути в задачах распределения ресурсов в детерминированном случае и условиях неопределенности. Приведен конкретный пример с использованием предложенного алгоритма для нахождения критического пути в детерминированном случае.

Ключевые слова: распределение ресурсов, сетевое планирование, критический путь, динамическое программирование, оптимизация.

Мақаладағылыми ресурстарды тарату есептерін шеікенде желілік жоспарлау мен басқаруда дағдарысты жолды анықтау зерттелді және алгоритмдері құрылды. Критикалық жолдағы жұмыстардың орындалу уақытын қысқарту шаралары жүйеленіп, келтірілді. Динамикалық бағдарлама тәсілдері негізінде детерминді және анықсыздық жағдайларда ресурстарды тарату есептеріндегі сыни жолдарды анықтау алгоритмдері ұсынылды және сипатталды. Детерминді жағдайда сыни жолды анықтау үшін ұсынылған алгоритмді қолдана отырып нақты мысалдың шеімі келтірілді.

Кілттік сөздер: ресурстарды тарату, желілік жоспарлау, дағдарысты жол, динамикалық бағдарлама, оңтайландыру.

In the paper algorithms were studied and worked out of critical path determination when project management and network planning in solving problems of resources allocation. Measures were systematized and were given on decreasing duration of operations, which are on the critical path. Algorithms for determination of the critical path in problems of resources allocation, based on methods of dynamic programming, were offered and were described in deterministic case and in conditions of uncertainty. Specific example was given with offered algorithm using for determination of the critical path in deterministic case.

Keywords: resource allocation, network planning, critical path, dynamic programming, optimization.

Одной из основных характеристик сетевого графика и задачи распределения ресурсов является нахождение критического пути. При выполнении комплекса работ основными элементами сетевой модели являются работа, событие и продолжительность работ [1].

Критический путь – центральное понятие сетевого планирования и управления. Важнейшей целью анализа сетевого графа по критерию времени является установление общей продолжительности всего планируемого комплекса работ. Общая продолжительность определяется только работами, лежащими на критическом пути. Увеличение времени выполнения любой критической работы ведет к отсрочке завершения

всего комплекса работ, в то время как задержка выполнения некритических работ может никак не отразиться на сроке наступления конечного события.

После нахождения критического пути и резервов времени работ и оценки вероятности выполнения проекта в заданный срок должен быть проведен всесторонний анализ сетевого графика и приняты меры по его оптимизации.

Оптимизация сетевого графика представляет собой процесс улучшения организации выполнения комплекса работ с учетом срока его осуществления. Оптимизация проводится в целях сокращения длины критического пути, выравнивания коэффициентов напряженности работ, рационального использования ресурсов.

В первую очередь принимаются меры по сокращению продолжительности работ, находящихся на критическом пути. Это достигается:

- перераспределением всех видов ресурсов, как временных, так и трудовых, материальных, энергетических, при этом перераспределение ресурсов должно идти, как правило, из зон, менее напряженных, в зоны, объединяющие наиболее напряженные работы;

- сокращением трудоемкости критических работ за счет передачи части работ на другие пути, имеющие резервы времени;

- параллельным выполнением работ критического пути;

- пересмотром топологии сети, изменением состава работ и структуры сети.

В процессе сокращения продолжительности работ критический путь может измениться, и в дальнейшем процесс оптимизации будет направлен на сокращение продолжительности работ нового критического пути и так будет продолжаться до получения удовлетворительного результата. В идеале длина любого из полных путей может стать равной длине критического пути или, по крайней мере, пути критической зоны.

Весьма эффективным является использование метода статистического моделирования, основанного на многократных последовательных изменениях продолжительности работ.

Сетевые модели могут оказать существенную помощь при изучении метода построения моделей динамического программирования и эффективно применяться при решении задач распределения ресурсов.

Приведем алгоритм решения задач распределения ресурсов на сетевых моделях, когда продолжительность выполнения работ зависит от выделенных ресурсов и определяется следующим образом [2].

Пусть t_{ij}^{\min} и t_{ij}^{\max} – минимальное и максимальное время выполнения работы U_{ij} . Тогда алгоритм решения задачи распределения ресурсов заключается в следующем:

1. Назначается для всех работ $\{i, j\}$ время выполнения работ t_{ij} равно t_{ij}^{\min} .
2. Находится критический путь. Пусть затраты при этом составят $Z < R$ (R – общее количество ресурсов).

3. Определяется множество путей $\Pi = \{\Pi_1, \Pi_2, \dots, \Pi_n\}$, у которого начальная и конечная стадии совпадают с критическим путем.

4. Выбирается некоторый путь Π_{ii} (вначале $i = j$), начальные и конечные точки которых совпадают.

5. Составляется задача линейного программирования для уменьшения затрат по известным методикам [**].

6. Определяется уменьшение затрат ΔZ_i .

7. Если при этом $Z - \Delta Z_p$, то задача считается решенной, осуществляется переход к пункту 11.

8. Рассматривается следующий путь $i = i + 1$.

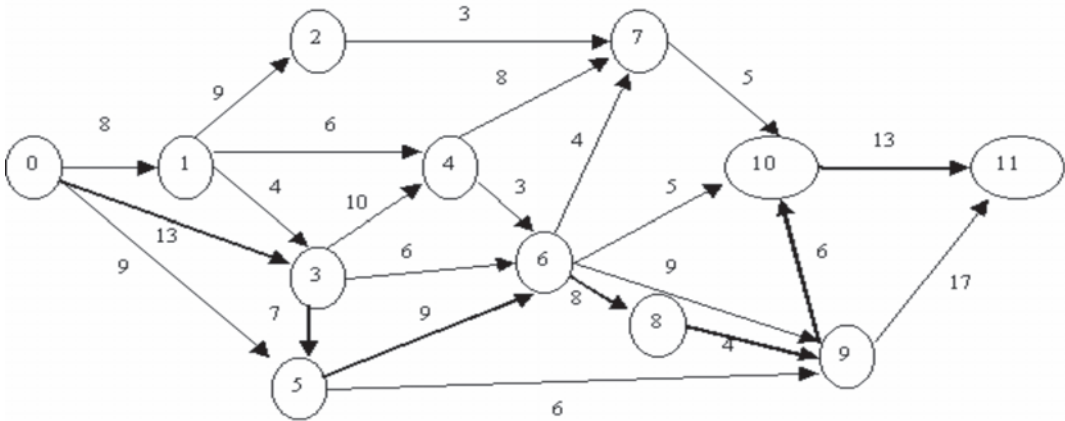
9. Если путь Π_i существует, то осуществляется переход к пункту 5.

10. Увеличивается время выполнения работ критического пути, начиная с того пути, где уменьшение времени не требует больших затрат, осуществляется переход к пункту 5.

11. Вывод результатов и конец.

Рассмотрим конкретный пример. Пусть заданы работы в виде сетевого графа (см. рисунок) [3]. Необходимо определить критический путь.

Решение. Критический путь определяется на основе расчета раннего срока завершения событий (минимальное время, необходимое для завершения события) $t_p(j)$, $j = \overline{1, 11}$. При этом расчет на сетевом графе осуществляется слева направо.



Сетевой граф выполнения работ

Сначала полагается, что срок окончания 0-го события равен $t_p(0) = 0$. Далее рассматриваются все события, зависящие только от события 0. Такое событие 1. Вычислим начало наступления события 1:

$$t_p(1) = t_p(0) + t_{01} = 0 + 8 = 8 \leftarrow 0 .$$

Здесь $\leftarrow 0$ означает, что $t_p(1)$ вычислено на основе предыдущей работы 0. Далее рассматриваются работы, которые зависят от работ 0 и 1. В данном случае можно вычислить $t_p(2)$, $t_p(3)$ [4]:

$$t_p(2) = t_p(1) + t_{12} = 8 + 9 = 17 \leftarrow 1 ,$$

$$t_p(3) = \max \{ t_p(1) + t_{13}; t_p(0) + t_{03} \} = \max \{ 8 + 4; 13 \} = 13 \leftarrow 0 .$$

Далее необходимо определить $t_p(4)$, $t_p(5)$ и т.д.:

$$t_p(4) = \max \{t_p(1) + t_{14}; t_p(3) + t_{34}\} = \max \{8 + 6; 13 + 10\} = 23 \leftarrow 3,$$

$$t_p(5) = \max \{t_p(3) + t_{35}; t_p(0) + t_{05}\} = \max \{13 + 7; 9\} = 20 \leftarrow 3,$$

$$t_p(6) = \max \{t_p(4) + t_{46}; t_p(3) + t_{36}; t_p(5) + t_{56}\} = \max \{23 + 3; 13 + 6; 20 + 9\} = 29 \leftarrow 5,$$

$$t_p(7) = \max \{t_p(2) + t_{27}; t_p(4) + t_{47}; t_p(6) + t_{67}\} = \max \{17 + 3; 28 + 8; 29 + 4\} = 33 \leftarrow 6,$$

$$t_p(8) = \max \{t_p(5) + t_{58}; t_p(6) + t_{68}\} = \max \{20 + 10; 29 + 8\} = 37 \leftarrow 6,$$

$$t_p(9) = \max \{t_p(6) + t_{69}; t_p(8) + t_{89}; t_p(5) + t_{59}\} = \max \{29 + 9; 37 + 4; 20 + 6\} = 41 \leftarrow 8,$$

$$t_p(10) = \max \{t_p(7) + t_{7,10}; t_p(6) + t_{6,10}; t_p(9) + t_{9,10}\} = 50 \leftarrow 9,$$

$$t_p(11) = \max \{t_p(10) + t_{10,11}; t_p(9) + t_{9,11}\} = \max \{47 + 13; 41 + 17\} = 60 \leftarrow 10.$$

Теперь критический путь находится начиная с события 11. Этому событию предшествовало событие 10, а 10-му событию – событие 9, 9-му событию – 8, 8-му событию – 6, 6-му событию – 5, 5-му событию – 3, 3-му событию – 0.

Критический путь на рисунке изображен жирными линиями. Теперь можно определить время завершения событий $t_n(j)$, $j = \overline{1, 11}$. При этом вычисление осуществляется с конца. Сначала полагаем для последнего события $t_n(11) = 60$. Далее определим:

$$t_n(10) = t_n(11) - t_{10,11} = 60 - 13 = 47,$$

$$t_n(9) = \min \{t_n(11) - t_{9,17}; t_n(10) - t_{9,10}\} = \min \{60 - 17; 47 - 6\} = 41,$$

$$t_n(8) = t_n(9) - t_{8,9} = 41 - 4 = 37,$$

$$t_n(7) = t_n(10) - t_{7,10} = 47 - 5 = 42,$$

$$t_n(6) = \min \{t_n(7) - t_{67}; t_n(10) - t_{6,10}; t_n(9) - t_{69}; t_n(8) - t_{68}\} =$$

$$= \min \{42 - 4; 47 - 5; 41 - 9; 37 - 8\} = 29,$$

$$t_n(5) = 20, \quad t_n(3) = 13, \quad t_n(0) = 0,$$

$$t_n(4) = \min \{t_n(6) - t_{4,6}; t_n(7) - t_{47}\} = \min \{29 - 3; 33 - 8\} = 25,$$

$$t_n(2) = t_n(7) - t_{27} = 42 - 3 = 39,$$

$$t_n(1) = \min \{t_n(2) - t_{12}; t_n(4) - t_{14}; t_n(3) - t_{13}\} = \min \{39 - 9; 25 - 6; 13 - 4\} = 9.$$

Для распределения ресурсов на сетевых моделях в условиях неопределенности предлагаем следующий алгоритм. Рассмотрим методику оценки критического пути и построения для него доверительного интервала, когда комплекс работ задан в виде сетевого графа $G = \langle V, U \rangle$, причем продолжительности работ (дуги) подчиняются некоторому закону $F_i(t)$ с математическим ожиданием m_i и дисперсией σ_i^2 , $i = \overline{1, n}$ (n – число работ – дуг графа).

Введем случайные величины ξ^i , $i = \overline{1, n}$, имеющие функцию распределения вероятности $F_i(t)$, математическое ожидание m_i и дисперсию σ_i^2 , $i = \overline{1, n}$. Имитирование этих случайных величин (с. в.) можно проводить на компьютере, так как во всех инструментальных средствах программирования имеется генератор случайных чисел равномерного распределения на отрезке (0,1). Например, на Паскале функция $\eta = \text{random}$ [5].

Используя значение этой с.в., мы можем получить значение с.в. ξ^i с функцией распределения $F_i(t)$ по формуле [28]:

$$\xi^i = F_i^{-1}(\eta), \tag{1}$$

где $F_i^{-1}(\eta)$ – обратная функция к функции $F_i(t)$.

Теперь, зная характеристики времени выполнения работ сетевого графика, мы можем оценить критический путь следующим образом:

1. Сначала номер имитации j принимается равным 1.
2. Воспроизводятся случайные числа для j -й имитации для всех работ сетевого графика по формуле $\xi^i = F_i^{-1}(\eta)$, $i = \overline{1, n}$.
3. Находится критическое время T_{kp}^j выполнения работ по методике определения критического пути.
4. Полагается $j = j + 1$. Если $j \leq N$ (N – заданное число имитации), то осуществляется переход к пункту 2.
5. Вычисляется оценка математического ожидания критического пути \hat{T}_{kp} и СКО $\hat{\sigma}_{kp}$ по формулам:

$$\hat{T}_{kp} = \frac{\sum_{j=1}^N T_{kp}^j}{N}, \tag{2}$$

$$\hat{\sigma}_{kp} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^N (\hat{T}_{kp} - T_{kp}^j)^2}{N - 1}}. \tag{3}$$

Доверительный интервал определяется по формуле

$$-\frac{\hat{\sigma}_{kp}}{\sqrt{N}} t_\alpha + \hat{T}_{kp} \leq T_{kp} \leq \hat{T}_{kp} + \frac{\hat{\sigma}_{kp}}{\sqrt{N}} t_\alpha. \tag{4}$$

Возникает, естественно, вопрос: а сколько раз нужно имитировать случайную величину, чтобы оценка \hat{T}_{kp} отличалась от реального значения менее чем на ε ? Это можно оценить, если учесть, что согласно центральной предельной теореме сумма

независимых случайных величин \hat{T}_{kp} (а у нас с.в. T_{kp}^j независимы) подчиняется нормальному закону. Тогда точность определения ε математического ожидания T_{kp} для этого закона есть:

$$\varepsilon = \frac{\hat{\sigma}}{\sqrt{N}} t_{\alpha}, \quad (5)$$

где t_{α} – квантиль нормального закона распределения.

Из формулы (6) получим необходимое число имитаций N :

$$N = \frac{\hat{\sigma}^2 t_{\alpha}^2}{\varepsilon^2}. \quad (6)$$

Таким образом, приведены результаты разработки алгоритмов определения критического пути при сетевом планировании и управления в решениях задач распределения ресурсов. Систематизированы и даны меры по сокращению продолжительности работ, находящихся на критическом пути. На основе метода динамического программирования предложены и описаны алгоритмы для определения критического пути в задачах распределения ресурсов в детерминированном случае и в условиях неопределенности. Представлен конкретный пример с использованием разработанных алгоритмов.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Прилуцкий М.Х. Многокритериальные многоиндексные задачи объемно-календарного планирования // Изв. АН. Теория и системы управления. – 2007. – №1. – С. 276.
- 2 Гизатуллин Э.З. Стохастическая модель планирования внутризаводского распределения ресурсов. – М., 1990. – 210 с. Деп в ИНИИТЭИ МПС №5320-ЖД-90.
- 3 Сагнаева А.Ш. Анализ эффективности работы цикла с использованием имитационного моделирования// Инф. технологии и автоматизация производственных процессов: Труды МНК. – Алматы, 2002. – С.102.
- 4 Исмагулова Ж.С. Разработка и исследование методов распределения ресурсов на сетевых моделях в условиях неопределенности: Автореф. дис. ... канд. наук. – Алматы, 2010. – 23 с.
- 5 Шукаев Д.Н., Тажибаева А.К., Хасенова Ш.Д. Метод расширения для решения многомерных задач распределения ресурсов // Современные проблемы информатики, управления и создания информационных технологий: Сборник трудов. – Алматы, 1998. – Ч. 1. – С.213– 214.

З. И. САМИГУЛИНА

*Институт проблем информатики и управления,
КазНТУ им. К. И. Сатпаева*

АДАПТИВНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ТРАЕКТОРИЕЙ ДВИЖЕНИЯ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА

Предложенный подход управления траекторией движения космического аппарата (ТДКА) включает в себя нелинейную математическую модель ТДКА в центральном поле, которая была линеаризована с помощью разложения в ряд Тейлора. Разработана адаптивная система управления с эталонной моделью на основе второго метода Ляпунова, состоящая из контура адаптации и контура управления с обратной связью. Получен алгоритм адаптации с настраиваемыми параметрами и адаптивный закон управления траекторией движения космического аппарата. Достоинствами предложенного подхода являются точность и высокая скорость сходимости алгоритма.

Ключевые слова: *траектория движения космического аппарата, система адаптивного управления, нелинейное моделирование, эталонная модель, теория Ляпунова.*

Космостық аппарат қозғалысының траекториясын басқаратын (КАҚТ) ұсынылған әдіс Тейлор қатарында ыдырату көмегімен сызықтандырылған, орталық өрісте КАҚТ сызықтық емес үлгісін құрайды. Кері байланысы бар бейімдеу контурынан және басқару контурынан құралған, Ляпуновтың екінші әдісіне негізделген эталон-үлгілі басқарудың бейімдеу жүйесі жасалды. Құрылмалы параметрлі бейімдеу алгоритмі мен космостық аппараттың қозғалыс траекториясын басқаратын бейімдік заңы жасалды. Ұсынылған әдістің артықшылықтары алгоритм жинақтылығының дәлдігі мен жоғары жылдамдық болып табылады.

Кілттік сөздер: *космостық аппарат қозғалысының траекториясы, басқарудың бейімдік жүйесі, жызықтық емес үлгілеу, эталон-үлгі, Ляпунов теориясы.*

The proposed approach of spacecraft movement trajectory control (SMT) includes non-linear mathematical model of SMT in a central field, which had been linearized using the Taylor series expansion. Adaptive control system was developed with the reference model based on Lyapunov's second method, consisting of adaptation contour and control loop with the feedback. Adaptation algorithm with configurable parameters and adaptive control law of the spacecraft movement trajectory were obtained. Advantages of the proposed approach are accuracy and speed of algorithm convergence.

Keywords: *spacecraft movement trajectory, adaptive control system, non-linear modeling, reference model, Lyapunov's method.*

Особенностью объектов космической отрасли является наличие различного рода неопределенностей параметров, которые впоследствии вызывают трудности в создании систем автоматического управления. В связи с этим активно ведутся исследования в области применения принципов адаптивного управления в аэрокосмической отрасли [1]. Существуют методы, основанные на самообучении, для выполнения точных задач по управлению космическими аппаратами (КА) [2]. Также принципы адаптивного управления используются для ориентации космического аппарата с насыщением привода [3]. Встречаются системы адаптивного управления ориентацией спутников на эллиптической орбите [4]. Разрабатываются системы управления КА в условиях зашумленности [5]. Наряду с этим адаптивные системы управления применяются для маневра вращения КА и подавления вибрации орбитального КА с гиб-

кими внешними устройствами [6]. Дополнительно реализуются гибридные системы управления КА с гибкими внешними устройствами [7].

Однако до сих пор системы адаптивного управления траекторией движения космического аппарата при смене с эллиптической на параболическую орбиту для межпланетного перелета построено не было.

Рассмотрим оптимальную математическую модель траектории движения космического аппарата, описываемую нелинейными дифференциальными уравнениями системы на основе граничных условий [8]:

$$\begin{aligned}\dot{p}(t) &= 2p(t)^{3/2}(Q(t)+1)^{-1}a_\varphi + u_1(t), \\ \dot{Q}(t) &= (-p(t))^{(-3/2)}(Q(t)+1)^2 L(t) + 2\sqrt{p(t)}a_\varphi + u_2(t), \\ \dot{L}(t) &= p(t)^{-3/2}(Q(t)+1)^2 Q(t) + \sqrt{p(t)}(Q(t)+1)^{-1}L(t)a_\varphi + \sqrt{p(t)}a_r + u_3(t),\end{aligned}\quad (1)$$

где $p(t) \in R$ обозначает параметр оскулирующего эллипса и $\{Q(t), L(t)\} \in R$ являются фазовыми координатами. Ускорения $\{a_\varphi, a_r\} \in R$ определяют компоненты реактивного ускорения в сферических координатах и $u_1(t), u_2(t), u_3(t)$ являются выходными сигналами. Начальные условия $\{p_0, Q_0, L_0\}$ определяют оптимальную траекторию движения, выражаются через эксцентриситет ε_0 и интинную аномалию ν_0 . Линеаризация математической модели ТДКА осуществляется с помощью разложения в ряд Тейлора [8].

Для синтеза системы автоматического управления необходимо разработать адаптивную систему, которая в случае воздействия на КА случайных возмущений и его отклонении от заданной траектории движения (ТД) возвращала бы к эталонной ТД; при этом ошибка между фактической ТД и эталонной стремилась бы к нулю.

Разработанная адаптивная система управления с эталонной моделью показана на рисунке. Верхняя часть рисунка состоит из эталонной модели, которая включает в себя информацию о желаемой динамике ТДКА $x_M(t)$ и эталонный управляющий сигнал $u_M(t)$. Нижняя часть схемы состоит из объекта управления с выходным сигналом $y(t)$ и законом управления $u_a(t)$, полученным из адаптивного регулятора. Средняя часть схемы содержит механизм адаптации, который используется для настройки параметров адаптации f_a и закона f_b управления $u_a(t)$.

Введем вектор переменных состояния $x_M(t) = [p(t) \quad Q(t) \quad L(t)]^T$ и вектор входных сигналов $u_M(t) = [u_1(t) \quad u_2(t) \quad u_3(t)]^T$.

$$\dot{x}_M(t) = AE_M(t) + B_M u_M(t), \quad (2)$$

где $x_M(t) \in R^{3 \times 1}$ – вектор состояния эталонной модели; $A_M \in R^{3 \times 3}$ – матрица переменных, представляющая взаимосвязь с линеаризованными параметрами $p(t)$, $Q(t)$,

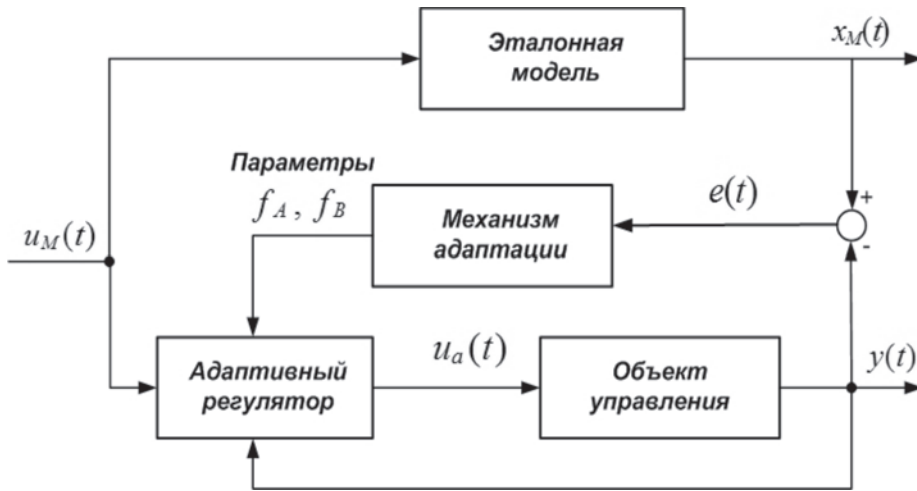


Схема адаптивной системы управления ТДКА с эталонной моделью

$L(t)$; $B_M \in R^{3 \times 3}$ – матрица управления системы; $u_M \in R^{3 \times 1}$ – вектор управления системы.

В процессе реального движения космического аппарата выходной сигнал может отклоняться от заданного $x_M(t)$ под воздействием случайных возмущений, он описывается вектором переменных состояния $y(t) = [p_s(t) \ Q_s(t) \ L_s(t)]^T$. Вектор ошибки рассчитывается как разница между эталонной моделью (2) и реальным объектом управления:

$$e(t) = x_M(t) - y(t), \quad (3)$$

где $e(t) \in R^{3 \times 1}$ – вектор ошибки, значения которого не известны; $y(t) \in R^{3 \times 1}$ – вектор состояния реального движения космического аппарата.

В данном случае имеет место система с параметрической неопределенностью, при которой параметры объекта управления A_p и B_p отличаются от параметров заданной модели A_M и B_M и являются неопределенными, при этом значения выходных сигналов $y(t)$ известны и отличаются от желаемых $x_M(t)$ на ошибку $e(t)$ (3). Эти недостатки можно устранить путем применения адаптивного закона управления на основе эталонной модели [10]:

$$\dot{y}(t) = A_p y(t) + B_p u_a(t), \quad (4)$$

где $y(t) \in R^{3 \times 1}$ – вектор выходного сигнала регулируемой системы ТДКА, $A_p \in R^{3 \times 3}$ и $B_p \in R^{3 \times 3}$ – неизвестные матрицы, и выбранным законом управления является вектор $u_a(t) = [u_{a1}(t) \ u_{a2}(t) \ u_{a3}(t)]^T$:

$$u_a(t) = f_y(e, t) \cdot y(t) + f_M(e, t) \cdot u_M(t), \quad (5)$$

где $f_y(e, t) \in R^{3 \times 3}$ и $f_M(e, t) \in R^{3 \times 3}$ представляют собой две матрицы управления с обратной связью. Для осуществления процедуры настройки параметров регулятора перепишем математическую модель (4) с учетом выражения входного сигнала:

$$\dot{y}(t) = (A_p + B_p \cdot f_y(e, t)) \cdot y(t) + B_p \cdot f_M(e, t) \cdot u_M(t). \quad (6)$$

Введем в рассмотрение обозначения:

$$A_S(e, t) = A_p + B_p \cdot f_y(e, t), \dots B_S(e, t) = B_p \cdot f_M(e, t). \quad (7)$$

Тогда представим модель (6) в виде

$$\dot{y}(t) = A_S(e, t) \cdot y(t) + B_S(e, t) \cdot u_M(t), \quad (8)$$

где $A_S(e, t) \in R^{3 \times 3}$ и $B_S(e, t) \in R^{3 \times 3}$ – неизвестные матрицы, которые зависят от состояния обобщенного вектора ошибки $e(t)$. Следующая процедура, в соответствии с результатами [10], позволяет получить адаптивный закон управления (5), при этом в параметрах матриц $A_S(e, t)$ и $B_S(e, t)$ содержится информация о реальном объекте управления, траектории движения космического аппарата, а в матрицах $A_M \in R^{3 \times 3}$ и $B_M \in R^{3 \times 3}$ – эталонная модель, желаемая динамика движения КА. Возьмем производную от вектора ошибки (3) с помощью (2) и (5) и введем элемент $\pm A_M y(t)$:

$$\dot{e}(t) = A_M e(t) + [A_M - A_S(e, t)]y(t) + B_M - B_S(e, t)u_M(t). \quad (9)$$

Затем необходимо определить функцию Ляпунова $V \in R$, которая включается в вектор ошибки $e(t)$ (9). Выбранная функция представлена в следующей форме [10]:

$$V = e^T(t) \cdot P \cdot e(t) + tr \{ [A_M - A_S(e, t)]^T \cdot f_A^{-1} \cdot [A_M - A_S(e, t)] \} + tr \{ [B_M - B_S(e, t)]^T \cdot f_B^{-1} \cdot [B_M - B_S(e, t)] \}. \quad (10)$$

Согласно выбранной функции Ляпунова V и второго метода Ляпунова матрица $P \in R^{3 \times 3}$ должна быть положительно определенная и косоcимметрическая, $P = P^T > 0$, $f_A \in R$ и $f_B \in R$ – положительно определенные параметры адаптивного механизма. Далее выбираются следующие законы адаптации:

$$\dot{A}_S(e, t) = f_A \cdot (P \cdot e(t)) \cdot y^T(t), \quad \dot{B}_S(e, t) = f_B \cdot (P \cdot e(t)) \cdot u_M^T(t). \quad (11)$$

После интегрирования (11) получены выражения:

$$\dot{A}_S(e, t) = \int_0^t f_A \cdot (P \cdot e(\tau)) \cdot y^T(\tau) d\tau + A_S(0), \quad (12)$$

$$\dot{B}_S(e, t) = \int_0^t f_B \cdot (P \cdot e(t)) \cdot u_M(t) d\tau + B_S(0). \quad (13)$$

Необходимо отметить, что f_A и f_B – изменяемые параметры и используются для определения функциональной связи между $A_S(e, t)$, $B_S(e, t)$ и значениями вектора ошибки $e(t)$ в интервале $0 \leq \tau \leq t$ [10]. В результате закон управления $u_a(t)$ для реального объекта управления и изменяющихся параметров f_A и f_B представлен следующими выражениями:

$$\begin{aligned} u_a(t) &= f_y(t) \cdot y(t) + f_M(t) \cdot u_M(t), \\ \frac{d}{dt} f_y(t) &= f_A \cdot B_S^T \cdot P \cdot e(t) \cdot y^T(t), \\ \frac{d}{dt} f_M(t) &= f_B \cdot B_S^T \cdot P \cdot e(t) \cdot u_M^T(t). \end{aligned} \quad (14)$$

Таким образом, заключительным этапом синтеза адаптивного регулятора (14), предваряющим разработку его технической реализации, является исследование работоспособности системы с учетом внешних воздействий на основе моделирования. На этом этапе также могут уточняться параметры алгоритма в реальных условиях адаптации. Для синтеза адаптивного управления ТДКА получены:

- 1) алгоритм адаптации, который содержит настраиваемые параметры f_A и f_B закона управления (5);
- 2) алгоритм адаптивного управления системы (4) с законом управления (5).

Разработанный адаптивный алгоритм управления траекторией движения космического аппарата обладает высокой точностью и скоростью сходимости, что позволяет обеспечить надежную систему автоматического управления в условиях неопределенности параметров и при значительном изменении динамических свойств объекта управления.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Lavretsky E., Wise K. Robust and Adaptive Control with Aerospace Applications //Springer.– 2013. – 454 p.
- 2 Rutkowski V. Yu., Zemlaykov S. D., Suhanov V. M., Glumov V. M. Some methods and adaptive the coordinate-parametric control objects for the aviation and space applications //Gyroscopy and Navigation. – 2006. – V. 2, N1. – P. – 118.
- 3 Anton H.J. De Ruiter. Adaptive Spacecraft Attitude Control with Actuator Saturation //Journal of Guidance, Control, and Dynamics. – 2010. – Vol. 33, N2. – P. 1692–1696.
- 4 Keum W. Lee, Sahjendra N. Singh. Attractive manifold - based adaptive solar attitude control of satellites in elliptic orbits //Acta Astronautica. – 2011. – Vol. 68, N2. – P. 185-196.
- 5 Keum W. Lee, Sahjendra N. Singh. L_1 adaptive control of flexible spacecraft despite disturbances //Acta Astronautica. – 2012. – Vol. 80, N24. – P.35.
- 6 Li Zhi-Bin, Wang Zha0-Lin, Li Jun-Feng. A hybrid control scheme of adaptive and variable structure for flexible spacecraft //Aerospace Science and Technology. – 2004. – Vol. 8, N5. – P. 423–430.

7 Zeng Y., Araujo A. D., Sahjendra N. Singh. Output feedback variable structure adaptive control of a flexible spacecraft // *Acta Astronautica*. – 1999. –V.44, N 1. – P. 11–22.

8 Гродзовский Г.Л., Иванов Н., Токарев В.В. Механика полета космического аппарата (проблемы оптимизации). – М.: Наука, 1975. – 678 с.

9 Golnaraghi F., C. Kuo B. *Automatic Control Systems*. – Wiley: New-York, 2009. – 504 с.

10 Landau I. D. *Adaptive control - The Model Reference approach*. – Dekker: New York, 1979. – 406 с.

НОВОСТИ НАУКИ И ТЕХНИКИ

Революция в химии

Международная исследовательская группа под руководством профессора Артема Оганова из Университета Стоуни Брук (государственный университет, Нью-Йорк) и профессора Александра Гончарова из Института Карнеги опубликовала в издании Science статью о своем открытии в области химии.

Ученые смогли перевести обычную поваренную соль в «запрещенную» форму, которая не должна существовать согласно законам современной химии. Ученые говорят, что это лишь начало революции, которая обещает множество новых материалов с невероятными свойствами.

Эксперименты по применению высокого давления к обычным веществам, в частности поваренной соли, неожиданно дали новые химические соединения, которые не должны существовать в соответствии с правилами из современных учебников химии. Исследование, проведенное на источнике рентгеновского излучения PETRA III немецкого синхротрона DESY, может открыть дорогу к более универсальному пониманию химии и созданию новых материалов и направлений в науке.

Ученые работали с поваренной солью (NaCl), которая является одним из наиболее изученных химических соединений. Соль имеет кристаллическую структуру и ее химический состав очень прост: один атом натрия (Na) и один атом хлора (Cl). Однако эксперименты показали, что простота соли наблюдается лишь при обычных условиях окружающей среды, а в условиях экстремальных могут появляться другие соединения натрия и хло-

ра, которые «запрещены» классическими правилами химии. Например, в соответствии с правилом октета все химические элементы стремятся заполнить их внешнюю оболочку восемью электронами, так как валентная оболочка элемента полна и наиболее устойчива, если содержит 8 электронов. В частности, эта устойчивость объясняет низкую химическую активность благородных газов. Натрий имеет один дополнительный электрон, а хлору, наоборот, одного не хватает, поэтому натрий отдает один электрон хлору, в результате чего оба атома с внешней оболочкой, содержащей восемь электронов, формируют сильную ионную связь. Проще говоря, в обычных условиях поваренная соль выполняет правило октета и соответствует всем правилам классической химии. Однако когда ученые поместили кристаллы соли в зону высокого давления (200 000 атмосфер), а затем добавили дополнительные хлор или натрий, появились «невозможные» соединения, такие, как Na_3Cl и NaCl_3 . Более того, удалось найти и другие устойчивые соединения натрия и хлора, которые считались невозможными, поскольку требуют совершенно иной формы химической связи – с более высокой энергией, а природа всегда «предпочитает» связи низкоэнергетические. Тем не менее ученые создали данные соединения, причем они термодинамически стабильны, то есть при высоком давлении сохраняют свои свойства долгое время, а при обычном давлении – несколько минут. Это дает более широкий взгляд на химию, более того, Артем Оганов уверен, что это начало революции в химии.

«Мы обнаружили, что при давлениях, достижимых в лаборатории, получаются

новые стабильные соединения, которые противоречат классическим правилам химии, – говорит Артем Оганов. – Если применить относительно небольшое давление в 200 тыс. атмосфер (давление в центре Земли составляет 3,6 млн атмосфер), многое из того, что мы знаем из учебников химии, перестает работать».

Одной из причин таких неожиданных открытий является тот факт, что вся современная химия тесно связана с условиями окружающей среды. Но на поверхности Земли эти условия совсем не такие, как в разных уголках Вселенной. Даже под землей, на большой глубине, условия совершенно другие, и там, возможно, могут работать совершенно другие законы химии. Правила химии не такие строгие, как математические теоремы, и могут быть нарушены – достаточно найти условия, пускай и фантастические, кажущиеся невозможными.

На практике это означает, что возможно создание материалов с необычными свойствами, которые кажутся на первый взгляд абсурдными. Например, среди созданных командой Артема Оганова соединений есть двумерные металлы, которые проводят электричество лишь вдоль слоев материала, но не поперек. Один из материалов, Na_3Cl , имеет удивительную структуру. Он состоит из слоев NaCl и слоев чистого натрия, при этом слои NaCl выступают в качестве изоляторов, а слои чистого натрия проводят ток. Системы с подобной двумерной электропроводностью имеют большой потенциал в микроэлектронике. Эксперименты с поваренной солью – это лишь начало длинного пути, на котором будет создано множество совершенно новых соединений. «Если даже простое химическое соединение, соль, способно превратиться в такие разнообразные вещества в условиях высокого давления, то и другие,

вероятно, также на это способны, – объясняет Александр Гончаров. – Это может помочь ответить на многие важные вопросы, например, о начале развития планетарных ядер, а также поможет создать новые очень полезные материалы».

Третья премия Мильнера

14 декабря 2013 г. Юрий Мильнер и Марк Цукерберг учредили самую крупную премию по математике. Российский бизнесмен Юрий Мильнер учредил свою третью премию по науке – для математиков – и премировал новых лауреатов фундаментальной премии по физике и премии за прорывы в области наук о жизни. Среди лауреатов – ученый-эмигрант из СССР и преемник Стивена Хокинга.

Российский предприниматель, совладелец Mail.ru Group Юрий Мильнер вместе с создателем социальной сети Facebook Марком Цукербергом объявил о создании новой премии. Ее размер для каждого лауреата составит \$3 млн, получать ее будут математики. Первых лауреатов определяют сами Юрий Мильнер и Марк Цукерберг после консультаций с экспертами. Это будет самая крупная премия для математиков, которым, как известно, не присуждаются Нобелевские премии. Эта премия также станет одной из трех самых крупных научных премий и третьей научной премией, основателем которой является Юрий Мильнер.

Летом 2012 года Юрий Мильнер, выпускник физического факультета МГУ и бывший сотрудник Физического института – ФИАН, учредил премию по фундаментальной физике **Fundamental Physics Prize**, первыми лауреатами которой стали девять человек, в том числе работающие за рубежом российские ученые Андрей Линде, Максим Концевич

и Алексей Китаев. Позднее лауреатами специальной премии стали Стивен Хокинг и сотрудники CERN. Премию 2013 года **получил работающий в США Александр Поляков**. Размер каждой премии составил \$3 млн, при этом были учреждены и другие номинации с менее крупными премиями, например премия для молодых физиков «Новые горизонты в физике».

Свою **вторую премию Юрий Мильнер учредил в конце февраля 2013 года** вместе с Марком Цукербергом и его женой Присциллой Чан, а также сооснователем Google Сергеем Брином и его женой Анной Войжитски. Точнее, все они учредили фонд Breakthrough Prize in Life Sciences Foundation, который принял решение присуждать премии ученым за прорывные открытия в области наук о жизни. Тогда же были названы имена первых девяти лауреатов, каждый из которых получил \$3 млн. Торжественная церемония вручения премий состоялась в марте 2013 года в Женеве. Ее проводил известный киноактер Морган Фримен.

О создании новой премии Юрия Мильнера по математике, которую он учредил вместе с Марком Цукербергом, 14 декабря 2013 г. сообщили ведущие англоязычные газеты, в частности **New York Times** и **Independent**. Их представители побывали на церемонии, которая состоялась рано утром в пятницу (13 декабря) по московскому времени в **Исследовательском центре Эймса** – одном из основных центров NASA, который расположен в калифорнийской Кремниевой долине. Церемонию на этот раз вел известный американский актер Кевин Спейси. Несмотря на торжественность события, само мероприятие было окружено информационным вакуумом: официального пресс-релиза о нем на сайтах премий нет.

В ходе церемонии были названы новые лауреаты **Fundamental Physics Prize** и **Breakthrough Prize in Life Sciences**.

Лауреатами **физической премии** стали **Майкл Грин** из Кембриджского университета и **Джон Шварц** из Калифорнийского технологического университета «за открытие новых направлений в квантовой гравитации и в области объединения сил природы». В 2009 году Грин занял место лукасовского профессора математики в Кембридже, когда с этого поста ушел известный астрофизик Стивен Хокинг. Оба исследователя, Грин и Шварц, являются пионерами популярной сегодня теории струн.

В области **наук о жизни** были отмечены сразу шесть ученых. Среди них – **Мэлон Делонг**, нейробиолог из Университета Эмори в Атланте, который получил признание за свои пионерские работы в области лечения болезни Паркинсона. Он определил области мозга, которые ответственны за дрожание рук, что помогло в создании лекарств для лечения болезни. **Ричард Лифтон** из Йельского университета стал лауреатом за свои работы по открытию генетических предпосылок, ведущих к повышенному кровяному давлению. **Майкл Холл** из Университета Базеля (Швейцария) в 1991 году открыл фермент TOR (target of rapamycin – объект воздействия рапамицина), который контролирует рост клеток и играет главную роль в старении организма и развитии таких заболеваний, как рак.

Александр Варшавский, выпускник химфака МГУ, ныне работающий в Калифорнийском технологическом институте, получил признание за исследование внутриклеточного разрушения протеинов, которое дало толчок к пониманию и лечению рака, а также нейродегенеративных заболеваний. Защитив докторскую степень в области биохимии, он в 1977-м

эмигрировал в США и начал работать в Массачусетском технологическом институте. Позднее он перебрался в Калтех.

Свою часть премии получит **Джеймс Эллисон** из Онкологического центра при Техасском университете за разработку иммунно-терапевтических средств в лечении рака. Его работы помогли выделить особую молекулу, которая не позволяет белым кровяным тельцам быть пораженными раковыми клетками. Его открытия привели к созданию препарата, который блокирует агрессивные клетки и способен продлить жизнь пациентов на последних стадиях меланомы.

Роберт Лэнджер из Массачусетского технологического института, заведующий крупнейшей в мире биомедицинской лабораторией, получит премию за разработку биоматериалов и создание специальных медицинских систем, которые позволяют доставлять лекарства в организм без уколов и шприца. Будучи предпринимателем, Лэнджер создал стартап, занимающийся производством биоразлагаемого клея, который хирурги используют при зашивании ран после операций.

Биологическая батарейка

Благодаря способности длительное время держать заряд литиево-ионные аккумуляторы получили довольно таки большое распространение. Однако известно, что именно литий, который является главным составным компонентом батарей, характеризуется высоким уровнем токсичности. Его попадание в человеческий организм недопустимо. Именно поэтому ученые занялись поиском способов создания аккумулятора, который смог бы держать заряд и при этом быть экологически безопасным. Такие батареи позволили бы решить проблемы с ис-

пользованием медицинских имплантатов, требующих автономное электрическое питание. В данном случае целесообразно применять только биологические материалы. Такими материалами являются вода и меланин. Меланин – природный компонент, входящий в состав кожи человека или животного. Благодаря этому пигменту наша кожа приобретает загар и защищается от воздействия ультрафиолетового излучения. Учитывая свойства меланина, ученые из Питтсбурга предложили свое решение проблемы. Суть его состоит в создании экологически чистой батарейки на основе пигмента, поэтому такой аккумулятор можно использовать в медицинских целях. Кроме применения биологических батареек в создании имплантатов, их можно использовать при проведении внутреннего мониторинга состояния пациента.

Аноды биобатарейки сконструировали на основе смеси веществ, в состав которой входит большое количество меланина. Затем в смесь были добавлены ионы натрия и ее поместили в конструкцию из стальной сетки. За счет химической структуры пигмента он способен уместить большое количество ионов, что в свою очередь дало возможность создать мощный аккумулятор. В результате ученые создали батарейку, которая держит заряд более пяти часов. Это время почти равняется аналогичному показателю токсических батареек на основе лития. С одной стороны, это не много, но, если учитывать, что компоненты аккумулятора не токсичны, то это и немало.

В качестве материала для электродов были рассмотрены и другие натуральные компоненты. Но эксперименты показали, что в данном случае следует проводить химические модификации, чего не требуется при использовании меланина.

По материалам СМИ

ГОРНОЕ ДЕЛО И МЕТАЛЛУРГИЯ

УДК 621.65.07

С. Л. КУЗЬМИН¹, Т. Т. ЖУНУСОВ², А. М. АЮЛОВ³

¹Рудненский индустриальный институт

²РОО «Национальная инженерная академия Республики Казахстан»

³Кокшетауская гуманитарная академия

РАЗРАБОТКА СПОСОБОВ КОНТРОЛЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ГРУНТОВЫХ НАСОСОВ НА ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ ФАБРИКАХ

Рассмотрены вопросы повышения надежности работы грунтовых насосов на обогатительных фабриках. Проведен анализ существующей методики расчета прогиба и дисбаланса вала с применением автоматизированного расчета вала на прочность. Предложено для выявления остаточного ресурса работы грунтового насоса использовать метод вибрационной диагностики.

Ключевые слова: *грунтовой насос, вибрация, износ, диагностика, прочность.*

Байыту фабрикаларында жер асты сорғыларының жұмыс беріктілігін жоғарылату мәселелері қарастырылды. Беріктілікке валдың автоматтандырылған есептеуді қолдану арқылы вал теңгерімсіздігі мен иілуінің есептеудің қазіргі әдістемесіне талдау жасалды. Жер асты сорғысының жұмысының қалдық ресурстарын анықтау үшін вибрациялық диагностика әдісін пайдалану ұсынылды.

Кілттік сөздер: *жерастысорғысы, вибрация, тозу, диагностика, беріктілік.*

Problems were studied of performance reliability increasing of dredging pumps at preparation plants. Analysis was carried out of existing method of calculation of shaft deflection and unbalance with using of automated stress calculation of shaft. For bringing to light remaining dredging pump life, it is offered to use method of vibration diagnostics.

Keywords: *dredging pump, vibration, wear, diagnostics, strength.*

Одним из основных видов оборудования на фабриках мокрой магнитной сепарации являются грунтовые насосы. Работа насосов с абразивным грунтом приводит к быстрому истиранию поверхности рабочего колеса и защитных бронедисков. Внешний вид поверхности рабочего колеса приводится на рисунке 1.

Основным недостатком изношенных деталей является грубая и неровная поверхность изделия, при этом на вращающихся деталях (колеса насосов) резко нарушается балансировка, что может привести к разрушению механических частей машины: разрыву, изгибу вала, повреждением подшипников и других деталей [1].

На вал и подшипники грунтового насоса действуют следующие нагрузки: крутящий момент, передаваемый от двигателя рабочему колесу;

поперечные, нормальные к оси насоса силы, возникающие от собственного веса рабочего колеса;

поперечные силы, возникающие при нарушении осевой симметрии потока вне рабочего колеса;

осевые силы, возникающие в результате протекания пульпы через рабочее колесо и полости грунтового насоса.

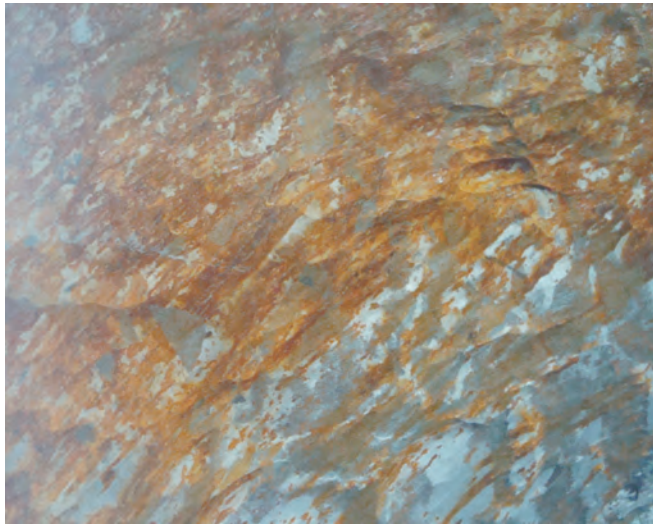


Рисунок 1 – Поверхность рабочего колеса со следами износа

Изгибающий момент, возникающий от собственного веса колеса и центробежной силы массы колеса (рисунок 2), появляется при вращении вала от несовпадения центра тяжести колеса с геометрической осью вала.

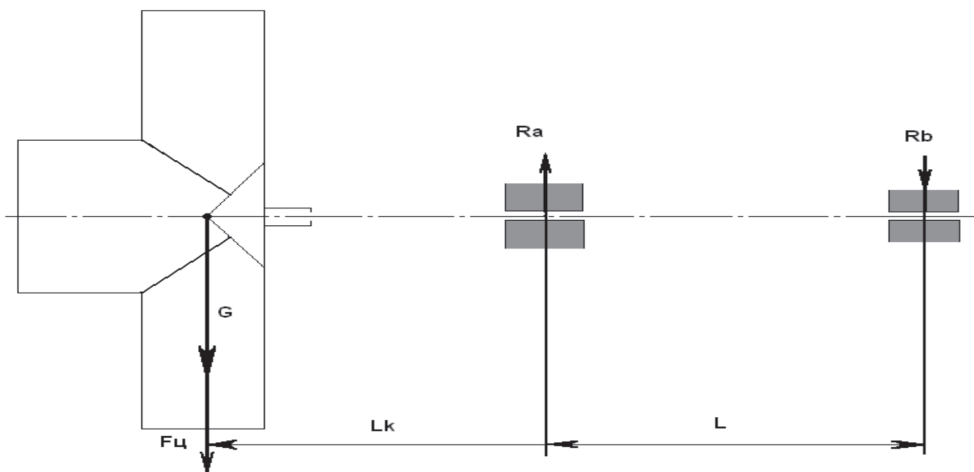


Рисунок 2 – Схема к расчету прогиба вала

Величину массового эксцентриситета, возникающего в результате неравномерного износа рабочего колеса, принимают

$$e_m \approx (0,005 \div 0,01) D_2. \quad (1)$$

Допустимую величину прогиба конца вала, несущего на себе рабочее колесо, можно определить по неравенству

$$y \leq 0,001 \cdot l_k, \quad (2)$$

где l_k – длина консоли вала, т.е. расстояние от центра тяжести рабочего колеса до центра первого подшипника.

Суммарный эксцентриситет будет

$$e = e_m + y. \quad (3)$$

Центробежная сила равна

$$F_u = \frac{G \cdot e \cdot n^2}{900}, \quad (4)$$

где G – вес рабочего колеса, Н.

Прогиб конца вала, работающего по схеме, представленной на рисунке 2, определяется выражением

$$y = \frac{(G + F_u) \cdot (l + l_k) \cdot l_k^2}{3 \cdot E \cdot I}, \quad (5)$$

где E – модуль упругости материала вала, Па; I – момент инерции вала, кгм^2 .

Расчет по этим формулам дает несколько преувеличенное значение прогиба. Такая методика позволяет приблизительно оценить предварительный дисбаланс, возникающий в вале при износе рабочих элементов.

С помощью компьютерной программы APMWinMachine, используемой для автоматизированного расчета и проектирования машин, механизмов и конструкций, можно более детально просчитать параметры прогиба вала. Для этой цели был использован модуль APMWinShaft. С его помощью можно рассчитать и построить реакции в опорах валов; эпюры моментов изгиба и углов изгиба; эпюры моментов кручения и углов закручивания; деформированное состояние вала; напряженное состояние при статическом нагружении; коэффициент запаса по усталостной прочности; эпюры распределения поперечных сил; собственные частоты и собственные формы вала. На основании приложенных к валу нагрузок были определены эквивалентные напряжения, возникающие при работе вала (рисунок 3).

Как видно из рисунка 3, наибольшее напряжение возникает под подшипниковыми опорами, поэтому необходимо разработать диагностические мероприятия для выявления остаточного ресурса и предотвращения работы при повышенных колебаниях на валу насоса.

При колебательном вращении происходит интенсивный износ подшипников, поэтому для выявления внутреннего состояния насоса необходимо использовать один из методов неразрушающего контроля [2].

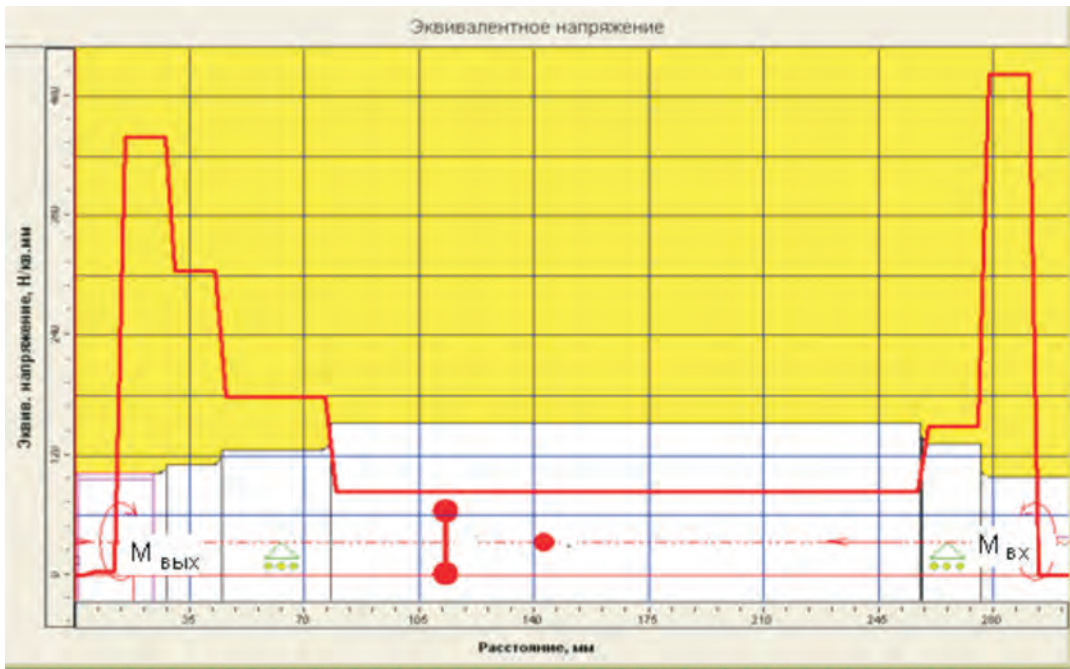


Рисунок 3 – Исследование вала грунтового насоса 12Гр-8

Известными методами контроля являются:

- механический метод, который заключается в измерении геометрических размеров деталей машин;
- электрический метод, который заключается в непосредственном измерении электрических величин и позволяет по косвенным параметрам устанавливать состояние частей машин;
- вибрационный метод, который заключается в измерении параметров различных вибрационных процессов, выбираемых в зависимости от типа диагностируемых механизмов, амплитудного и частотного диапазонов измеряемых колебаний; в качестве параметров чаще всего используются виброперемещение, виброскорость, виброускорение;
- акустический метод, который заключается в измерениях упругих колебаний, распространяющихся в движущихся составных частях машин в результате их соударения и называемых структурным шумом, характер которого изменяется по мере изнашивания составных частей;
- ультразвуковой метод, который заключается в регистрации отраженных от границ раздела двух сред направленных ультразвуковых колебаний;
- метод ударных импульсов, который заключается в измерении и регистрации механических ударных волн, возникающих при соударении твердых тел.
- тепловой метод, который заключается в измерении температуры неподвижных и движущихся диагностируемых объектов;
- электромагнитные методы, которые заключаются в регистрации магнитных полей рассеивания, возникающих над дефектом, в определении магнитных свойств диа-

гностируемых объектов и в измерении магнитных сопротивлений, изменений магнитного потока и магнитной проницаемости;

– спектрографический и химический методы, которые используются для количественного определения продуктов изнашивания в масле и его химического состава;

– радиационный метод, который заключается в регистрации изменения интенсивности излучения объекта диагностирования;

– фотоэлектрический метод, который заключается в измерении освещенности.

Выполненные теоретические и экспериментальные исследования по определению основных зависимостей рабочего ресурса грунтовых насосов дают возможность констатировать, что гидроабразивный износ рабочего колеса грунтового насоса является основной причиной его отказов. Он приводит к возникновению вибрации насосного агрегата при превышении стандартных и регламентированных параметров. Следовательно, параметры вибрации грунтового насоса могут быть приняты в качестве индикатора технического состояния и рабочего ресурса насосного агрегата. Диагностика оборудования по возбуждаемой в нем вибрации относится к наиболее эффективным способам предупреждения серьезных инцидентов, так как более чем в 80 % случаев появления необратимых изменений состояния отдельных узлов изменяются различные параметры вибрации машины. Даже при скачкообразном изменении отдельных узлов периодический контроль вибрации позволяет выявить необратимые изменения до того, как возникает отказ машины или оборудования.

ЛИТЕРАТУРА

1 Животовский Л. С., Смойловская Л.А. Лопастные насосы для абразивных гидросмесей. – М.: Машиностроение, 1978. – 224 с.

2 Поветкин В.В., Татыбаев М.К., Бектибай Б.Ж. Анализ основных показателей работы грунтовых насосов // Труды международной научно-практической конференции «Индустриально-инновационное развитие транспорта, транспортной техники и машиностроения». – Алматы: КазНТУ, 2013. – С. 287–291.

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

УДК 666.972.16

**В. И. СОЛОВЬЕВ¹, Д. В. ОРЕШКИН², Е. В. ТКАЧ²,
И. В. БАЛАНДИНА², С. А. ТКАЧ²**

¹Казахстанская академия менеджмента качества

²Московский государственный строительный университет

ОБЪЕМНАЯ ГИДРОФОБИЗАЦИЯ – ЭФФЕКТИВНЫЙ ПУТЬ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА И КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ БЕТОНА

Рассмотрены вопросы объемной гидрофобизации цементных растворов и бетонов. Предложены способы приготовления гидрофобных водонераспускаемых трегеров: грануляция, криотехнология и экструзия. Состав гидрофобных трегеров подбирают с учетом конъюнктуры строительного рынка, стоимости и наличия сырьевых материалов. Качество гидрофобизации цементных материалов определяется оптимальным содержанием и применением гидрофобизирующих добавок. Показано, что предлагаемые гранулированные водонерастворимые гидрофобные трегеры позволяют увеличить концентрацию гидрофобизатора не менее чем до 10% от массы вяжущего в единице объема гидрофобизированного бетона, а это, в свою очередь, обеспечивает управление процессами массопереноса влаги в теле бетона. Результаты испытаний показали, что капиллярный подсос и водопоглощение уменьшаются в 1,3 – 1,5 раза в сравнении с показателями гидрофобизированного бетона с добавкой типа ГПД.

Ключевые слова: объемная гидрофобизация, гидрофобный водонераспускаемый трегер, грануляция, криотехнология, экструзионный способ.

Мақалада цемент ерітінділері мен бетондарды көлемді гидрофобизациялау мәселелері қарастырылды. Сутепкіш суда ыдырамайтын трегерлер: түйіршіктеу, криотехнология экструзия жасау тәсілдері ұсынылды. Сутепкіш суда ыдырамайтын трегерлердің құрамын іріктеу құрылыс нарығы жағдайтын, шикізат материалдарының болуы мен бағасын ескере отырып жүргізіледі. Цемент материалдарының гидрофобизациясының сапасы гидрофобизациялайтын қоспалардың оңтайлы болуы мен қолданылуымен анықталады. Болжам жасалып отырған түйіршектелген суда ыдырамайтын сутепкіш трегерлер гидрофобияланған бетон көлемі бірлігінде тұтқыр зат массасынан 10% кем емес гидрофобизатор концентрациясын үлкейтуге мүмкіндік береді, ал бұл өз кезегінде бетон құрамында ылғалдың масса тасымалдау үдерісін басқаруды қамтамасыз етеді. Сынақ нәтижелері ГПҚ бар гидрофобизацияланған бетон көрсеткіштерімен салыстырғанда капиллярлық сорып алу және су сіңіргіштіктің 1,3 -1,5 есе азаятынын көрсетті.

Кілттік сөздер: көлемді гидрофобизациялау, сутепкіш суда ыдырамайтын трегер, түйіршіктеу, криотехнология, экструзиялық тәсіл.

In the paper problems were studied of volumetric integral waterproofing cement mortars and concretes. Methods of hydrophobic water-non-laddering tregers making were offered: granulation, cryotechnology, extrusion. Designing of hydrophobic tregers compositions is carried out with due account of construction market conditions, cost and mineral raw materials availability. Quality of cement materials waterproofing is determined by using optimum content of waterproofing agents. It is shown that offered granular non-water-soluble hydrophobic tregers allow increasing concentration of hydrophobisator up to 10% from mass of binder per unit volume of hydrophobised concrete, and this in turn ensures control of processes of mass transfer of moisture in concrete. The tests results showed that capillary leak and water absorption decrease by 1.3–1.5 times in comparison with characteristics of hydrophobized concrete with additive of hydrophobic-plasticizing type.

Keywords: *volumetric hydrophobisation, hydrophobic water-non-laddering treger, granulation, cryotechnology, extrusion method.*

В настоящее время трудно представить приготовление бетона без применения химических добавок. Проведенные нами научно-исследовательские работы показывают, что применение именно гидрофобизирующих модификаторов позволяет в широких аспектах регулировать физико-технические свойства бетона. Одним из таких аспектов является возможность регулирования свойств цементных материалов по отношению к действию воды. В свое время М. И. Хигерович сформулировал задачу: «... изменить свойства цемента так, чтобы он стал менее гидрофилен, и даже приобрел «водоотталкивающую способность, но в то же время мог взаимодействовать с водой на тех стадиях применения, когда это практически нужно»[1].

В настоящей работе рассматриваются гранулированные водонерастворимые гидрофобные трегеры, с помощью которых достигается увеличение концентрации гидрофобизатора не менее чем до 10% от массы вяжущего в единице объема гидрофобизированного бетона, а это, в свою очередь, обеспечивает управление процессами массопереноса влаги в теле бетона. Нами были разработаны способы приготовления гидрофобных водонерастворимых трегеров. К этим способам относятся грануляция, криотехнология и экструзия. Кратко рассмотрим основной способ грануляции, технологическая схема которого представлена на рисунке.

В основе ее разработки лежит технологическая схема приготовления гранулированных комплексных добавок.

Основные операции изготовления гидрофобных трегеров: разогрев КОСЖК до 80–90°C (до приобретения требуемой жидкотекучести); подача в барабанный гранулятор минерального порошка и портландцемента в соотношении 1 : 0,1; подача расплава КОСЖК и грануляция с получением гранул не более 5 мм; подача воды для упрочнения гранул, которая взаимодействует с цементом и придает им прочность и водонерастворимость; ввод в состав гранул волокнистого наполнителя с целью повышения сохранности гранул при совмещении (перемешивании) их с основными компонентами бетонной смеси; опудривание готовых гранул цементом для улучшения их совместимости с компонентами бетонной смеси и обеспечения однородности распределения гидрофобного трегера в объеме бетонной смеси; упаковка гидрофобных трегеров в крафт-мешки, складирование и хранение на складе готовой продукции.

Назначают состав гидрофобных трегеров с учетом конъюнктуры строительного рынка, стоимости и наличия сырьевых материалов. Составы гранулированных водо-

нераспускаемых гидрофобных трегеров приведены в таблице. В качестве минерального порошка использовали золу мокрого отбора ТЭЦ с удельной поверхностью 3500 см²/г или мелкие пески с модулем крупности 1,5–2,0, удовлетворяющие стандартным требованиям. В качестве волокнистого наполнителя применяли акриловые и полиамидные полимерные волокна. Свойства полученного гидрофобного трегера анализировали по результатам лабораторных испытаний образцов бетона, изготовленных в виде кубов 15x15x15 см.

Результаты испытаний показали, что капиллярный подсос и водопоглощение уменьшаются в 1,3–1,5 раза в сравнении с показателями гидрофобизированного бетона с добавкой типа ГПД [2].

Полученные результаты носили рекогносцировочный характер, так как гидрофобные трегеры следует применять совместно с гидрофобизирующими добавками, что является залогом решения проблемы получения высокоэффективных гидрофобизированных бетонов.

Составы гранулированных водонераспускаемых гидрофобных трегеров, мас. %

Компоненты	1 вариант	2 вариант	3 вариант	Прототип
Кубовые остатки синтетических жирных кислот	30	33,2	35	30
Минеральный порошок	35	36,5	40	30
Портландцемент	6	6,5	12	–
Волокнистый накопитель	5	8,6	10	–
Технические лигносульфонаты	–	–	–	30
Вода	Остальное			
<i>Примечание.</i> Прототип – контрольный состав бетона с комплексной химической добавкой по авторскому свидетельству №366167 С04И13/24, 1973.				

Криотехнология. Битумы низких марок подвергаются замораживанию до придания им хрупких свойств. Затем их измельчают до получения зерен размером не более 5 – 7 мм и предварительно опудривают цементом. Далее полученные гидрофобные трегеры применяют при изготовлении бетонов специального назначения (дорожный, гидротехнический).

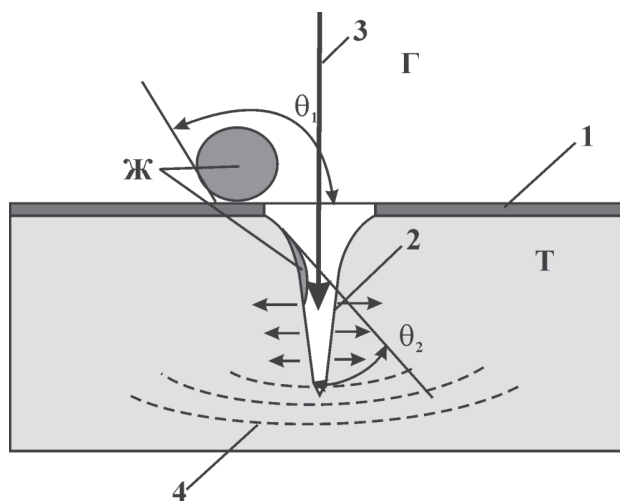
Экструзионный гидрофобный трегер реализован при изготовлении гидрофобизированного газобетона. Известно, что газобетон имеет неудовлетворительные показатели остаточной влажности, водопоглощения и капиллярного подсоса. Применение гидрофобизирующих добавок позволяет улучшить эти показатели. Однако на практике такие возможности улучшения гидрофизических характеристик газобетона не всегда осуществляются.

Далее рассмотрим результаты наших исследований по обеспечению объемной гидрофобизации путем применения гидрофобизирующих добавок и предлагаемых гидрофобных трегеров в сравнении с поверхностной гидрофобизацией и объемной гидрофобизацией без трегера.

Кольматация трещин сопровождается расходом клинкерного фонда на образование гидросиликатов кальция, не склеивающихся между собой. При поверхностной гидрофобизации способом пропитки или покраски с момента образования трещины вследствие разных углов смачивания в устье трещины в месте адгезии (контакта) слоя краски с бетоном происходит интенсивное проникновение агрессивных паров или растворов из окружающей среды. Образуется своего рода «энергетический» градиент в месте контакта смачивающихся и несмачивающихся тел, вектор которого направлен внутрь материала (см. рисунок), что способствует прохождению реакций и тем самым разрушению бетона. В результате этого могут произойти глубокие разрушения бетона, а слой (особенно обмазки или штукатурки) будет сохранять только видимость целостности, но не будет выполнять своего функционального назначения – сохранения прочности бетона и его сопротивления разрушающему действию агрессивной среды [3].

В случае применения гидрофобизирующих добавок старение бетона идет по традиционной схеме, но значительно медленнее, если судить, например, по морозостойкости гидрофобизированных бетонов [3, 4].

Повысить гидрофобность цементного камня обычным увеличением содержания гидрофобизирующих добавок не представляется возможным, так как существенно снижается прочность бетона. Применение гидрофобизирующих добавок совместно с гидрофобными трегерами позволяет разрешить это противоречие. Процесс образования трещин существенно отодвигается во времени, т.е. в данном промежутке времени трещины не образуются, что увеличивает долговечность бетона.



Образование «энергетического» градиента: 1 – гидрофобное покрытие; 2 – устье трещины; 3 – направление энергетического градиента; θ_1 и θ_2 – краевые углы смачивания для материалов соответственно не смачиваемых ($\theta_1 > 90^\circ$) и смачиваемых ($\theta_2 < 90^\circ$); Ж – жидкая фаза; Т – твердая фаза; Г – газообразная фаза

Таким образом, предлагаемые технические решения позволяют управлять процессами структурообразования на макро- и микроуровне (макроуровень – процессы

корразии и коррозии, микроуровень – модифицирование продуктов гидратации цементов, процессы самозалечивания, торможение развития трещин).

Именно на микроуровне процессы структурообразования в присутствии гидрофобизирующих добавок и гидрофобного трегера улучшают гидрофизические свойства цементных материалов. ТДРП, который обладает существенно новыми свойствами и совместим с цементным камнем, можно рассматривать как элемент нанотехнологии.

Показано, что полученные разными способами гидрофобные трегеры совместно с гидрофобизирующими добавками позволяют получить гидрофобизированные бетоны заданных свойств, в частности с существенно улучшенными гидрофизическими характеристиками, что важно для бетонных изделий и конструкций, работающих в водонасыщенных, агрессивных грунтовых условиях.

ЛИТЕРАТУРА

1 Хигерович М.И., Байер В.Е. Гидрофобно-пластифицирующие добавки для цемента, растворов и бетонов. – М., 1979. – С.124-141.

2 Соловьев В.И. Бетоны с гидрофобизирующими добавками. –Алма-Ата: Наука, 1990. –112 с.

3 Ткач Е.В., Рахимов М.А., Рахимова Г.М. Высокоэффективные химические модификаторы для получения бетонов заданных свойств // Вестник МГСУ. – М., 2012. – №3. – С.216.

4 Орешкин Д.В., Ткач Е.В., Семенов В.С. Технологические аспекты получения высококачественных модифицированных бетонов заданных свойств // Промышленное и гражданское строительство. – М., 2012. – №4.–С.65.

ЭНЕРГЕТИКА

УДК 621.548:621.396.946

Д. Ш. АХМЕДОВ, Д. И. ЕРЁМИН, В. В. ТОРЧИК

*Институт космической техники и технологий
АО «Национальный центр космических исследований и технологий»*

АНАЛИЗ ВЫРАБОТКИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ВЕТРОГЕНЕРАТОРОМ МАЛОЙ МОЩНОСТИ В УСЛОВИЯХ РЕАЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Рассмотрены вопросы использования возобновляемых источников энергии для обеспечения энергоснабжения комплекса оборудования сбора и спутниковой передачи данных. Проведен анализ функционирования и выработки электроэнергии ветрогенератором малой мощности на основе результатов, полученных в ходе экспериментальных исследований. Изучены данные о мировых тенденциях распространения и использования малых ветроустановок. Приведены результаты экспериментальных исследований выработки электроэнергии, а также расчета ветрового энергетического потенциала местности, полученные на основании данных годовых измерений ветровой обстановки. Выполнен анализ достаточности выработки электроэнергии с учетом прогнозного энергопотребления терминала спутниковой передачи данных. Показано, что развитие ветровой энергетики и применения малых ветроустановок позволят решить вопросы локального энергоснабжения для оборудования сбора и передачи данных сейсмологических, экологических, метеорологических и других измерений в местах, удаленных от линий электропитания.

Ключевые слова: ветрогенератор, скорость ветра, энергетический потенциал, станция мониторинга, автономное энергоснабжение.

Серіктік деректерді тасымалдау және құрал-жабдықтарды жинақтау кешенін энергиямен қамтуды қамтамасыз ету үшін қайта жаңартылған энергия көздерін пайдалану мәселелері қарастырылды. Тәжірибелік зерттеу барысында алынған деректер негізінде қуаттылығы аз жел генераторынан электр қуатын өндіру және оның қызметіне талдау жүргізілді. Кіші жел құрылғыларын пайдалану және тарату жөніндегі әлемдік тенденция туралы деректер зерттелінді. Электр қуатын өндірудің тәжірибелік зерттеу нәтижелері келтірілді, жылдық жел жағдайын өлшеу деректері негізінде алынған жердің желдік энергетикалық әлеуеті есебінің нәтижелері ұсынылды. Серіктік деректерді тасымалдау терминалының болжамдық энергия тұтынуын ескере отырып, қажетті энергия қуатын өндіруге талдау жүргізілді. Жел энергетиканың дамыту және кіші жел құрылғыларын қолдану сейсмологиялық, экологиялық, метеорологиялық және басқа да электр көздері желісінен қашықтағы жерде өлшемдерде деректерді тасымалдау және құрал-жабдықтарды жинақтау үшін жергілікті энергиямен қамту мәселелерін шешуге мүмкіндік беретінін көрсетті.

Кілттік сөздер: жел генераторы, желдің жылдамдығы, энергетикалық әлеует, мониторинг стансасы, дербес қуатпен қамту.

In the paper problems were studied of renewable sources of power using for power supply of complex of equipment for data collection and satellite transmission. Analysis was carried out of small wind turbine operation and electrical generation based on data, obtained during experimental studies. Data were studied on global trends in extension and using of small wind turbines. The experimental results of studying of electric generation, results of calculation of wind energy potential of areas, obtained on the basis of annual data of wind conditions measuring were presented. Analysis was carried out of electric generation sufficiency with due account of forecasting energy consumption of satellite data transmission. It is shown that development of wind power engineering and small wind turbines using will allow to solve problems of local power supply of equipment for collection and transmission of data of seismic, environmental, meteorological and other measurements at places, which locate long-distance from power lines.

Keywords: *wind turbine, wind speed, energy potential, monitoring station, self-contained electric power supply.*

Анализ данных, приводимых в ежегодных отчетах Мировой ассоциации ветровой энергии (WWEA, World Wind Energy Association) [1, 2], показывает, что передовые в части разработки ветроэнергетики страны постоянно наращивают объем генерируемой с помощью ветра электроэнергии. Для Казахстана ветровая энергетика – новая сфера деятельности. Развитие этого сектора экономики имеет дальновидную перспективу как для энергетической отрасли, так и для страны. Уже сделаны первые шаги в освоении технологий генерирования электроэнергии из ветра. Так, была запущена в работу Кордайская ветряная электростанция, обеспечивающая «чистым» электричеством более 500 домохозяйств. Казахстан выбран страной проведения предстоящей выставки «EXPO-2017», посвященной развитию возобновляемых источников энергии и альтернативных методов получения и преобразования энергии.

Нынешний уровень технологического развития стран-производителей ветряных двигателей позволяет конструировать не только мощные ветроустановки, но и малые мощностью до 5 кВт, а также сверхмалые мощностью в несколько сотен и даже десятков ватт. В основном малые ветроустановки применяются для уличного освещения. Однако существует необходимость в автономном энергоснабжении комплекса оборудования мониторинга и спутниковой передачи данных с применением ветряной электростанции.

Характеристики ветрогенераторов, заявляемые изготовителем, не позволяют дать объективную оценку достаточности генерируемой энергии для конкретных целей. Основная причина этого заключается в том, что изготовители проводят испытания образцов ветрогенераторов в аэродинамической трубе, что создает идеализированные условия для работы ветрогенератора с прямолинейным потоком воздуха и отсутствием завихрений и турбулентности. Реальные условия эксплуатации ветрогенераторов отличаются от указанных, поэтому необходимо провести эксперимент по практическому установлению мощности ветрогенератора в реальных условиях эксплуатации.

Для определения ветрового энергетического потенциала в точке размещения ветряной электростанции были проведены долгосрочные (в течение одного года) замеры скорости и направления ветра. На основании полученных данных необходимо провести расчеты, позволяющие найти реальную электроэнергию, вырабатываемую ветрогенератором.

Экспериментальная установка включает в себя:

- ветрогенератор мощностью 300 Вт;
- батарею резисторов сопротивлением 5, 10 и 20 Ом;
- вольтметр;
- анемометр.

Схема проведения эксперимента приведена на рисунке 1.

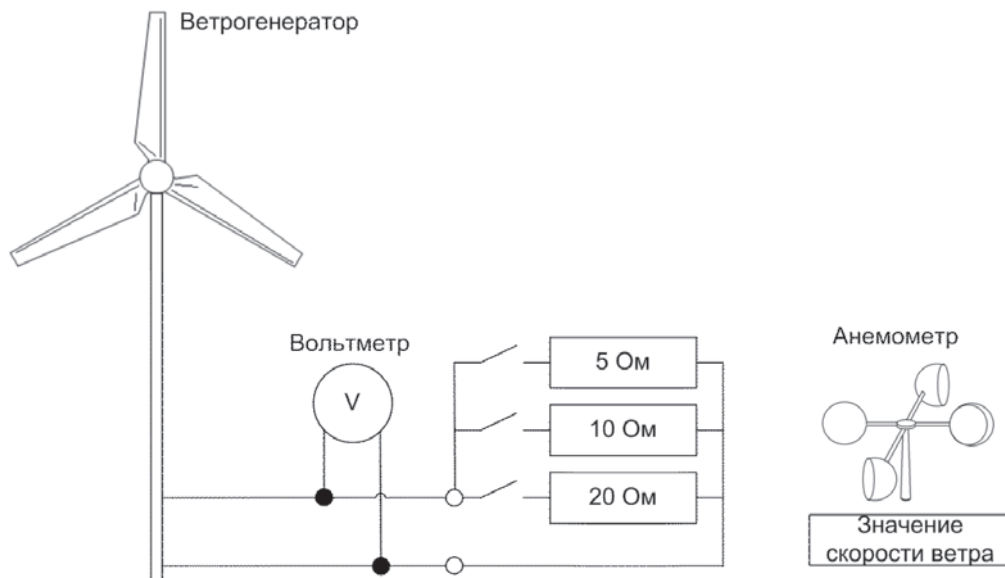


Рисунок 1 – Схема проведения эксперимента

Ветрогенератор имеет следующие характеристики:
 производитель – Нуасинт;
 модель – P-300W;
 страна происхождения – Гуанчжоу, Китай;
 заявляемая мощность – 300 Вт;
 количество лопастей – 6;
 выходное напряжение – 12/24 В;
 диапазон рабочих температур: $-45\sim 70^{\circ}\text{C}$;
 масса – 5 кг;
 диаметр ротора – 1140 мм;
 стартовая / эффективная скорость ветра – 3 / 15 м/с;
 жизненный цикл – 15 лет.

Экспериментальным путем были определены напряжения холостого хода, а также напряжения на каждой из нагрузок при определенных скоростях ветра. Зная сопротивление нагрузок и скорость ветра, можно рассчитать мощность ветрогенератора при различных скоростях ветра. Ввиду ограниченного времени проведения эксперимента некоторые напряжения при определенных скоростях ветра не были зафиксированы и соответствующая мощность в таблице 1 отмечена знаком «X».

Таблица 1 – Результаты измерений мощности ветрогенератора при различных скоростях ветра

Скорость ветра, м/с	Заявляемая мощность, Вт	Мощность на нагрузке, Вт:			Вычисленная мощность, Вт
		5 Ом	10 Ом	20 Ом	
0	×	×	×	×	×
1	×	×	×	×	0,256
2	5,000	×	×	0,450	2,051
3	12,000	×	4,096	11,905	6,921
4	22,000	0,578	21,502	12,482	16,405
5	35,000	2,048	26,244	17,485	32,041
6	50,000	8,712	28,920	21,425	55,366
7	70,000	6,728	40,005	40,6125	87,919

На рисунке 2 показаны графики мощности: теоретически возможная мощность в соответствии с площадью, ометаемой лопастями ветрогенератора; теоретическая мощность с учетом коэффициента использования энергии ветра (КИЭВ); мощность, которую заявляет производитель ветрогенератора.

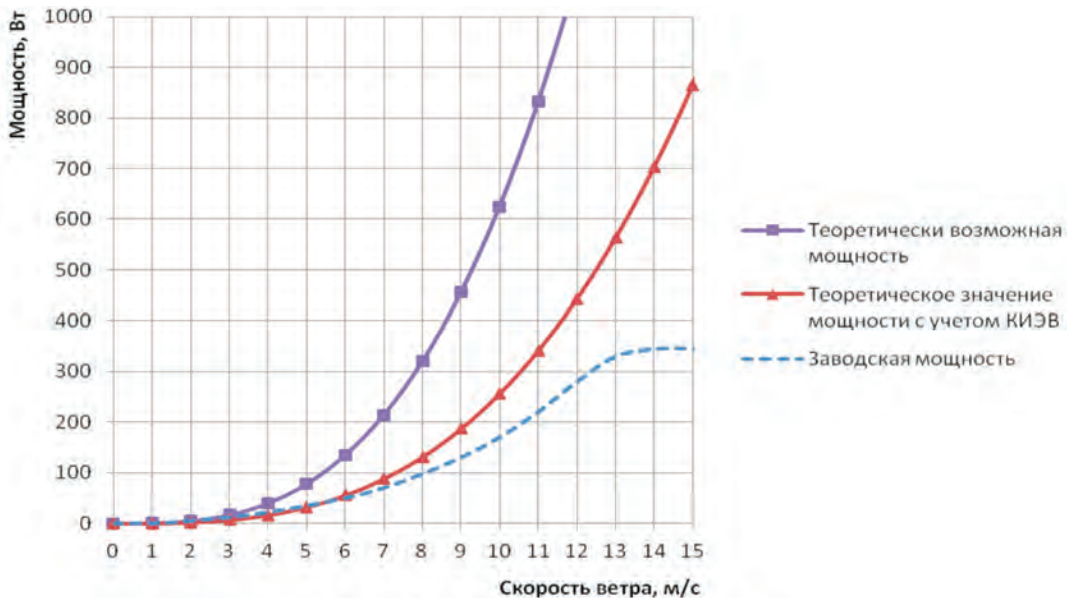


Рисунок 2 – Графики теоретически возможной мощности, мощности с учетом КИЭВ и мощности, заявляемой производителем ветрогенератора

Кривая теоретической мощности определена по формуле мощности ветрового потока, приходящейся на площадь, ометаемую лопастями ветрогенератора [3]:

$$P_1 = \rho V^3 \frac{S}{2}, \quad (1)$$

где ρ – плотность воздуха при нормальных атмосферных условиях (1,225 кг/м³); V – скорость ветрового потока; S – площадь, ометаемая лопастями ветроустановки ($S = D^2/4$).

Вычисленная мощность определена с учетом КИЭВ (0,41):

$$P_2 = kP_1 = k\rho V^3 \frac{S}{2}, \quad (2)$$

где k – коэффициент использования энергии ветра.

Кривая заявляемой мощности найдена из документации производителя ветроустановки.

На рисунке 3 представлены графики, построенные по результатам измерений мощности ветрогенератора. Испытания проводились близ города Капшагай Алматинской области на естественной возвышенности. Координаты места: широта – 43°55'34.64 с.ш., долгота – 77° 6'53.02 в.д., высота – 542 м, высота подъема ветрогенератора – 4 м.

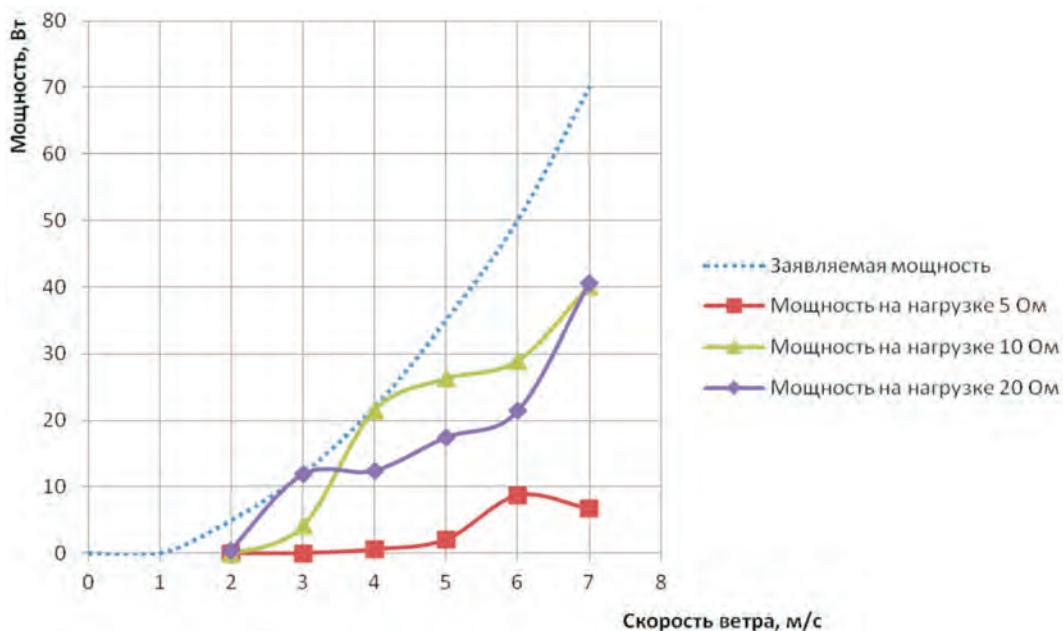


Рисунок 3 – Результаты измерений мощности ветрогенератора

Для определения реальной мощности, вырабатываемой ветрогенератором в конкретных ветровых условиях, необходимо определить значения КИЭВ во всем диапазоне скоростей ветра. По данным, полученным в ходе эксперимента для нагрузки сопротивлением 10 Ом, рассчитаем коэффициент использования ветра как отношение реальной мощности к теоретически возможной мощности для скоростей 0 – 7 м/с.

На рисунке 4 показаны графики КИЭВ, определенные по графикам мощности ветрогенератора.

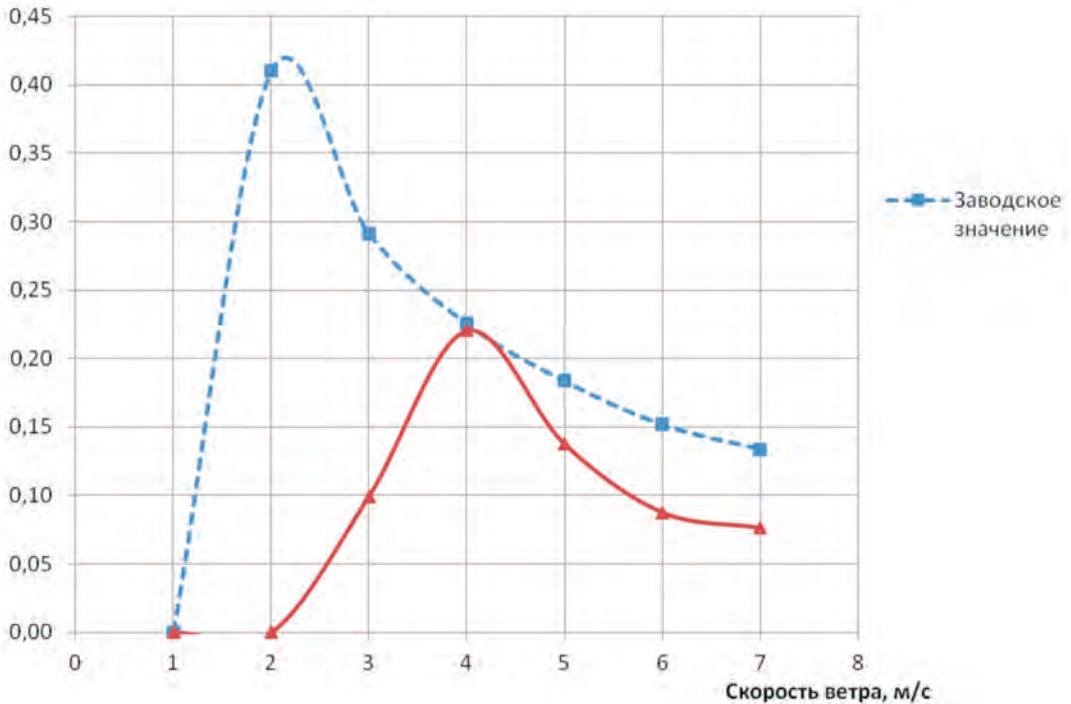


Рисунок 4 – Графики КИЭВ при скорости ветра 0 – 7 м/с

Годичные замеры скорости и направления ветра проводились на площадке «Боровское» Костанайской области Казахстана. Для регистрации показаний скорости ветра использовалась метеорологическая мачта высотой 50 м. Координаты места установки мачты: широта – $53^{\circ} 48' 0''$ с.ш. (53,8), долгота – $64^{\circ} 9' 0''$ в.д. (64,15). Показания скорости и направления ветра регистрировались с периодичностью 10 с. Данные, полученные с метеорологической станции, обрабатывались для установления количества попаданий в определенную градацию скорости ветра и направления ветра. В таблице 2 представлены значения относительной повторяемости ветра по градациям и расчетная теоретическая удельная мощность каждой градации. Теоретическая удельная мощность находилась согласно методике [4].

Таблица 2 – Результаты вычисления энергетического потенциала

Показатели	Диапазон скорости ветра, м/с:											ΣΣ
	0–1	2–3	4–5	6–7	8–9	10–11	12–13	14–15	16–17	18–19	20–30	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Число попаданий в градацию n	866	6458	12189	15272	8894	4675	1771	711	275	21	0	51132

Окончание таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Относительная повторяемость скорости ветра в данной градации $f(v)$	1,69	12,63	23,84	29,87	17,39	9,14	3,46	1,39	0,54	0,04	0,00	100
Теоретическая удельная мощность в данной градации $N_e(grad)$, Вт/м ²	0,01	2,09	18,27	62,80	77,73	74,60	46,65	28,77	16,20	1,73	0,00	328,83

Теоретическая удельная мощность определялась по формуле

$$N_{e(grad)} = \frac{0,613 \cdot V^3 \cdot f(u)}{100}, \tag{3}$$

где V – скорость ветра; $f(u)$ – относительная повторяемость скорости ветра.

Как видно из таблицы 2, среднегодовая теоретическая удельная мощность ветрового потока в месте измерений составляет 328,83 Вт/м².

На рисунке 5 показано годовое распределение скорости ветра и теоретической удельной мощности по градациям.

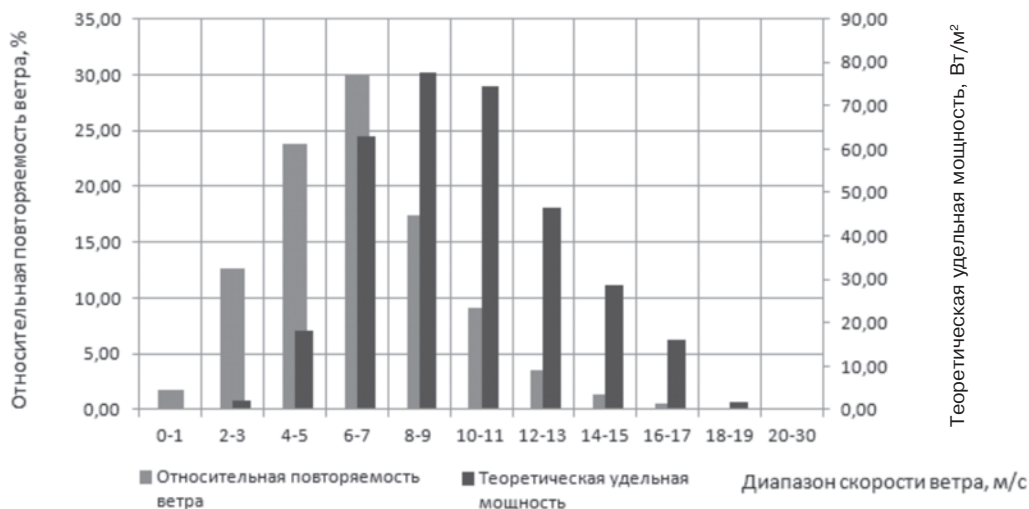


Рисунок 5 – Распределение скорости ветра и теоретической удельной мощности ветрового потока

На рисунке 6 представлены диаграмма распределения теоретической удельной мощности ветра по месяцам, а также среднегодовая теоретическая удельная мощность.

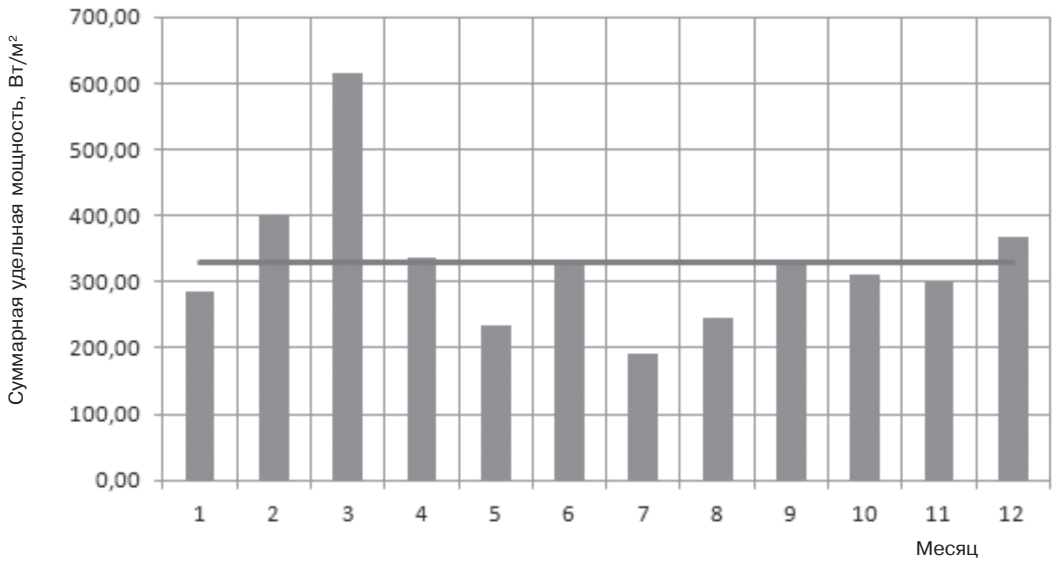


Рисунок 6 – Распределение удельной мощности по месяцам

Так как в ходе эксперимента с ветрогенератором максимальная зарегистрированная скорость ветра составила 7 м/с (см. рисунок 3), то продлим график (рисунок 7), основываясь на предположении, что реальный коэффициент использования энергии ветра убывает линейно с графиком, представленным изготовителем.

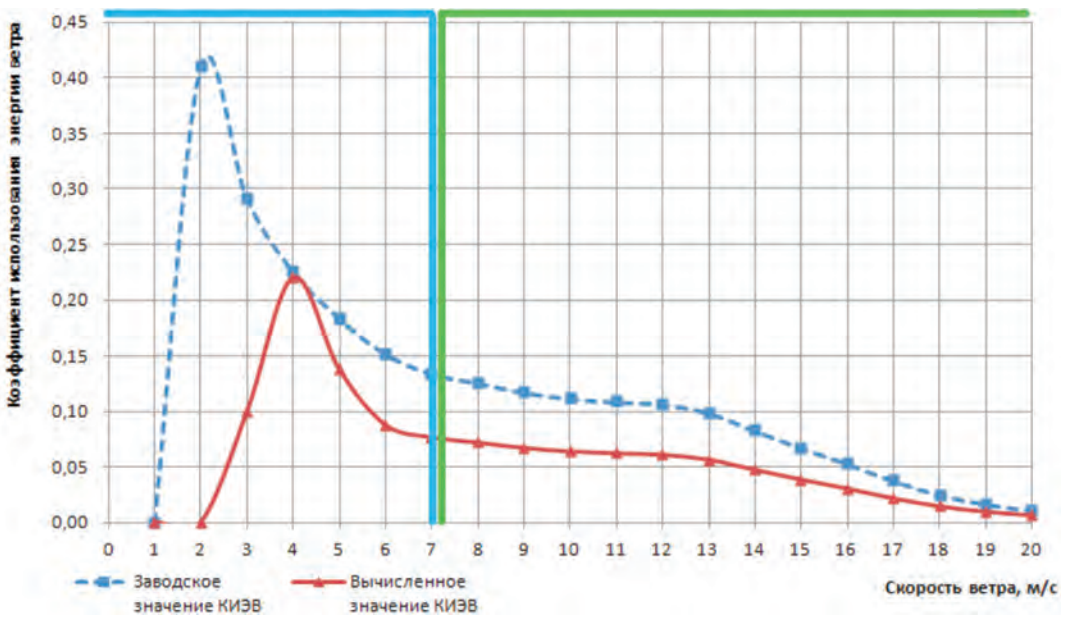


Рисунок 7 – Прогнозные значения КИЭВ ветрогенератора на скоростях ветра свыше 7 м/с

Построим график реальной мощности ветрогенератора для ветров 0 – 20 м/с (рисунок 8).

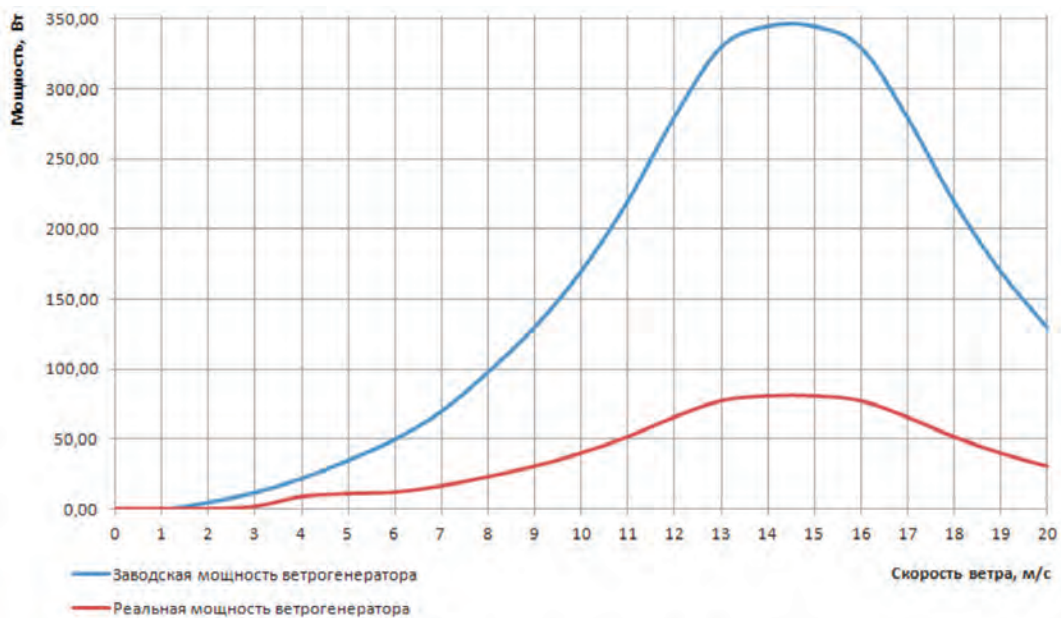


Рисунок 8 – График реальной мощности ветрогенератора при скоростях ветра 0–20 м/с

Реальная удельная мощность энергоустановки при средней скорости ветра 6 м/с и номинальной скорости ветра 12 м/с составила 21,376 Вт/м².

По данным вырабатываемой мощности и относительной повторяемости ветра определим выработку электроэнергии в рабочем диапазоне скоростей ветра в годовом масштабе (таблица 3).

Таблица 3 – Выработка электроэнергии

Показатели	Скорость ветра, м/с:									
	2,5	4,5	6,5	8,5	10,5	12,5	14,5	16,5	18,5	20,5
Мощность, Вт	0,84	9,79	14,12	26,71	45,69	71,46	80,83	71,46	45,69	15,23
Количество часов с данной скоростью ветра	1106	2088	2616	1524	801	303	122	47	4	0
Произведенная электроэнергия, кВт·ч	0,929	20,444	36,944	40,699	36,594	21,682	9,846	3,367	0,164	0
Суммарная выработка электроэнергии за год, кВт·ч	170,67									

Годовая выработка электроэнергии составляет 170,67 кВт·ч. Рассчитаем энергопотребление терминала мощностью 50 Вт в активном режиме и 10 Вт в режиме сна. Активный режим работы терминала длится 1 ч в течение суток $t_{act} = 1$. Все остальное время терминал находится в режиме сна $t_{dream} = 24 - 1 = 23$ ч. Тогда суммарное энергопотребление терминала за одни сутки составит $E = t_{act} \cdot 50 + t_{dream} \cdot 10 = 1 \cdot 50 + 23 \cdot 10 = 280$ Вт·ч. Годовое энергопотребление терминала будет $280 \times 365 \times 0,001 = 102,2$ кВт·ч.

В результате эксперимента и расчетов установлено, что среднегодовая выработка электроэнергии выбранным ветрогенератором является достаточной для энергоснабжения терминала сбора и передачи данных.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Gsänger S., Pitteloud J. D. World wind energy association. 2012 Annual report // Энергетика – 2013.
- 2 Zhang P., Gsänger S., Stanislawski B. World wind energy association. 2012 Small wind world report // Энергетика – 2012.
- 3 Кривцов В., Олейников А., Яковлев А. Неисчерпаемая энергия. Кн. 2. Ветровая энергетика. – Харьков, 2004. – 124 с.
- 4 РД 52.04.275. Методические указания. Проведение изыскательских работ по оценке ветроэнергетических ресурсов для обоснования схем размещения и проектирования ветроэнергетических установок.

Г. А. МУН¹, И. Э. СУЛЕЙМЕНОВ², А. П. ФАЛАЛЕЕВ³, М. Ю. РЯБЦЕВ³,
Р. Н. БАКЫТБЕКОВ¹, Г. С. ИРМУХАМЕТОВА¹

¹Казахский национальный университет им. аль-Фараби

²Алматинский университет энергетики и связи

³Севастопольский национальный технический университет

К ВОЗМОЖНОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ НОВЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ НА ОСНОВЕ ТЕРМОЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ ГИДРОГЕЛЕЙ

Обоснована возможность реализации нового подхода к созданию преобразователей солнечной энергии в электричество, основанного на использовании термочувствительных полиэлектролитных гидрогелей, обеспечивающих разделение раствора низкомолекулярной соли на низко- и высококонцентрированную части в двухстадийном цикле сжатия-набухания. Установлено, что на первой стадии цикла происходит поглощение гелем обедненного по соли раствора, а на второй солнечное тепло вызывает коллапс геля, сопровождающийся отделением обедненного раствора. Доказано, что электричество вырабатывается при смешивании обедненного и обогащенного по соли растворов за счет использования схемы концентрационного элемента. Показано, что повышение эффективности работы концентрационного элемента может быть обеспечено за счет использования электрофоретических эффектов, возникающих при протекании раствора низкомолекулярной соли через столб дисперсии гидрогеля.

Ключевые слова: преобразователи солнечной энергии, электричество, термочувствительность, полиэлектролитные гидрогели, электрофоретические эффекты, набухание, коллапс.

Екі сатылы жиырылу-ісіну цикліндегі төмен молекулалық тұздар ерітінділерінің төмен және жоғары концентрілі бөліктерге бөлінуін қамтамасыз ететін термосезімтал полиэлектролиттік гидрогелдерді қолдану негізінде күн энергиясын электр тогына өңдейтін құралдарды жасаудағы жаңа тәсілдің жүзеге асырылу мүмкіндіктері негізделді. Циклдің бірінші сатысында тұз мөлшері аз ерітіндіде гельдің сіңіруі орын алады, ал екінші сатысында күн жылуының әсерінен тұз ерітіндісінің бөлініп гельдің жиырылуы байқалатындығы анықталды. Концентрационды элемент сызба-нұсқасын қолдану арқылы аз және көп мөлшердегі тұз ерітінділерін араластыру кезінде электр тогы өндірілетіні дәлелденді. Концентрационды элемент жұмысының тиімділігінің жоғарылауы дисперсті гидрогель бағана ішінен төмен молекулалық тұз ерітіндісінің ағып өтуі кезінде пайда болатын электрофоретикалық эффектілерді қолдану арқылы қамтамасыз етілу мүмкіндігі көрсетілді.

Кілтті сөздер: күн энергиясын өңдегіш құралдар, электр тогы, термосезімталдық, полиэлектролиттік гидрогелдер, электрофоретикалық эффектілер, ісіну, жиырылу.

In the paper opportunity was provided of new approach realization to creation of solar energy converters into electricity based on temperature sensitive polyelectrolyte hydrogels using, ensuring separation of low molecular weight salt solution to the low- and high-concentrated parts in two-stage cycle of compression-swelling. It was established that on the first stage of the cycle sorption of lean salt solution by gel takes place, and on the second stage solar heat causes the gel collapse, accompanied by separation of the lean solution. It was proved that electricity is generated when mixing lean and enriched by salt solutions at the expense of concentration cell scheme using. It was shown that effectiveness of the concentration cell increasing operation may be achieved by using electrophoretic effects, taking place when low-molecular salt solution flows through a column of hydrogel dispersion.

Keywords: solar energy converters, electricity, temperature sensitive, polyelectrolyte hydrogels, electrophoretic effects, swelling, compression.

Проблема преобразования энергии солнечной радиации в электрическую в настоящее время еще далека от решения, демонстрирующего приемлемую экономическую эффективность. Известно, что достаточно широкое распространение солнечных электростанций обусловлено, в первую очередь, дотациями, выделение которых часто связано с политическими соображениями и стремлением ряда стран к максимальной энергетической независимости [1,2]. Стоимость одного киловатт-часа электрической энергии в настоящее время продолжает существенно превышать аналогичный показатель для энергии, получаемой на основе ископаемого сырья [1,2]. Это делает актуальным не только совершенствование преобразователей солнечной энергии, построенных на известных принципах, но и поиск альтернативных методов получения электрической энергии через утилизацию солнечного тепла.

В этой статье предлагается новый подход в разработке преобразователей солнечной энергии, использующий уникальные свойства термочувствительных полимерных гидрогелей.

Такие соединения в настоящее время изучены достаточно подробно [3–5]. Они представляют собой сшитые полимерные сетки, в состав которых, как правило, входят как гидрофильные, так и гидрофобные функциональные группы. В результате состояние гидрогеля в целом (в частности, его степень набухания) определяется гидрофобно-гидрофильным балансом, сдвиг которого может приводить к резкому изменению swelling ratio [3–5]. Сдвиг гидрофобно-гидрофильного баланса, в свою очередь, может быть обусловлен в том числе вариациями температуры, так как характер гидрофобных взаимодействий существенно зависит от нее.

Необходимо подчеркнуть, что равновесная степень набухания гидрогелей (в особенности полиэлектролитных) может достигать экстремально высоких значений. Так, гидрогели на основе полиакриловой кислоты и высокомолекулярных кросс-агентов [6] могут поглощать до 10 кг воды на 1 г сухого вещества. Соответственно абсолютные значения объемов воды, поглощаемых гидрогелем при набухании, могут быть очень значительными. Именно этот фактор определяет успех использования гидрогелей в качестве суперадсорбентов в изделиях гигиенического назначения, а также в качестве средства удержания влаги в почвах.

В настоящее время синтезированы гидрогели, обладающие резко нелинейной зависимостью степени набухания от температуры. Так, известны образцы, объем которых изменяется в десятки раз при изменении температуры на несколько градусов Цельсия [7].

При этом существует также возможность для синтеза многокомпонентных гидрогелей, которые содержат как ионогенные группы, так и группы, обеспечивающие повышенную восприимчивость сетки к вариациям температуры. Такие образцы сочетают в себе преимущества полиэлектролитных гелей (высокие степени набухания) и преимущества сеток, предоставляющих возможность для регулировки степени набухания за счет сравнительно малого изменения управляющих параметров (например, температуры или кислотности среды).

Такая особенность термочувствительных полимерных гидрогелей позволяет существенно модифицировать методику деионизации воды, ранее предложенную в [8].

В работе [8], а также в [9,10] было показано, что существует возможность понижения концентрации низкомолекулярных солей в воде с помощью явления обратимого коллапса гидрогелей. В работе [8] описан двухэтапный цикл сжатия – набухания, позволяющий в том числе получать опресненную воду.

На первой стадии цикла [8] осуществляется набухание полиэлектrolитного гидрогеля в воде, содержащей растворенные низкомолекулярные соли. При этом в силу эффекта перераспределения концентраций [9,10] гидрогель в процессе увеличения объема аккумулирует воду с пониженным содержанием низкомолекулярных солей. (При условии, что гель размещается в растворе соли сравнительно низкой концентрации, он сорбирует [8] практически чистую воду.) Теория эффекта перераспределения концентраций, построенная на основе множителей Доннана, в настоящее время также хорошо развита [11] и доведена до методики инженерного расчета.

На второй стадии цикла [8] полностью или частично деионизованная вода отделяется от геля под воздействием электрического тока. Затем цикл повторяется снова.

Коллапс геля, вызываемый электрическим током, является хорошо изученным процессом [12,13]. В частности, доказана его обратимость, что позволяет использовать гель в цикле [8] многократно. Однако цикл, предложенный в [8], обладает очевидным недостатком, связанным с использованием дополнительного источника энергии.

Легко видеть, что применение термочувствительных гидрогелей (или полиэлектrolитных гидрогелей, приобретших это свойство за счет модификации путем образования комплекса с гидрофобным компонентом) позволяет устранить указанный недостаток. А именно принцип работы цикла сжатия-набухания [8] остается прежним, с той разницей, что коллапс, обеспечивающий отделение деионизованной воды на второй стадии, осуществляется за счет нагрева солнечным теплом. Необходимо подчеркнуть, что известны многочисленные образцы термочувствительных гидрогелей, коллапс которых происходит при температурах 35 – 55⁰С [3–5]. Такие показатели легко достижимы для систем, работающих на основе солнечного тепла, например солнечных коллекторов, предназначенных для обеспечения сооружений теплой водой.

Далее, цикл [8] по существу работает как разделитель исходного объема солевого раствора на две части, одна из которых содержит более, а другая – менее концентрированный солевой раствор. Следовательно, возникает возможность комбинировать такой цикл с хорошо известными концентрационными источниками электричества.

Как известно, при перетекании (через мембрану) более концентрированного солевого раствора в объем, содержащий раствор той же соли с более низкой концентрацией, между указанными частями системы возникает разность электрических потенциалов.

Такой эффект может быть заметно усилен электрофоретическими явлениями, возникающими при протекании раствора соли через столб, заполненный гидрогелем. Это иллюстрирует описываемый ниже демонстрационный эксперимент, схема которого показана на рисунке.

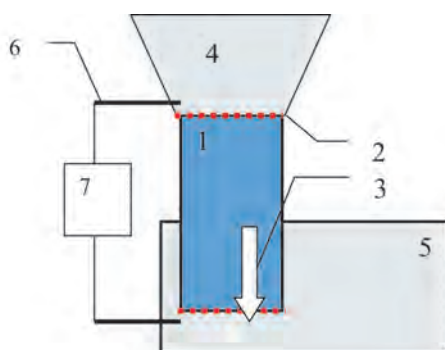


Схема демонстрационных экспериментов по определению потенциала течения раствора через гидрогель

Схема включает в себя:

- трубку, заполненную гидрогелем 1;
- мембраны 2 и 3, отделяющие рабочее вещество от используемых растворов низкомолекулярных солей;
- объем 4, заполняемый раствором низкомолекулярной соли;
- буферный объем 5, служащий для стока низкомолекулярной соли, прошедшей через слой гидрогеля;
- электроды 6, предназначенные для измерения динамической разности потенциалов;
- прецизионный вольтметр 7, обеспечивающий возможность проведения измерений до единиц милливольт.

В экспериментах гель 1 размещали между мембранами 2 и 3. Объем 4 над гелем заполняли раствором низкомолекулярной соли, причем нижний буферный объем 5 изначально заполняли или деионизованной водой, или раствором низкомолекулярной соли при той же концентрации, что и объем 5.

В экспериментах регистрировали разность электростатических потенциалов, возникающую при течении раствора соли через гель; параллельно измеряли изменение высоты столба раствора над гелем и разность потенциалов как функцию времени.

Видно, что система, схема которой показана на рисунке, представляет собой концентрационный элемент, отличающийся тем, что вместо мембраны в ней используется столб, заполненный дисперсией гидрогеля.

Использовались следующие параметры. Объем заливаемого в область 1 раствора 0,05М КСl= 10 мл. Объем, заполненный буфером под гелем на основе полиакриловой кислоты (использовался промышленно выпускаемый гидрогель), 300 мл. В рассматриваемой серии экспериментов буфер заполнялся деионизованной водой.

Измерение проводили без замены жидкости (воды), заполняющей буфер. Заливали 10 мл раствора 0,05М КСl в стеклянный цилиндр диаметром 20 мм и заполненный набухшим гелем ПАК высотой 50 мм. Соответственно высота раствора над гелем тоже составила 50 мм. Не меняя жидкость в буферном объеме, периодически заливали раствор 0,05М КСl. Опыт повторяли несколько раз.

Примеры результатов проведенных экспериментов даны в таблице. Представлены объем раствора над столбцом геля V , время, за которое объем раствора уменьшается до указанной величины τ , а также измеряемое значение разности потенциалов U (колонки таблицы сгруппированы по 3, что соответствует трем заполнениям системы).

Изменение вольтажа по мере течения раствора хлорида калия через гель на основе ПАК, буфер заполнен водой, первое заполнение

V , мл	τ , с	U , V	V , мл	τ , с	U , V	V , мл	τ , с	U , V
10	0	0,15	10	0	0,125	10	0	0,1
9	9,57	0,15	9	9,24	0,13	9	9,37	0,0941
8	17,96	0,1537	0,5	19,28	0,13	8	20,24	0,0925
7	27,32	0,1544	0	29,57	0,1379	7	33,86	0,0951
6	39,66	0,1543	6	42,78	0,1403	6	47,36	0,0937
5	49,52	0,1548	5	54,49	0,1318	5	58,79	0,0919
4	61,89	0,1473	4	68,12	0,121	4	73,42	0,0963
3	77,37	0,148	3	83,88	0,1266	3	91,67	0,095
2	97,21	0,146	2	108,35	0,106	2	117,43	0,1
1		0,1345	1	122,66	0,1067	1	144,55	0,0998
0		0,125	0	140,26	0,1077	0	170,44	0,1

Из таблицы видно, что фиксируемый вольтаж постепенно уменьшается по мере выравнивания концентраций в объемах под и над гидрогелем. Это обстоятельство само по себе легко объясняется концентрационными соображениями. Действительно, в стационарных условиях система, в которой гель разделяет два раствора с отличающимися концентрациями, может рассматриваться как стандартный концентрационный элемент.

Однако обращает на себя внимание, что зависимость вольтажа от концентрации заведомо не является однозначной. А именно наблюдаемая разность потенциалов зависит от высоты столба над гелем, что прямо указывает на существование зависимости регистрируемой величины от скорости течения раствора. Это и говорит о влиянии электрофоретических процессов на измеряемые разности потенциалов. Следовательно, эффективность работы концентрационных элементов может быть существенно увеличена за счет использования тока раствора через гель.

Представленный демонстрационный эксперимент, прежде всего, еще раз подчеркивает, что существует возможность для сравнительно простого получения электрической энергии в системе, где существует возможность для разделения раствора соли на объемы, содержащие менее и более концентрированные растворы. При этом значения регистрируемой разности потенциалов (сотни милливольт) позволяют добиться таких напряжений, которые бы обеспечили возможность для реального практическо-

го использования (как за счет последовательного соединения элементов, так и за счет преобразования электротехническими средствами).

Таким образом, комбинация модифицированного цикла [8] и модифицированного концентрационного элемента дает возможность построить источник энергии нового типа, преобразующий солнечное тепло в электричество. Разумеется, возможность использования таких систем на практике будет определяться, в первую очередь, генерируемой мощностью, а также экономическими соображениями. Однако представленные результаты являются достаточными для проведения дальнейших исследований в этом направлении.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Edenhofer, O., Hirth, L., Knopf, B., Pahle, M., Schlömer, S., Schmid, E., & Ueckerdt, F. (2013). On the economics of renewable energy sources. *Energy Economics*, 40, S12-S23.
- 2 Solangi, K. H., Islam, M. R., Saidur, R., Rahim, N. A., & Fayaz, H. (2011). A review on global solar energy policy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(4), 2149-2163.
- 3 Mun, G. A., Nurkeeva, Z. S., Beissegul, A. B., Dubolazov, A. V., Urkimbaeva, P. I., Park, K., & Khutoryanskiy, V. V. (2007). Temperature-Responsive Water-Soluble Copolymers Based on 2-Hydroxyethyl Acrylate and Butyl Acrylate. *Macromolecular chemistry and physics*, 208(9), 979-987.
- 4 Dergunov, S. A., Mun, G. A., Dergunov, M. A., Suleimenov, I. E., & Pinkhassik, E. (2011). Tunable thermosensitivity in multistimuli-responsive terpolymers. *Reactive and Functional Polymers*, 71(12), 1129-1136.
- 5 Mun, G. A., Yermukhambetova, B. B., Urkimbayeva, P. I., Bakytbekov, R. B., Irmukhmetova, G. S., Mangazbayeva, R. A., & Suleimenov, I. E. (2012). Synthesis and Characterization of Water Soluble and Water Swelling Thermo-sensitive Copolymers based on 2-Hydroxyethylacrylate and 2-Hydroxyethylmethacrylate. *AASRI Procedia*, 3, 601-606.
- 6 Buyanov, A. L., Revelskaya, L., Petropavlovskii, G. A., Lebedeva, M. F., Zakharov, S. K., Petrova, V. A., & Nudga, L. (1989). Features of the Network Structure of Strongly Swelled Hydrogels Crosslinked with Unsaturated Cellulose Esters. *Vysokomolekulyarnye Soedineniya Seriya B*, 31(12), 883-887.
- 7 Khutoryanskaya, O. V., Mayeva, Z. A., Mun, G. A., & Khutoryanskiy, V. V. (2008). Designing temperature-responsive biocompatible copolymers and hydrogels based on 2-hydroxyethyl (meth) acrylates. *Biomacromolecules*, 9(12), 3353-3361.
- 8 Budtova, T., & Suleimenov, I. (1995). Physical principles of using polyelectrolyte hydrogels for purifying and enrichment technologies. *Journal of applied polymer science*, 57(13), 1653-1658.
- 9 Budtova, T. V., Belnikevich, N. G., Suleimenov, I. E., & Frenkel, S. Y. (1993). Concentration redistribution of low-molecular-weight salts of metals in the presence of a strongly swelling polyelectrolyte hydrogel. *Polymer*, 34(24), 5154-5156.
- 10 Budtova, T. V., Suleimenov, I. E., Bichutskii, D. A., & Frenkel, S. (1995). Redistribution of low-molecular-mass acid between polyelectrolyte hydrogel and solution. *Polymer science. Series A, Chemistry, physics*, 37(6), 646-650.
- 11 Бектуров Е.А., Сулейменов И.Э. Полимерные гидрогели. – Алматы: Ғылым, 1998.
- 12 Budtova, T., Suleimenov, I., & Frenkel, S. (1995). Electrokinetics of the contraction of a polyelectrolyte hydrogel under the influence of constant electric current. *Polymer Gels and Networks*, 3(3), 387-393.
- 13 Suleimenov, I. E., Sagitov, V. B., Salina, A. A., Kudaibergenov, S. E., Nurkeeva, Z. S., & Shaikhutdinov, E. M. (1998). Influence of the electric current on the swelling of polyampholyte hydrogels. *Polymer science. Series B*, 40(3-4), 67-70.

УДК 546.56: 539:25

Д. Б. БОРГЕКОВ^{1,2}, **А. А. МАШЕНЦЕВА**^{1,2}, **М. В. ЗДОРОВЕЦ**^{1,2},
С. Б. КИСЛИЦЫН²

¹Евразийский национальный университет им. Л. Н. Гумилева

²Астанинский филиал Института ядерной физики КАЭ МИНТ РК

СТРУКТУРА НАНОТРУБОК ЗОЛОТА, СИНТЕЗИРОВАННЫХ В КАНАЛАХ ТРЕКОВЫХ МЕМБРАН

Рассмотрены некоторые аспекты синтеза нанотрубок золота в каналах трековых мембран. Исследования показали, что применение раствора активации на основе калийнатриевых солей винной кислоты в качестве восстановителя (PA_I) способствует получению более прочных структурно-упорядоченных массивов нанотрубок золота, нежели в случае использования аммиачного раствора серебра без дополнительных компонентов в его составе (PA_{II}). Структура и размерность нанотрубок были подтверждены методами растровой электронной микроскопии. Энергодисперсионный и рентгеноструктурный анализы показали, что синтезированные нанотрубки состоят из кристаллического золота с ориентацией (111).

Ключевые слова: наноструктуры золота, темплейтный синтез, рентгеновская дифрактометрия, кристаллическая структура, растровая электронная микроскопия.

Ұсынылған жұмыста тіректік мембраналар каналдарына алтын нанотүтіктерін синтезінің кейбір аспектілері қарастырылды. Зерттеулер тотықсыздандырғыш ретінде құрамында қосымша қоспалары жоқ күмістің аммиак ерітіндісін (AE_I) қолданғанға қарағанда, шарап қышқылының калийнатрий тұздарының негізіндегі активтеу ерітіндісін (AE_{II}) қолдану аса берік құрылымды реттелген алтын нанотүтіктерін алуға мүмкіндік беретінін көрсетті. Нанотүтіктердің құрылымы мен өлшемдері растрлық электрондық микроскоп әдістерімен нақталды. Энергодисперсиялы және рентгенқұрылымды талдау синтезделген нанотүтіктер (111) бағдарындағы кристалды алтыннан тұратынын көрсетті.

Кілттік сөздер: алтын наноқұрылымдары, темплейттік синтез, рентгендік дифрактометрия, кристалдық құрылым, растрлық электрондық микроскопия.

The paper some aspects were studied of synthesis of gold nanotubes in the channels of the track etched membranes. These studied showed that applying of activation solution based on the potassium sodium tartrate as reducing agent (AS_I) allows preparing stronger structurally ordered gold nanotubes receiving rather than in case of silver ammonia solution without any additional reducing agents in its composition (AS_{II}). Gold nanotubes structure and dimension were confirmed by method of scanning electron microscopy. Energy-dispersive and X-ray structural analyses showed that synthesized nanotubes consist of crystalline gold with (111) orientation.

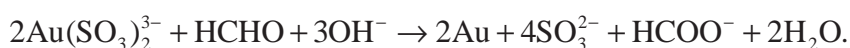
Keywords: *gold nanostructures, template synthesis, X-ray diffractometry, crystalline structure, scanning electron microscopy.*

Практическое применение трековых мембран (ТМ) уже давно не ограничивается простой фильтрацией. Эти уникальные объекты нанотехнологий широко применяются в современном материаловедении в области катализа, мембранной наносенсорике и электрохимии, наноэлектронике [1]. Значительное число работ посвящено разработке новых и усовершенствованию уже имеющихся техник и методик осаждения различных материалов в каналы ТМ. Все это способствовало появлению такого нового направления в области ядерной физики, как ионно-трековые нанотехнологии [2].

В Республике Казахстан промышленное производство ТМ успешно реализуется на базе ускорителя тяжелых ионов ДЦ-60. В рамках осуществления подпроекта «Создание фильтрационных материалов и металлических наноструктур на основе трековых мембран», реализуемого по программе МОН РК и Всемирного банка «Коммерциализация технологий», проводятся исследования по синтезу металлических наноструктур в каналах ТМ на основе полиэтилентерефталата (ПЭТФ). Достигнуты определенные успехи в синтезе наноструктур серебра [3], меди [4], никеля и кобальта [5].

Определенный интерес представляет синтез наноструктур золота вследствие удивительных свойств этого элемента в наноразмерном состоянии. Наночастицы золота зарекомендовали себя высокоэффективными низкотемпературными катализаторами [6], широко используются в лечении онкологических заболеваний [7] и направленной доставке лекарственных препаратов, имеются наработки по применению нанотрубок золота в нано- и биосенсорике [8] и т.д.

Анализ литературных данных показал, что наиболее популярной системой золочения в работах, посвященных темплейтному синтезу на основе ТМ, является золотосодержащий электролит на основе дисульфитоаурата (III) натрия и формальдегид как восстановитель:



Проведение реакции осаждения при пониженных температурах обеспечивает высокую скорость восстановления золота (I) из раствора $\text{Na}_3[\text{Au}(\text{SO}_3)_2]$ и высокое качество синтезируемых наноструктур, однако сам раствор достаточно чувствителен к температурному режиму и легко окисляется кислородом воздуха.

В этой работе нами исследован процесс осаждения золота в каналы трековых мембран для получения упорядоченных массивов нанотрубок золота (НТЗ), проведена модификация раствора активации, что позволило получить два типа образцов, отличающихся по составу и структуре.

Материалы и методы. *Химические реактивы.* Тетрахлороаурат (III) водорода, *n*-нитрофенол и боргидрид натрия производства Sigma и Aldrich AppliChem (Германия) соответственно, а также все остальные используемые химические реактивы имели чистоту «ч.д.а» или «х.ч.» и применялись без дополнительной очистки.

Приготовление полимерного темплата. Трековые мембраны были изготовлены на основе полиэтилентерефталата (ПЭТФ) марки Hostaphan® производства фирмы

Mitsubishi Polyester Film (Германия). Пленки облучали на ускорителе тяжелых ионов ДЦ-60 ускоренными ионами криптона с энергией 1,75 МэВ/нуклон и флюенсом $1,00\text{E}+09$ ион/см². Травление мембран осуществляли по стандартной методике, размерность пор составила порядка 80–85 нм.

Сенсибилизацию (повышение чувствительности) поверхности ТМ проводили путем обработки образца пленки в солянокислом растворе хлорида олова (IV). На стадии активации впервые использовали 2 различных раствора активации (РА). Состав РА_I: AgNO₃ (101,3 г/л), 25% NH₃ (83,7 г/л)+ MgSO₄·7H₂O (31,3 г/л), KNaC₄O₆H₄ (436,8 г/л) [4]. Состав РА_{II}: 10% AgNO₃, 25% NH₃, 3% NaOH [9]. Время активации – 3 и 5 мин соответственно. После проведения активации образцы ТМ тщательно промывали в этиловом спирте и деионизированной воде.

Химическое осаждение золота в каналы нанопористых ПЭТФ ТМ. В качестве раствора золочения использовали сульфитный комплекс золота (I) – Na₃[Au(SO₃)₂], синтез которого выполняли согласно методике [10]. Осаждение проводили путем смешения 1 мл раствора золочения Na₃[Au(SO₃)₂] с 10 мл 0,127 М Na₂SO₃, 0,625 М формальдегида и 0,025 М NaHCO₃ при pH = 11–12. В течение требуемого времени осаждения (24 ч) поддерживали температуру 4–6 °С. После осаждения образцы тщательно промывали в 90% растворе этилового спирта и деионизированной воде.

Растровая электронная микроскопия. Структуру и размерность НТЗ исследовали на растровом электронном микроскопе JEOL JFC 7500F, оснащенный интегрированной системой микроанализа iXRF EDS-2000 (Oxford Instruments, Великобритания).

Рентгеновская дифрактометрия. Рентгеноструктурный анализ выполнялся на дифрактометре D8 Advance (Bruker, Германия) с использованием CuKα-излучения и графитового монохроматора дифрагированного пучка. Режим съемки образца: напряжение на рентгеновской трубке – 40 кВ при токе 40 мА. Режим работы трубки: 40 кВ, 40 мА. Снятие дифрактограммы проводилось в угловом диапазоне 2(θ) 20–90° с шагом 2(θ) = 0,02°, время измерения 1с.

Результаты и их обсуждение. Выбор времени осаждения обусловлен не только низкой скоростью осаждения золота, но и необходимостью получения устойчивых форм нанотрубок.

На рисунке 1 представлены микрофотографии массивов нанотрубок золота, полученных в результате 24-часового осаждения с использованием раствора активации РА_I.

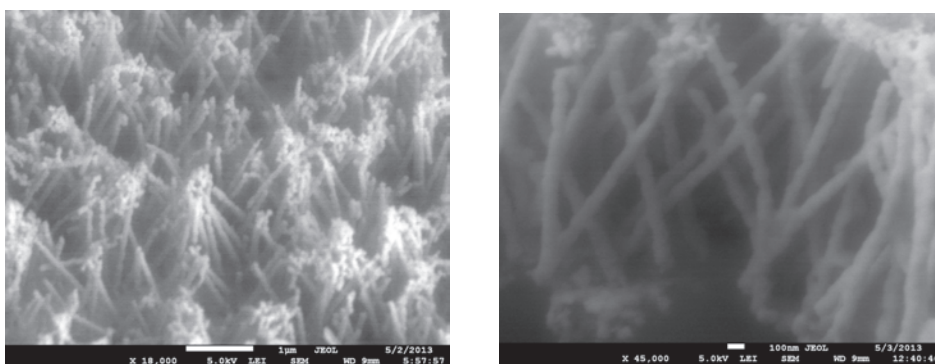


Рисунок 1 – РЭМ микрофотографии массивов НТЗ после удаления полимерной матрицы

Анализ внутреннего диаметра пор методом экструзионной порометрии показал, что толщина трубок при использовании PA_I и PA_{II} составила 26 и 2 нм соответственно. Следует отметить, что при применении раствора активации PA_{II} полимерные композиты желтовато-коричневого оттенка не имели характерного металлического блеска и были менее прочными после удаления матрицы, в то время как образцы, полученные при активации раствором PA_I , имели более выраженный металлический блеск, лучше сохраняли форму после растворения полимера.

Метод энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии (ЭДС) позволяет быстро и достоверно проводить неразрушающий качественный и количественный химический анализ объектов. Достоверность количественного анализа достигалась путем снятия пяти спектров в различных областях одного образца. На внешних стенках нанотрубок с использованием раствора активации PA_{II} были обнаружены следовые количества (0,92%) серебра (продукты стадии активации). Для массивов НТЗ, полученных при активации раствором PA_{II} , содержание серебра на внешних стенках трубок колеблется от 27 до 30%.

Фазовый состав и параметры кристаллической решетки этих НТЗ исследованы методами рентгеновской дифрактометрии. На рисунке 2 представлены дифрактограммы образцов НТЗ, полученные с использованием PA_I (см. рисунок 2, а) и PA_{II} (см. рисунок 2, б). В качестве стандарта сравнения использовали стандартный образец золота Au (PDF N 4-784).

Из сравнения спектров представленных рентгеновских спектров видно, что образец НТЗ PA_I имеет более совершенную кристаллическую структуру по сравнению с образцом НТЗ PA_{II} , так как дифракционные рефлексии на спектре последнего уширены.

На дифрактограмме, показанной на рисунке 2, а, отчетливо видны пики (111), (200), (220) и (311), характерные для кубической гранецентрированной (ГЦК) кристаллической решетки золота [китайгородский]. При этом доминирующий пик при $2(\theta) = 38,134^\circ$ указывает на преимущественную ориентацию (111) [11].

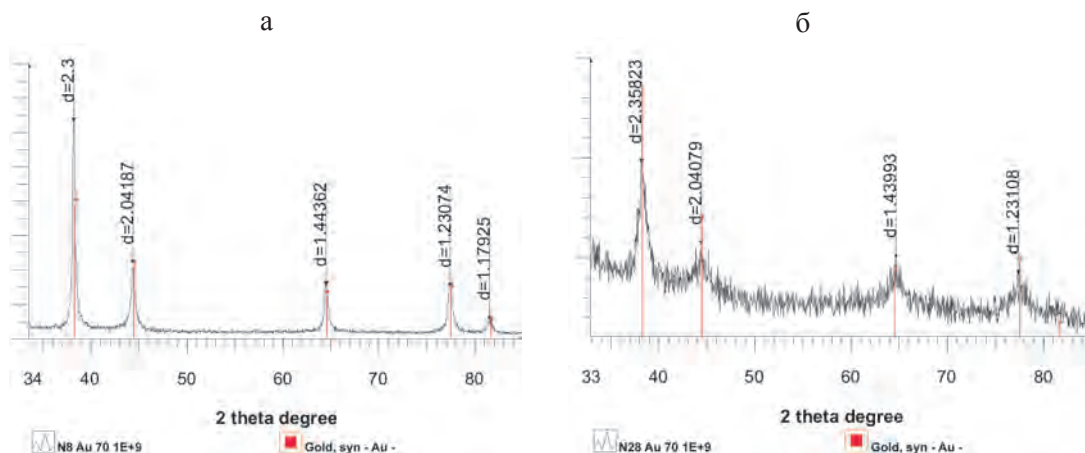


Рисунок 2 – Рентгеновские спектры массивов НТЗ, полученных с применением растворов активации PA_I (а) и PA_{II} (б)

Параметры ГЦК ячейки для образцов, синтезируемых с применением различных растворов активации, представлены в таблице. Помимо межплоскостных расстояний и параметров элементарной ячейки, рентгенофазовый анализ позволяет получить информацию о размерах кристаллитов (областей когерентного рассеяния, ОКР) и их ориентации в исследуемом образце.

Средний размер кристаллитов образцов реплик НТЗ в направлении нормали к отражающей плоскости (hkl) был оценен по уширению рефлексов рентгеновской дифракции с использованием формулы Шерера.

Рентгенометрические характеристики структурного состояния НТЗ
(время осаждения 24 ч)

Раствор активации	$2(\theta)$, град	β	Плоскость (hkl)	Размер ОКР, Å	Параметры ГЦК – ячейки	
					a_0 , Å	V_0 , Å ³
РА _I	38,13	0,31	(111)	5,72	4,0825± 0,0004	68,044 ±0,022
	44,35	0,47	(200)	4,16		
	64,68	0,44	(220)	7,30		
	77,47	0,48	(311)	13,31		
РА _{II}	38,13	0,92	(111)	1,92	4,0797± 0,0023	67,90± 0,116
	44,33	1,23	(200)	1,58		
	64,50	0,93	(220)	3,47		
	77,49	1,13	(311)	5,63		

Параметры решетки и объема элементарной кубической ГЦК-ячейки, согласно PDF N 4-784 для стандартного образца золота, составляют $a = 4,0788 \pm 0,0003$ Å и $V = 67,859 \pm 0,013$ Å³ соответственно.

Итак, применение раствора активации с использованием тетрагидрата двойной натриево-калиевой соли винной кислоты в качестве восстановителя позволяет получать более прочные покрытия с более совершенной кристаллической структурой.

Исследования выполнены в рамках подпроекта «Создание фильтрационных материалов и металлических наноструктур на основе трековых мембран», финансируемого в рамках Проекта коммерциализации технологий, поддерживаемого Всемирным банком и Правительством Республики Казахстан.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Волков В.В., Мчедlishvili Б.В., Ролдугин В.И. и др. Мембраны и нанотехнологии // Российские нанотехнологии. – 2008. – Т.3, №11-12. – С. 67-99.
- 2 Реутов В.Ф., Дмитриев С.Н. Ионно-трековая нанотехнология // Российск. хим. журн. – 2002. – Т. 46, №5. – С. 74–80.
- 3 Mashentseva A., Zdorovets M., Aubakirov B.N., Borgekov D.B. Application of the track-etch membranes in template- assisted synthesis of nanomaterials // Russian physic journal. – 2012. – Vol.55(12/2). – P.220-223.

4 Машенцева А.А., Аубакиров Б.Н., Здоровец М.В. Некоторые аспекты осаждения серебра в каналы трековых мембран на основе ПЭТФ // Вестник ЕНУ. – 2012. – №2. – С.84–92.

5 Машенцева А.А., Здоровец М.В., Аубакиров Б.Н., Русакова А.В., Горин Е.Г. Применение трековых технологий для bottom-up синтеза 3D-наноструктур // Вестник КарГУ. Серия хим. – 2012. – №2 (65). – С. 23–30.

6 Yang Yu., Kant K. Gold nanotube membranes have catalytic properties // Microporous and mesoporous materials. – 2012. – Vol. 153. – P. 131–136.

7 Perry J.L., Martin C.R., Stewart J.D. Drug-delivery strategies by using template-synthesized nanotubes // Chem. Eur.J. – 2011. – Vol. 17. – P. 6296–6302.

8 Wirtz M., Parker M., Kobayashi Y., Martin C.R. Molecular sieving and sensing with gold nanotube membranes // The Chemical record. – 2002. – Vol. 2. – P. 259–267.

9 Патент США US 8907295B2.

10 Боргеков Д.Б., Машенцева А.А. Синтез и каталитическая активность нанотрубок золота // Наука и образование 2013: материалы VIII Международной научной конференции студентов и молодых ученых. – Астана, 2013. – С. 211 – 216.

11 Ahn W., Taylor B., Dall A.G et al. Electroless gold island films: photoluminescence and the thermal transformation to nanoparticle ensembles // Langmuir. – 2008. – Vol. 24. – P. 4174–4184.

UDK 539.18

Y. KOSEOGLU, Y. AMIRGALIYEV

Suleyman Demirel University, Almaty

THE USE OF SEMIEMPIRICAL QUANTUM CHEMICAL METHODS IN STUDYING THE PROPERTIES OF LARGE SERIES OF BIOLOGICALLY ACTIVE MOLECULES

In this paper efficiency of so-called Electron Topological Method (ETM) was considered in studying of structural-active relationships (SAR) of molecules. This method is designed for quantitative studying of SAR (QSAR) and sets apart offered methods by set language, using for description of molecules compounds. In ETM Electron Topological Matrices of Contiguity (ETMC) are used, including most comprehensive data on electronic structure of compounds and their topology. Dependence was studied of properties of realization for different values of D1 and D2 and their graphical representations were given with due account of flexibility of real molecules in a form of two parameters, D1 and D2, characterizing, accuracy of atomic properties (diagonal matrix elements) and of bonds (non-diagonal ones).

Keywords: *quantitative structural-active relationships, Electron Topological Method, biologically active molecules, Electron Topological Matrices of Contiguity.*

Бұл жұмыста молекулалардың (SAR) құрылымдық-қызметтік өзара байланыстарын зерттеуде Электрондық-топологиялық әдіс (ЕТӘ) өнімділігі қарастырылды. Бұл тәсіл SAR (QSAR) сандық зерттеулерге арналған, басқа болжам жасалған тәсілдерден өзгешелігі — молекулалардың қосылыс құрылымын сипаттау үшін қолданылатын таңдалған тілде. ETM әдісінде қосылыстың электронды құрылымы және олардың топологиясы туралы мәліметтері бар Электронды топологиялық жанасу матрицалары (ЭТЖМ) пайдаланылады. Нақты молекулалардың икемділігі атомарлық қасиеттердің (диагональ бойынша элементтер) және химиялық байланыстардың (диагональ емес элементтер) дәл дігін сипаттайты некі параметр — D1 және D2 арқылы берілетінін ескере отырып, D1 және D2-нің түрлі мәндерінде жүзеге асырылу қасиеттерінің тәуелділіктері зерттеліп, олардың графикалық көріністері қарастырылды.

Кілттік сөздер: *сандық құрылым-қызметтік өзара байланыстар, электрондық-топологиялық тәсіл, биологиялық белсенді молекулалар, электронды топологиялық жанасу матрицалары*

Рассмотрена продуктивность электронного топологического метода (ETM) в исследовании структурно-деятельного взаимоотношения (SAR) молекул. Метод предназначен для количественных исследований SAR (QSAR) и отличается от остальных предлагаемых методов разницей выбранного языка, применяемого для описания структур соединений молекул. В методе ETM используются электронные топологические матрицы примыкания (ETMC), включающие данные об

электронной структуре соединений и их топологии. С учетом эластичности реальных молекул в виде двух параметров $D1$ и $D2$, характеризующих аккуратность атомарных свойств (элементы по диагонали) и аккуратность связей (элементы не по диагонали), исследована зависимость свойств реализации для различных значений $D1$ и $D2$ и их графических представлений.

Ключевые слова: численные структурно-деятельные взаимоотношения, электронный топологический метод, биологически активные молекулы, электронные топологические матрицы при-мыкания.

Introduction. Methods of quantum mechanics are used widely to investigate and predict different properties of molecules. A particular role of the methods has been found when dealing with problems related to biological activities of chemical compounds, ‘substrate-receptor’ interaction models, and new medicinal preparations’ design. Electron-topological method (ETM) [1–4] has been developed for studying structure-activity relationship (SAR) investigation in the series of compounds possessing some kind of activity known in advance. In the communication we discuss the method and its place among other similar methods.

To take decisions on the nature of different activities, Electron Topological Method (ETM) uses a special language for the structure of compounds’ description. Three dimensional (3D) matrices of the order $n \times n \times m$, named electron-topological matrices of contiguity, were taken as the language. Each layer (m of them, in all, each layer using different characteristics for atoms and bonds) is an ordinary $n \times n$ matrix that contains numerical elements of chemical-physical or quantum-chemical nature. They are obtained as a result of geometry optimisation and quantum-chemical calculations. ETMC formation and activity feature selection represent the computational part of ETM which uses an approach of pattern recognition combined with logical conditions for estimating the fitness of the feature found. The final stage of the ETM results in the rules formulating which are used for both further predictions of the activity and new compounds synthesis. These rules include those quantum-chemical and geometrical characteristics that are to be fulfilled for all active compounds, exclusively.

Each layer of a 3D-ETMC is a quadratic matrix, which is symmetric ($a_{ij}^{(k)} = a_{ji}^{(k)}$) with respect to its diagonal. Therefore, its upper triangle is used and the number of independent elements is $n(n+1)/2$, where n equals to the number of atoms in a molecule. The number m of ETMC in the 3D-ETMC depends on the number of different electronic parameters obtained as the result of quantum-chemical calculations.

The diagonal elements, $a_{ii}^{(k)}$ ($i=1,2,\dots, n$; $k=1, 2, \dots, m$, and k is fixed), are represented by one of atomic properties, namely, atomic charges, valence activities, polarisabilities, HOMO (LUMO) energies, and so on. The non-diagonal elements, $a_{ij}^{(k)}$, are of two kinds:

If i and j label two neighbouring chemically bonded atoms, then $a_{ij}^{(k)}$ is one of the electronic parameters of the i - j bond (bond order, Wiberg index, bond energy: total, covalent, ionic etc., polarisability, et al.

If i and j label non-bonded atoms, then $a_{ij}^{(k)} = R_{ij}^k$ is their inter-atomic distance, for all k .

In this way, each matrix contains both electronic and geometric characteristics. While the geometric parameters for a given conformation of the molecule remain fixed, the electronic ones can be chosen differently, i.e. there can be different combinations of atomic and bond parameters. (For instance, one can take atomic charges as atomic characteristics in combination with bond orders as bond characteristics, or atom polarisabilities with bond energies, or atomic charges with bond polarisabilities, and so on. Each of these combinations

produces a certain (for a fixed k) ETMC, and hence there are $m=m_1 \times m_2$ such possibilities, where m_1, m_2 are total numbers of atomic and bond characteristics, correspondingly. Thus, for any choice of k for electronic structure parameters we have N ETMC, if there are N molecules of the given series (both active and inactive compounds).

The next important step of the ETM is to compare all the elements of an ETMC representing one of the most active compounds with the rest of ETMCs. The aim of the comparison is to find a group of matrix elements such that, within the required accuracy, they are present in all active compounds and are absent (in the given combination) in the inactive ones. The group of matrix elements revealed in this way forms the ET sub matrix of activity (ETSA). It represents the structural and electronic (electron-topological) fragment of the molecule that is responsible for the activity under consideration. The process of searching the fragment of activity can be repeated for a given choice of atomic and bond characteristics with different values of accuracy used for diagonal elements (Δ_1) and for non-diagonal ones (Δ_2) [5–7]. A criteria (P_a^* in our case) must be chosen to estimate fitness of the parameters Δ_1 and Δ_2 selected for finding a feature of activity.

Results and Discussion. After a fragment of activity has been selected, a question on the stability of the fragment arises, because the final form of the feature being selected depends on the parameters of flexibility (Δ_1, Δ_2), determined beforehand for any cycle of the target compound comparison with the rest of compounds.

However, different molecules possess different degrees of flexibility. That is why the use of extreme values of the parameters (very large or very small ones) is equally improper. By this reason it was of interest for us to study the behaviour of Δ_1 and Δ_2 in the process of solving a concrete task, so as their influence on the features appearance in the compounds of the series fixed.

Bearing on the data on the antiarrhythmic preparations' activity [8], we investigated the values taken by P_a^* and expression L_a/L_b^{**} in dependence with the values of Δ_1 and Δ_2 at the example of three features selected. The results are shown in Table 1.

Table 1 – The dependence of the probability of the feature realisation on the Δ_1/Δ_2 choice

No feature	Atoms in feature	Δ_1/Δ_2					
		0.05/0.05	0.05/0.10	0.05/0.15	0.10/0.15	0.10/0.20	0.10/0.25
1	10,11,23	$\frac{9/0^*}{0.91^{**}}$	$\frac{12/0}{0.93}$	$\frac{13/0}{0.93}$	$\frac{13/1}{0.88}$	$\frac{14/2}{0.83}$	$\frac{14/3}{0.79}$
		$\frac{10/0}{0.91}$	$\frac{11/0}{0.92}$	$\frac{12/0}{0.93}$	$\frac{12/1}{0.87}$	$\frac{13/1}{0.87}$	$\frac{13/2}{0.82}$
3	15,17,23	$\frac{14/2}{0.83}$	$\frac{15/2}{0.90}$	$\frac{17/2}{0.91}$	$\frac{18/4}{0.79}$	$\frac{18/5}{0.76}$	$\frac{18/6}{0.73}$

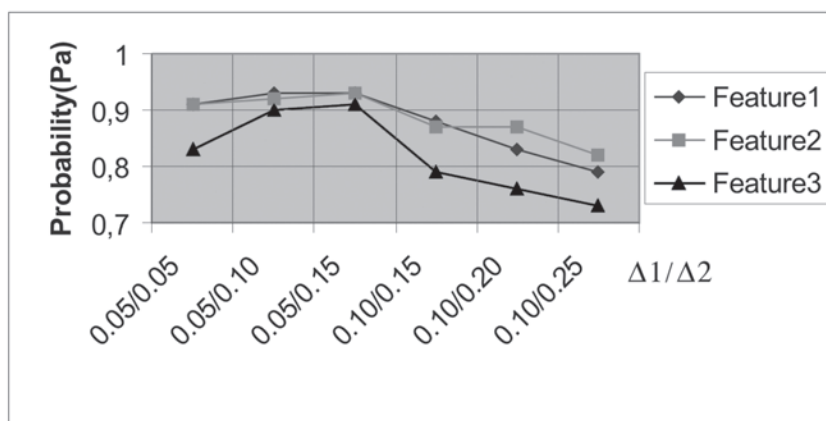
* P_a^* is a parameter used for the probabilistic estimation of the feature, calculated from the formula given in [5].

** L_a/L_b is the numbers of active/inactive compounds containing the feature.

As we see from the table, the values of P_a change when we vary Δ_1 and Δ_2 . However, the atoms entering the features are the same. It tells about the features' stability in the process of varying Δ_1 . The maximal value of P_a for all three features is reached under $\Delta_1 = \pm 0.05$ and $\Delta_2 = \pm 0.15$.

Graphical representation of the P_a dependency on the correlation (Δ_1/Δ_2) is demonstrated in Figure. From the figure it is seen that for small Δ_1 and Δ_2 the values of L_a and L_b are minimal. After the optimal values of Δ_1 and Δ_2 have been reached, their farther growth causes the decrease of the probability of the feature realisation. It happens because of the compounds from inactive class getting the feature, too. L_b grows, meanwhile P_a diminishes.

The special case is with the molecules of extreme flexibility. Such molecules are capable of forming additional intramolecular bonds. It means that one molecule can exist in a few stable conformations (can have a few local minima).



Graphical representation of the dependence between P_a and Δ_1/Δ_2

In such cases the limits of distances' variations are much more than the values of Δ_2 allowed. That is why any conformation is considered as a separate molecule and included into the series given as a self-standing compound.

If afterwards one of conformations gets the feature of activity while others do not possess the feature, it means that in reality the molecule exists in this (active) conformation.

To evaluate relative expenditure of computational time needed to process one large series of compounds of the diverse complexity, we carried out testing of separate programs included into the implemented scheme of the ETM.

With this aim, three series of compounds (20 molecules in every series) have been taken, differing in the numbers of atoms in the molecules from the series. Calculations have been done on the IBM PC Pentium II (300). In Table 2 the data on the time expenditure are given relative to the geometry optimisation and quantum-chemical calculations carried out for all molecules.

As it can be seen from the table, the increase of the number of atoms in the molecules causes the growth of the computational time in linear mode for both of the programs taken as two different versions of the core algorithm of the ETM. So, if the size of a molecule is


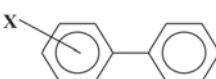
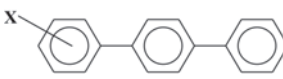
1.5 times more, 2 times more time is needed, when optimising the geometry of the molecule and 3 times more for quantum-chemical calculations.

In the case of large molecular systems (more than 50 atoms) the time of calculations increases substantially, and for a series consisting of approximately 100 molecules it is up to 60–70 minutes.

To test the programs for the activity features selection, 5 series of compounds have been taken differing in the number of molecules, so as in the number of atoms in the molecules. The number of active and inactive compounds for all series is equal. The algorithm I is the algorithm based on the cliques of graphs extraction. Algorithm II is the improved algorithm proposed in [6].

As it is seen from the Table 2, the second one exceeds the first one relative to time and the quality of the feature selection. In Algorithm I from the large overall number of fragments (more than 100) more than 20 of them have been selected as statistically valuable ones (possessing high values of P_a). Due to the fact, complications arise concerning the features interpreting.

Table 2 – The temporal characteristics of the system in dependence with the sets' and molecules' sizes

S E T S	The average size of molecules in every set	Number of compounds	Geometry Optimization (time in sec.)		Quantum chemical calculation (in sec.)	
			for 1 molecule	for 1 Set	for 1 molecule	for 1 Set
Set 1. 	15	20	6	12	5	100
Set 2. 	25	20	13	260	17	340
Set 3. 	35	20	24	480	33	660

X = F, Cl, Br, OH, SH, COOH.

It makes the system for the activity prognostication intricate and difficult for use. In the case of Algorithm II the number of features selected is quite limited. They can be analysed easily by a researcher in the course of building the system for the activity prognostication, so as in the process of discussing the mechanism of interaction between the compounds and the corresponding receptor.

Conclusions.

1. As we see, ordinary algorithms used in applications may behave differently in dependence with concrete applied tasks and strategies used.

2. The two algorithms for the ETMC processing take into account a lot of empirical considerations. Nevertheless, restructuring of the initial algorithm caused by some of the considerations makes calculations more simple and transparent.

3. All empirical data used in the algorithm may be assessed statistically, elucidating weak places in the implementation, if any exist, or demonstrating the effectiveness of the approach, otherwise.

REFERENCES

- 1 Dimoglo A.S., *Chim. Pharm. Zh.(Russ.)*, 1985, 19, 438.
- 2 Dimoglo A.S., Bersuker I.B., Gorbachov M.Yu., *Bioorganic Chemistry*, 1987,13, 38.
- 3 Dimoglo A.S., Gorbachov M.Yu.,Bersuker I.B. et al., *Die Nahrung*, 1988, 32, 461.
- 4 Dimoglo A.S., Beda A.A., Shvets N.M., Gorbachov M.Yu., Kheifits L.A., Aulchenko I.S., *New. J.Chem.*, 1995, 19, 149.
- 5 Shvets N.M., *Computer Journal of Moldova (Kishinev)*, 1993, 1, 101.
- 6 Shvets N.M., *Computer Journal of Moldova*, N3, 1997, p.301.
- 7 Shvets N.M., Dimoglo A.S. *Nahrung*, 1998, 42, N6, p.364.
- 8 Connors S.P., Dennis P.D., Gill E.G., Terrar D.A., 1991, *J. Med. Chem.*, 34, p.1570.

УДК 534.1

Н. И. МАРТЫНОВ¹, М. А. РАМАЗАНОВА¹, А. А. ТУЛЕШОВА²

¹Институт механики и машиноведения
им. У. А. Джолдасбекова МОН РК

²Национальная инженерная академия РК

ВЫНУЖДЕННЫЕ НЕЛИНЕЙНЫЕ СТАЦИОНАРНЫЕ КОЛЕБАНИЯ СЕЙСМИЧЕСКОГО КРУТИЛЬНОГО МАЯТНИКА

Исследованы вынужденные нелинейные стационарные колебания сейсмического крутильного маятника, которые сопровождаются точками срыва амплитуд угловых координат. Точки срыва амплитуд угловых координат определяются параметрами внешних возмущений, начальными условиями и конструктивными параметрами маятника. В двух случаях из трех происходит срыв амплитуд нутационных колебаний, что подтверждается экспериментально. Изучение позволило объяснить наблюдаемое на практике бухтообразное поведение угла закручивания маятника в период подготовки будущего землетрясения и установить связь с процессами, происходящими в очаге подготовки землетрясения.

Ключевые слова: маятник, колебания, землетрясение.

Бұрыштық координаттардың үзілу нүктелерінде еріп жүретін сейсмикалық бұралмалы маятниктің сызықты емес мәжбүрлі стационарлы тербелістері зерттелінді. Бұрыштық координаттардың үзілу нүктелері сыртқы түрткілердің параметрлері, бастапқы шарттармен және маятниктің конструкциялық параметрлері арқылы анықталады. Үш жағдайдың екеуінде нутациялық тербелістердің үзілуі болады, ол эксперименталды түрде расталды. Жүргізілген зерттеу тәжірибеді байқалатын болашақ жер сілкінуі әзірлеу кезеңінде маятниктің бухтатәрізді бұралмалану бұрышының тәртібін түсіндіруге және жер сілкінісінің ошағында болатын үрдістер арасындағы байланысты орнатуға мүмкіндік берді.

Кілттік сөздер: маятник, тербелістер, жер сілкінісі.

Forced nonlinear stationary oscillations of the seismic torsion pendulum were studied, accompanying by points of derange of amplitudes of angular coordinates. These points of derange of amplitudes of angular coordinates are defined by parameters of external disturbances, initial conditions and design parameters of pendulum. In two cases from free derange of amplitudes of nutation oscillations takes place, and this fact confirms by experiment. Carried out investigation has allowed to explain taking place in practice coil-like behavior of torsion angle of pendulum before earthquake and to establish connection with process taking place in earthquake centre.

Keywords: pendulum, oscillation, earthquake.

Известно, что идеальным прибором для спектрального анализа случайных событий служит колебательная система со слабым затуханием, замечательным свойством которой является возможность достижения очень высокой чувствительности и большой спектральной разрешающей способности [1]. Кроме того, известно, что коэффициенты затухания различного рода вертикальных маятников достаточно малы [1,2]. Наиболее интересные нелинейные эффекты наблюдаются, когда порядок сил трения не превышает порядок действия внешних сил. В колебательных системах, помимо рассеяния энергии, имеется источник энергии в виде работы вынуждающих сил. Амплитуда колебаний будет возрастать, если количество энергии, доставляемой источником, превышает количество энергии, рассеиваемой диссипативными силами. И наоборот, если количество энергии, доставляемой источником, меньше количества рассеиваемой энергии, колебания будут затухать. Постоянное же значение амплитуды будет сохраняться тогда, когда оба упомянутые количества энергии точно уравниваются друг друга.

В работах [3,4] изложена построенная с помощью методов усреднения [5,6] аналитическая теория колебаний сейсмического крутильного маятника (прямые задачи), которая используется в краткосрочном и оперативном прогнозах землетрясений.

В настоящей статье на основе базовых работ [3–8] кратко излагаются результаты исследования стационарных колебаний сейсмического крутильного маятника, которые характеризуются точками срыва амплитуд угловых координат маятника. Установлена связь стационарных колебаний с процессами, протекающими в очаге будущего землетрясения.

Вынужденные стационарные нутационные колебания. Исследуем вынужденные нелинейные стационарные нутационные колебания сейсмического крутильного маятника, используя результаты работ [3,4]. Запишем уравнение вынужденных нутационных колебаний, учитывая замечание о порядке сил трения:

$$\ddot{q}_1 + q_1 = \frac{\mu^2}{4} (q_1^3 - q_1 \dot{q}_1^2 - 8f_* \dot{q}_1) + \mu^2 B_1 \sin(\nu_1 t). \quad (1)$$

Здесь q_1 – угловая координата, описывающая нутационные колебания маятника; μ – малый параметр (отношение частот линейных крутильных и нутационных колебаний маятника); коэффициент трения в сферическом подвесе $f_0 \sim \mu$, а сила трения пропорциональна $\sim \mu^2 f_*$. Последний член в правой части уравнения (1) описывает гармонику ряда Фурье внешнего возмущения, действующую на сейсмический маятник.

Выполняя замену переменных:

$$q_1 = A \cos \psi, \quad \dot{q}_1 = -A \sin \psi, \quad \psi = t + \beta, \quad (1a)$$

уравнение (1) заменим эквивалентной системой уравнений первого порядка, записанной в стандартной форме:

$$\begin{aligned} \dot{A} &= -\frac{\mu^2}{16} \left[A^3 \sin 4\psi + 16f_* A - 16f_* A \cos 2\psi \right] - \mu^2 B_1 \sin(\nu_1 t) \sin \psi, \\ \dot{\psi} &= 1 - \frac{\mu^2}{16} \left[A^2 (1 + 2 \cos 2\psi + \cos 4\psi) + 16f_* \sin 2\psi \right] - \frac{\mu^2 B_1 \sin(\nu_1 t) \cos \psi}{A}. \end{aligned} \quad (2)$$

Для исследования поведения системы вблизи резонансной зоны удобно ввести расстройку фазы с помощью соотношения

$$\psi = \nu_1 t + \mathcal{G}. \quad (3)$$

Тогда систему уравнений (2) можно записать как

$$\begin{aligned} \dot{A} = \frac{\mu^2}{16} \left[A^3 \sin 4(\nu_1 t + \mathcal{G}) + 16 f_* A - 16 f_* A \cos 2(\nu_1 t + \mathcal{G}) \right] + \\ + \frac{\mu^2 B_1}{2} [\cos(\mathcal{G} + 2\nu_1 t) - \cos \mathcal{G}], \end{aligned} \quad (4)$$

$$\begin{aligned} \dot{\mathcal{G}} = (1 - \nu_1) - \frac{\mu^2}{16} \left[A^2 (1 + 2 \cos 2(\nu_1 t + \mathcal{G}) + \cos 4(\nu_1 t + \mathcal{G})) + \right. \\ \left. + 16 f_* \sin 2(\nu_1 t + \mathcal{G}) \right] + \frac{\mu^2 B_1}{2A} [\sin \mathcal{G} - \sin(\mathcal{G} + 2\nu_1 t)]. \end{aligned}$$

Решение системы уравнений (4) ищем в виде

$$A = \bar{A} + \mu^2 u(\bar{A}, \bar{\mathcal{G}}, t) + \dots, \quad \mathcal{G} = \bar{\mathcal{G}} + \mu^2 \nu(\bar{A}, \bar{\mathcal{G}}, t) + \dots, \quad (5)$$

где усредненные величины $\bar{A}, \bar{\mathcal{G}}$ удовлетворяют системе уравнений:

$$\frac{\bar{A}}{dt} = \mu^2 S(\bar{A}, \bar{\mathcal{G}}) + \dots, \quad \frac{d\bar{\mathcal{G}}}{dt} = (1 - \nu_1) + \mu^2 G(\bar{A}, \bar{\mathcal{G}}) + \dots \quad (6)$$

Подставим выражение (5) в (4) и учтем (6). Приравняв коэффициенты при одинаковых степенях μ , получим

$$\begin{aligned} \frac{\partial u}{\partial t} + (1 - \nu_1) \frac{\partial u}{\partial \bar{\mathcal{G}}} = -S - f_* \bar{A} - \frac{\bar{A}^3}{16} \sin [4(\bar{\mathcal{G}} + \nu_1 t)] + \\ + f_* \bar{A} \cos [2(\bar{\mathcal{G}} + \nu_1 t)] + \frac{B_1}{2} [\cos(\bar{\mathcal{G}} + 2\nu_1 t) - \cos \bar{\mathcal{G}}], \end{aligned} \quad (7)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial u}{\partial t} + (1 - \nu_1) \frac{\partial u}{\partial \bar{\mathcal{G}}} = -G - \frac{\bar{A}^2}{16} - \frac{\bar{A}^2}{16} [2 \cos [2(\bar{\mathcal{G}} + \nu_1 t)] + \cos [4(\bar{\mathcal{G}} + \nu_1 t)]] - \\ - f_* \sin [2(\bar{\mathcal{G}} + \nu_1 t)] + \frac{B_1}{2A} [\sin \bar{\mathcal{G}} - \sin(\bar{\mathcal{G}} + 2\nu_1 t)]. \end{aligned}$$

Усредняя правые части уравнения (7) по явно входящему времени t и полагая их равными нулю, определяем S, G :

$$S = -f_* \bar{A} - \frac{B_1}{2} \cos \bar{\mathcal{G}}, \quad G = \frac{B_1}{2A} \sin \bar{\mathcal{G}} - \frac{\bar{A}^2}{16}. \quad (8)$$

Подставим формулу (8) в (7) и методом характеристик проинтегрируем полученные уравнения. В результате будем иметь:

$$\begin{aligned}
 u &= \frac{B_1}{2(1 + \nu_1)} \sin(\bar{\vartheta} + 2\nu_1 t) + \frac{f_* \bar{A}}{2} \sin[2(\bar{\vartheta} + \nu_1 t)] + \frac{\bar{A}^3}{64} \cos[4(\bar{\vartheta} + \nu_1 t)], \\
 \nu &= \frac{B_1}{2\bar{A}(1 + \nu_1)} \cos(\bar{\vartheta} + 2\nu_1 t) + \frac{f_*}{2} \cos[2(\bar{\vartheta} + \nu_1 t)] + \\
 &\quad \left] + \frac{\bar{A}^2}{16} \left[\sin[2(\bar{\vartheta} + \nu_1 t)] + \frac{1}{4} \sin[4(\bar{\vartheta} + \nu_1 t)] \right].
 \end{aligned}
 \tag{9}$$

Система уравнений (6) с учетом (8) примет вид

$$\frac{d\bar{A}}{dt} = -\mu^2 \left(f_* \bar{A} + \frac{B_1}{2} \cos \bar{\vartheta} \right), \quad \frac{d\bar{\vartheta}}{dt} = (1 - \nu_1) + \mu^2 \left(\frac{B_1}{2\bar{A}} \sin \bar{\vartheta} - \frac{\bar{A}^2}{16} \right). \tag{10}$$

Таким образом, решение задачи свелось к решению усредненной системы уравнений (10), которая не расщепляется на подсистемы медленных и быстрых движений. В нерезонансном случае такое расщепление можно провести и построить аналитическое решение. После того как определено решение (10), учитывая начальные условия, можно найти $q_1(t)$, а затем и другие параметры системы [3,4].

Точки срыва амплитуд. Для получения стационарных (равновесных) решений приравняем правые части системы уравнений (10) к нулю. Исключив из полученных уравнений расстройку фазы $\bar{\vartheta}$, получим

$$a^2 \left\{ [a^2 - \Delta\omega]^2 + f_*^2 \right\} = B^2, \tag{11}$$

где

$$a = \frac{\bar{A}}{4}, \quad B = \frac{B_1}{8}, \quad \Delta\omega = \frac{1 - \nu_1}{\mu^2}. \tag{11a}$$

$\Delta\omega$ представляет собой нормированную расстройку частоты. Разрешая уравнение (11) относительно $\Delta\omega$, определяем функцию

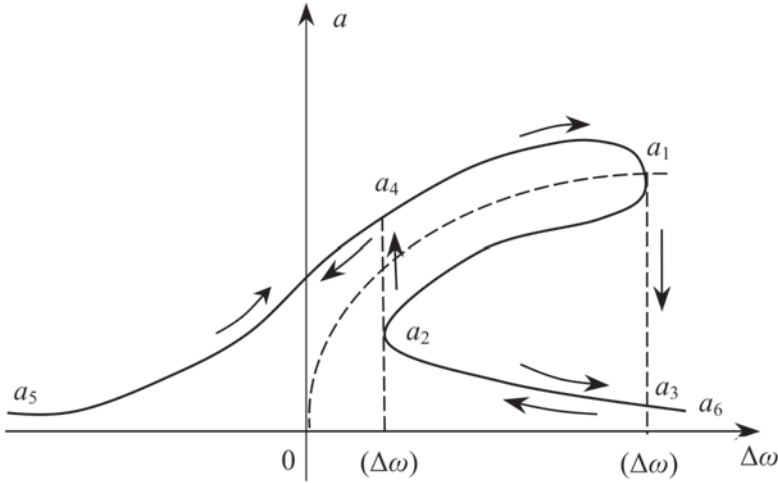
$$\Delta\omega = a^2 \pm \sqrt{\left(\frac{B}{a}\right)^2 - f_*^2}. \tag{12}$$

С помощью этой функции нетрудно построить амплитудную зависимость стационарных колебаний от расстройки частоты (см. рисунок). Дифференцируя соотношение (11) по $\Delta\omega$, получаем

$$\frac{da^2}{d\Delta\omega} = \frac{2a^2(a^2 - \Delta\omega)}{[3a^4 + f_*^2 - 4a^2\Delta\omega + (\Delta\omega)^2]}. \tag{13}$$

Если $a^2 > f_*^2$, то производная $\frac{da^2}{d\Delta\omega}$ обращается в бесконечность при двух значениях:

$$\Delta\omega_{1,2} = 2a^2 \pm \sqrt{a^4 - f_*^2}. \tag{14}$$



Зависимость амплитуды стационарных колебаний от расстройки частоты (пунктирная кривая – скелетная кривая $\Delta\omega = a^2$)

При этом условии, как показывает анализ выражения (11), зависимость амплитуды вынужденных колебаний в некоторой области частот оказывается неоднозначной и становится возможным срыв амплитуд (1).

Используя методику определения устойчивости стационарных колебаний, можно показать, что амплитуды на ветви кривой, лежащей левее скелетной кривой, будут устойчивыми [5], если a возрастает вместе с $\Delta\omega$; на ветви, лежащей правее скелетной кривой, наоборот, устойчивыми будут те участки, на которых a убывает вместе с возрастанием $\Delta\omega$. Следовательно, на участках $a_5a_4a_1, a_2a_3a_6$ амплитуда стационарных колебаний устойчива, а на участке a_2a_1 неустойчива. При увеличении $\Delta\omega$ из области отрицательных значений до точки a_1 происходит плавное устойчивое изменение амплитуды. В точке a_1 производная (13) обращается в бесконечность, и амплитуда изменяется скачком от величины a_1 до a_3 . Далее, по мере увеличения $\Delta\omega$ происходит плавное уменьшение амплитуды на участке a_3a_6 .

При уменьшении $\Delta\omega$ из области положительных значений на участке a_6a_2 происходит плавное устойчивое увеличение амплитуды. В точке a_2 производная (13) обращается в бесконечность, и амплитуда изменяется скачком от величины a_2 до a_4 . При дальнейшем уменьшении $\Delta\omega$ происходит плавное устойчивое уменьшение амплитуды на участке a_4a_5 . Явление скачкообразного изменения амплитуды и представляет собой срыв амплитуды. Заметим, что явление срыва может наблюдаться только в том случае, если область частот $(\Delta\omega)_1 - (\Delta\omega)_2$, в которой зависимость амплитуды от частоты неоднозначна, отлична от нуля. При $(\Delta\omega)_1 - (\Delta\omega)_2 = 2\sqrt{a^4 - f_*^2} \rightarrow 0$ явление срыва будет исчезать. Этому условию соответствует равенство нулю подкоренного выражения (14). Используя амплитудную характеристику (11), найдем, что в этом случае

$$\bar{A} = 4\sqrt{f_*}, \quad \Delta\omega = f_*, \quad B_1 = 8f_*^{2/3}. \quad (14a)$$

Из выражения (14) следует, что ширина зоны неоднозначности амплитуд тем больше, чем меньше коэффициент трения.

Связь с процессами в очаге будущего землетрясения. Приведенное аналитическое решение для стационарных колебаний и его графическая интерпретация (см. рисунок) позволяют качественно объяснить наблюдаемое на практике anomalous изменение угла закручивания маятника в период подготовки землетрясения. Все стадии процесса подготовки землетрясения, соответствующие современным представлениям физики очага землетрясений, четко отражены различными ветвями кривой на рисунке. Так, левая ветвь кривой $a_3 a_4 a_1$ отражает процесс подготовки землетрясений на его первом, втором и начальном этапе третьей стадии [3,4]. Этап формирования микротрещин сопровождается широким спектром излучения. Высокочастотная часть излучения поглощается близлежащей окружающей средой, часть низкочастотного излучения в виде поступательных и угловых внешних возмущений достигает сейсмического маятника. При переходе процесса во вторую и третью стадии (т.е. образование ансамбля микротрещин, роста их концентраций и т.д.) область будущего очага землетрясения более интенсивно излучает энергию на низких частотах. При этом расстройка частот нутационных колебаний $\Delta\omega$ растет. Параллельно, за счет внешних угловых возмущений, начинается этап подготовки формирования бухты крутильных колебаний маятника. С течением относительно небольшого отрезка времени происходит срыв амплитуд нутационных колебаний, что приводит к относительно быстрому формированию бухты угла закручивания маятника. По мере развития и окончания третьей стадии (стадия закрытия пор – сейсмическое затишье) расстройка частоты $\Delta\omega$ уменьшается, что соответствует правой ветви кривой $a_6 a_3 a_2 a_4$ на рисунке, т.е. амплитуда стационарных нутационных колебаний стабилизируется на прежнем уровне. Параллельно интенсивность и частота внешних угловых возмущений уменьшаются, что приводит к окончанию процесса формирования бухты крутильных колебаний. Процесс начала и окончания формирования бухты крутильных колебаний регистрируется прибором «Алем» и интерпретируется как предвестник землетрясений [3,4]. Этот результат исключительно важен для прогноза землетрясений.

Отметим, что линейно поляризованные колебания, или близкие к ним, возможны, если начальный импульс $P_3 = 0$. При этом существенное влияние на крутильные колебания маятника оказывают нутационные колебания, но обратного влияния нет [3,4].

Классификация вынужденных стационарных колебаний. В работах [3,4,7] проведена детальная классификация вынужденных нелинейных стационарных колебаний сейсмического крутильного маятника. Показано, что в общем случае вынужденных нелинейных стационарных колебаний ($P_3 \neq 0$) происходит согласованный срыв амплитуд не только нутационных колебаний, но и крутильных и прецессионных колебаний маятника. Эти точки срыва определяются характеристиками поступательных и угловых внешних возмущений, действующих на маятник, а также начальными условиями и физико-геометрическими параметрами маятника. Определение всех других характеристик колебания маятника не представляет принципиальных затруд-

нений. Они определяются квадратурами или конечными выражениями, приведенными в [3,4].

Анализ в работах [3,4,7] показал многообразие форм стационарных колебаний и, кроме того, позволил установить, что примерно в двух случаях из трех в области резонанса происходит срыв амплитуды нутационных колебаний. Данные отчета НПК «Прогноз» [8] говорят о том, что в 68 случаях из 100 перед землетрясениями наблюдаются бухтообразные вариации угла закручивания.

Из анализа стационарных колебаний сейсмического крутильного маятника можно сделать важный вывод. Для того чтобы повысить надежность краткосрочного и оперативного прогнозов землетрясений, необходимо на каждой станции разместить более одного маятника, например четыре маятника, ориентированных на четыре разные стороны света.

Перспективы краткосрочного и оперативного прогнозов землетрясения крутильными сейсмическими маятниками обсуждены в работе [9].

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Калинин И.И. Консервативные системы для геофизических исследований. – М.: Наука, 1983. – 178с.
- 2 Каудер Г. Нелинейная механика. – М.: Ин.лит., 1961. – 777с.
- 3 Мартынов Н.И. Введение в теорию колебаний сейсмического маятника. – Алматы: LEM, 2005. – 162с.
- 4 Мартынов Н.И., Рамазанова М.А. Прямые задачи теории колебаний сейсмического крутильного маятника. Введение в теорию колебаний сейсмического маятника. – Алматы: LEM, 2005. – 268с.
- 5 Боголюбов Н.Н., Митропольский Ю.А. Асимптотические методы в теории нелинейных колебаний. – М.: Наука, 1974. – 503 с.
- 6 Гребенников Е.А., Митропольский Ю.А. Метод усреднения в исследованиях резонансных систем. – М.: Наука, 1992. – 221 с.
- 7 Мартынов Н.И. Классификация вынужденных нелинейных стационарных колебаний сейсмического маятника // Вестник КазНТУ им. К.И. Сатпаева. – 2006. – № 6(56). – С. 150–156.
- 8 Отчет НИР НПК “Прогноз”: ГУ “Казселезащита”, 1994–1999. – 168с.
- 9 Мартынов Н.И. О перспективах краткосрочного прогноза землетрясения крутильными сейсмическими маятниками // Поиск. – 2008. – № 2. – С.196–201.

**Ю. М. ДРАКУНОВ, А. Ж. СЕЙДАХМЕТ, А. В. ШАХВОРОСТОВА,
И. Р. БИСМИЛЬДИН**

Казахский национальный университет им. аль-Фараби

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ТВЕРДОТЕЛЬНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ СТЕРЖНЕВЫХ МЕХАНИЗМОВ

Описана разработанная авторами система автоматизированного проектирования рычажных механизмов. Показаны все этапы синтеза механизмов, основанные на применении комплекса программ, написанных на Maple, Visual Basic и C++. Трехмерное моделирование осуществляется путем программного вызова команд системы Autodesk Inventor. Применение такой системы автоматизированного проектирования позволит выбрать оптимальные параметры стержневых механизмов и ускорить сроки их проектирования.

Ключевые слова: автоматизация, синтез, рычажные механизмы, твердотельное моделирование.

Мақалада авторлар жасап шығарған тетік механизмдердің автоматтандырылған жобалау жүйесі сипатталады. Maple, VisualBasic и C++ жүйелерінде жазылған бағадарламалар кешенін қолдануға негізделген механизм синтездерінің барлық этаптары көрсетілген. Үшөлшемдік модельдеу AutodeskInventor жүйесінің командаларын бағадарламалық шақыру жолымен жүзеге асырылады. Мұндай автоматтандырылған модельдеу жүйесін қолдану білік механизмдерінің оңтайлы параметрлерін таңдап алуға және оларды жобалау мерзімдерін тездетуге мүмкіндік береді.

Кілттік сөздер: автоматтандыру, синтез, тетік механизмдері, қатты денені модельдеу.

This paper describes developed by authors CAD system for linkage mechanisms design. All stages were shown of mechanisms synthesis based on complex applications of software on Maple, Visual Basic and C ++. Three-dimensional simulation is carried out by software command call of Autodesk Inventor system. Such CAD system using will allow selecting optimal parameters of link mechanisms and decreasing design period.

Keywords: automation, synthesis, linkages, solid modeling.

Рычажные механизмы наиболее часто используются в современном машиностроении. Начальным этапом их проектирования является процесс подбора длин звеньев с учетом кинематических и динамических критериев. В дальнейшем создаются чертежи звеньев рычажного механизма и определяются их массовые характеристики. По мере уточнения характеристик звеньев синтез может проводиться несколько раз.

Для проектирования рычажных механизмов нами разработана компьютерная программа, позволяющая осуществлять синтез стержневых механизмов различного вида, программным путем создавать твердотельные модели как отдельных деталей, так и сборки, проводить конечно-элементный расчет звеньев механизма, получать как детализировочные, так и сборочные чертежи механизмов и машин. Применение такой системы автоматического проектирования позволяет ускорить сроки проектирования, выбирать оптимальные параметры механизмов машинного агрегата. Все программы, позволяющие проводить синтез различных стержневых механизмов, написаны в системе аналитических вычислений Maple.

Использование такой системы автоматизированного проектирования рассмотрим на примере плоского рычажного механизма 3-го класса. На первом этапе решается задача геометрического синтеза рычажных механизмов – определение оптимальных длин звеньев плоского рычажного механизма 3-го класса по 5 параметрам (рисунок 1).

Для решения задачи введем системы координат, показанные на рисунке 1. Пусть на неподвижной плоскости XOY задано движение двух подвижных плоскостей xOy и uD_1v , связанных с движением входного и выходного звеньев:

$$X_{O_i} = X_{O_i}(t_i), Y_{O_i} = Y_{O_i}(t_i), \varphi_{1i} = \varphi_{1i}(t_i),$$

$$X_{D_i} = X_{D_i}(t_i), Y_{D_i} = Y_{D_i}(t_i), \varphi_{4i} = \varphi_{4i}(t_i), i = 1, 2, \dots, N.$$

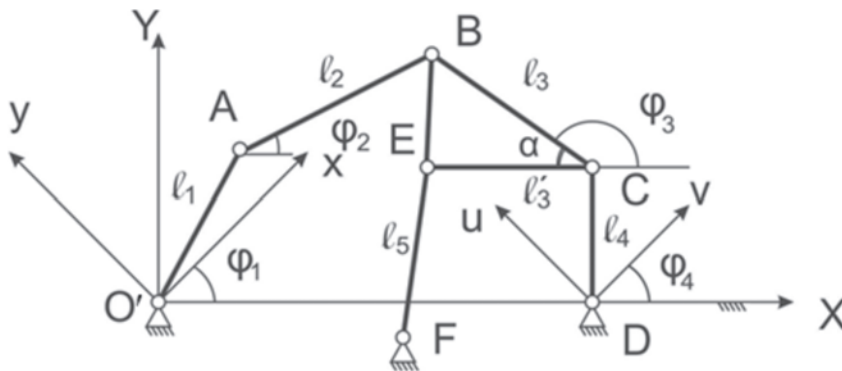


Рисунок 1

Для того чтобы получить механизм, на движение плоскостей нужно наложить связи в виде двух звеньев с вращательными кинематическими парами 5-го класса [1].

Составим систему уравнений замкнутости контуров в проекции на координатные оси:

$$\begin{cases} l_1 \cos(\varphi_1 + \varphi_{10}) + l_2 \cos \varphi_2 = 1 + l_4 \cos(\varphi_4 + \varphi_{40}) + l_3 \cos \varphi_3, \\ l_1 \sin(\varphi_1 + \varphi_{10}) + l_2 \sin \varphi_2 = l_4 \sin(\varphi_4 + \varphi_{40}) + l_3 \sin \varphi_3. \end{cases} \quad (1)$$

Длины звеньев l_1, l_2, l_3, l_4 задаем произвольно, задаем углы $\varphi_{10} = 0, \varphi_{40} = 0$. Из системы уравнений (1) найдем φ_2 и φ_3 .

Лишняя степень свободы исходной кинематической цепи (ИКЦ) исключается путем наложения ее геометрических связей на относительные движения звеньев. Связь накладывается в виде звена EF . Точка E является круговой точкой [1]. Искомые параметры x_E, y_E, x_F, y_F, l_5 .

Координаты точки E_i в неподвижной системе координат XOY записываются в виде:

$$\begin{cases} x_{E_i} = 1 + l_4 \cos(\varphi_4 + \varphi_{40}) + l_3' \cos(\varphi_3 + \alpha), \\ y_{E_i} = l_4 \sin(\varphi_4 + \varphi_{40}) + l_3' \sin(\varphi_3 + \alpha). \end{cases} \quad (2)$$

Расстояние между точками E_i и F должно быть неизменным, поэтому для целевой функции запишем выражение взвешенной разности (отклонения), как это делается, например, в [1]:

$$\Delta_i = \left[(x_{E_i} - x_{F_i})^2 + (y_{E_i} - y_{F_i})^2 - l_5^2 \right]. \tag{3}$$

После подстановки выражения (2) в (3) получим

$$\begin{aligned} \Delta_i = & 1 + 2l_4 \cos(\varphi_4 + \varphi_{40}) + 2l_3' \cos(\varphi_3 + \alpha) - 2x_F + 2l_4 \cos(\varphi_4 + \varphi_{40})l_3' \cos(\varphi_3 + \alpha) - \\ & - 2l_4 x_F \cos(\varphi_4 + \varphi_{40}) + l_3'^2 \cos^2(\varphi_3 + \alpha) - 2l_3' x_F \cos(\varphi_3 + \alpha) + x_F^2 + l_4^2 + \\ & + 2l_4 \sin(\varphi_4 + \varphi_{40})l_3 \sin(\varphi_3 + \alpha). \end{aligned} \tag{4}$$

Составляем сумму квадратов целевой функции

$$S = \sum_{i=1}^N \Delta_i^2. \tag{5}$$

Необходимыми условиями минимума суммы являются равенства нулю частных производных по искомым параметрам

$$\frac{\partial S}{\partial P} = 0, \quad P = x_E, y_E, x_F, y_F, l_5. \tag{6}$$

Задача является нелинейной и может быть сведена к системе уравнений 9-й степени. Сумму формулы (5) можно представить в виде функции, зависящей от двух параметров, например x_E, y_E . В случае обращенного движения, полагая $\theta_i = \varphi_i - \psi_i$, $X_{O_i} = X_{O_i'} - X_{D_i}$ и $Y_{O_i} = Y_{O_i'} - Y_{D_i}$, получаем задачу об определении круговых точек. Три искомого параметра можно выразить через остальные:

$$u_F = \frac{D_U}{D}, \quad v_F = \frac{D_V}{D}, \quad l_5 = \frac{D_H}{D}, \tag{7}$$

где введены следующие определители:

$$\begin{aligned} D &= \begin{vmatrix} A_1 & A_2 & A_3 \\ A_2 & A_4 & A_5 \\ A_3 & A_5 & N \end{vmatrix} & D_U &= \frac{1}{2} \begin{vmatrix} B_1 & A_2 & A_3 \\ B_2 & A_4 & A_5 \\ B_3 & A_5 & N \end{vmatrix} \\ D_V &= \frac{1}{2} \begin{vmatrix} A_1 & B_1 & A_3 \\ A_2 & B_2 & A_5 \\ A_3 & B_3 & N \end{vmatrix} & D_H &= \frac{1}{2} \begin{vmatrix} A_1 & A_2 & B_1 \\ A_2 & A_4 & B_2 \\ A_3 & A_5 & B_3 \end{vmatrix} \end{aligned} \tag{8}$$

Целевую функцию после некоторых преобразований можно представить в виде

$$S = \frac{W}{D} . \tag{9}$$

Здесь W – расширенный определитель следующего вида:

$$W = \begin{vmatrix} A_1 & A_2 & A_3 & B_1 \\ A_2 & A_4 & A_5 & B_2 \\ A_3 & A_5 & N & B_3 \\ B_1 & B_2 & B_3 & B_4 \end{vmatrix} \tag{10}$$

В приведенных формулах элементы определителей имеют вид:

$$A_1 = \sum_{i=1}^N X_i^2, A_2 = \sum_{i=1}^N X_i Y_i, A_3 = \sum_{i=1}^N X_i, A_4 = \sum_{i=1}^N Y_i^2, A_5 = \sum_{i=1}^N Y_i, \tag{11}$$

$$B_1 = \sum_{i=1}^N R_i^2 X_i, B_2 = \sum_{i=1}^N R_i^2 Y_i, B_3 = \sum_{i=1}^N R_i^2, B_4 = \sum_{i=1}^N R_i^4. \tag{12}$$

В формулах (11) и (12) введены обозначения:

$$\begin{aligned} X_i &= X_{O_i} + x_E \cos \theta_i - y_E \sin \theta_i, \\ Y_i &= Y_{O_i} + x_E \sin \theta_i + y_E \cos \theta_i, \\ R_i^2 &= X_i^2 + Y_i^2. \end{aligned} \tag{13}$$

После подстановки уравнения (13) в (11) и (12) были получены для элементов определителя следующие выражения:

$$\begin{aligned} A_1 &= \frac{1}{2}(C_1 + N)Z + 2C_2 x_E - C_5 x_E y_E - C_1 y_E^2 - 2C_3 y_E + C_4, \\ A_2 &= \frac{1}{2}C_5 Z + (C_3 + C_6)x_E + C_1 x_E y_E - C_5 y_E^2 + (C_2 - C_8)y_E + C_7, \\ A_3 &= C_9 x_E - C_{11} y_E + C_{10}, \quad A_5 = C_{11} x_E + C_9 y_E + C_{13}, \\ A_4 &= \frac{1}{2}(-C_1 + N)Z + 2C_8 x_E + C_5 x_E y_E + C_1 y_E^2 + 2C_6 y_E + C_{12}, \\ B_1 &= (C_9 x_E - C_{11} y_E + 2C_{16} + C_{10})Z + (2C_{17} + C_{22})x_E + 2(C_{15} - C_{14})x_E y_E - \\ &\quad - 2(C_{16} + C_{20})y_E^2 + (2C_{19} - C_{18})y_E + C_{21}, \\ B_2 &= (C_{11} x_E + C_9 y_E + 2C_{14} + C_{13})Z + (2C_{24} + C_{18})x_E + 2(C_{20} + C_{16})x_E y_E + \\ &\quad + 2(C_{15} - C_{14})y_E^2 + (2C_{23} + C_{22})y_E + C_{25}, \end{aligned} \tag{14}$$

$$\begin{aligned}
 B_3 &= NZ + 2C_{27}x_E + 2C_{28}y_E + C_{26}, \\
 B_4 &= NZ^2 + 2(2C_{27}x_E + 2C_{28}y_E + 2C_{33} + C_{26})Z + 4C_{32}x_E + 8C_{34}x_Ey_E + \\
 &\quad + 4(C_{30} - C_{33})y_E^2 + 4C_{31}y_E + C_{29}.
 \end{aligned} \tag{15}$$

В этих формулах $C_j, j = 1...34$ – известные коэффициенты, представляющие собой всевозможные суммы. Вычисление этих сумм полностью автоматизировано.

В интегрированной среде Maple разработана программа аналитического получения системы двух окончательных уравнений 9-й степени следующего вида:

$$F_j(x_E, y_E) = A_1^{(j)}Z^4 + A_2^{(j)}Z^3 + A_4^{(j)}Z^2 + A_5^{(j)}Z + A_6^{(j)} = 0, \quad j = 1, 2. \tag{16}$$

Здесь $Z = x_E^2 + y_E^2$; $A_k^{(j)}$ – полиномы k -го порядка относительно x_E и y_E . Полиномы $A_k^{(j)}$ здесь не приводятся в силу их громоздкости.

Описанный алгоритм для синтеза плоских рычажных механизмов был реализован в виде программы, написанной в системе Maple. Также были разработаны подпрограммы для рисования примитивов, с помощью которых можно изобразить любой механизм и построить анимационные объекты.

На рисунке 2 показана рабочая точка механизма, которая описывает в процессе движения заданную кривую.

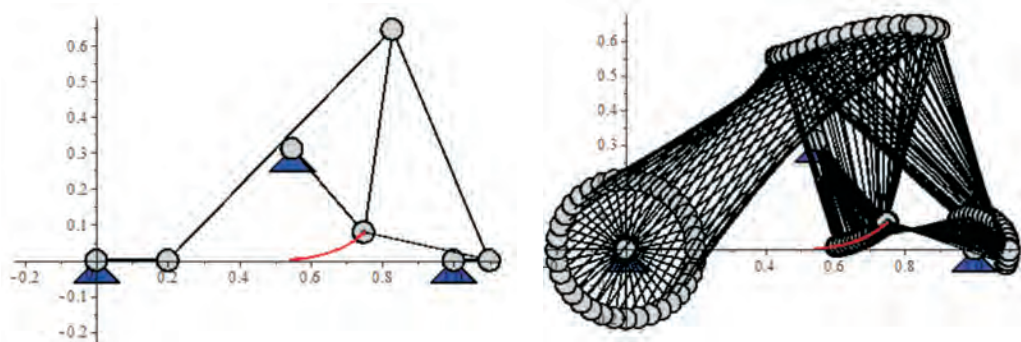


Рисунок 2

В дальнейшем управляющая программа, написанная в системе C++, берет исходные данные для синтезированного механизма и вызывает комплекс программ, написанный на языке Visual Basic системы Autodesk Inventor API, для дальнейшего твердотельного моделирования. Эта программа имеет кнопочно-оконную систему и связана пакетом программ, написанных в системе Maple, и программой 3D проектирования Autodesk Inventor API. Пользователь выбирает тип рычажного механизма, вводит входные данные в соответствующие поля, затем программа обрабатывает информацию и записывает эту информацию в файл.

Программа, написанная в системе Maple, принимает и обрабатывает информацию, выполняет расчеты и передает рассчитанные данные в систему проектирования Autodesk Inventor. Таким образом, управление твердотельным моделированием в Autodesk Inventor API выполняется с помощью программ, созданных в системе Maple.

Разработанные нами программы позволяют создавать в системе Autodesk Inventor твердотельные модели отдельных звеньев рычажных механизмов. Компьютерная сборка также осуществляется программным путем.

Твердотельные модели отдельных звеньев механизма создаются так: сначала программным путем делается эскиз звена, а затем происходит его выдавливание на заданную толщину.

Программная сборка отдельных компонентов в системе Autodesk Inventor API осуществляется на основе сборочного документа, для создания которого используется функция `App.Documents.Add(DocumentTypeEnum.kAssemblyDocumentObject)`, где параметр внутри скобки определяет тип создаваемого файла. Таким образом, объект `kAssemblyDocumentObject` определяет документ сборки. Сборка содержит информацию о компонентах и зависимостях между этими компонентами. Для получения доступа к этим компонентам имеется функция `objDefinition.Occurrences`. В разработанной программе сборки использовалась функция внедрения компонента в сборочный документ `objDefinition.Occurrences.Add(«C:\Temp\Osнова.ipt», objMatrix)`. Так определяются координаты центра компонента и углы поворота относительно осей.

Ниже показан код программы, осуществляющий пример вставки зависимости `InsertConstraint`:

```
Dim oApp As Inventor.Application
oApp = GetObject(, «Inventor.Application»)
Dim oOcc As ComponentOccurrence
Dim oOcc1 As ComponentOccurrence
Dim oAsmCompDef As AssemblyComponentDefinition
oAsmCompDef = oApp.ActiveDocument.ComponentDefinition
oOcc = AsDoc.ComponentDefinition.Occurrences(4)
oEdgeObject = oOcc.SurfaceBodies(1).Edges(18)
oOcc1 = AsDoc.ComponentDefinition.Occurrences(2)
oEdgeObject1 = oOcc1.SurfaceBodies(1).Edges(2)
Dim oInsert As InsertConstraint
oInsert = oAsmCompDef.Constraints.AddInsertConstraint(oEdgeObject, oEdgeObject1, True, 0)
```

В системе Autodesk Inventor имеются несколько видов зависимостей, осуществляющих программную сборку, каждый из которых имеет свои методы и параметры.

При создании зависимостей выбираются объекты, к которым они будут применены, например между двумя звеньями рычажного механизма программно вставляется зависимость вставки `InsertConstraint` (рисунок 3).

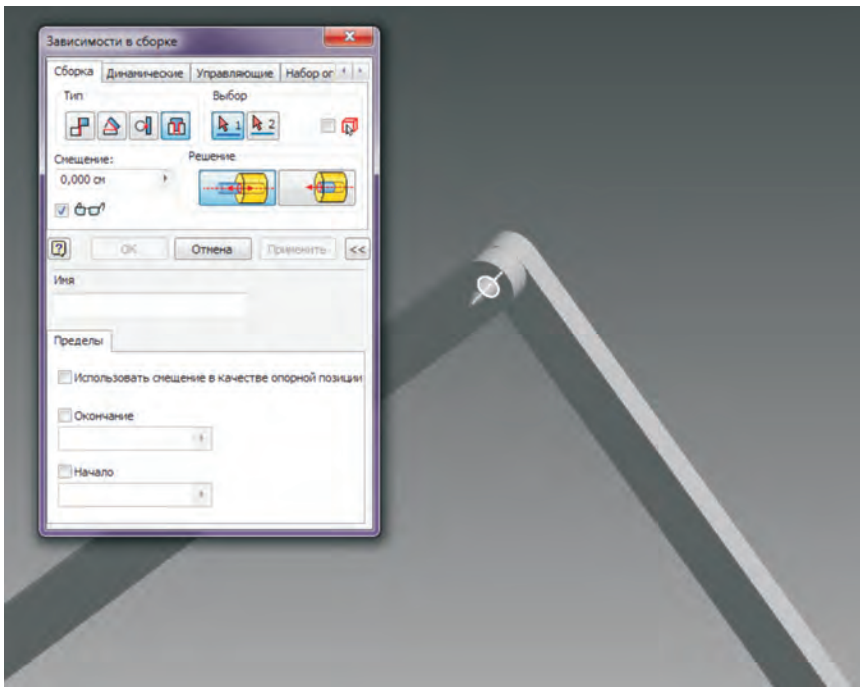


Рисунок 3

При вставке зависимости создается переменная типа объект, которая и определяет вид зависимости `Dim oInsert As InsertConstraint`. Далее находятся основные свойства зависимости, т. е. первый и второй объект, тип вставки и расстояние между связанными объектами.

После автоматизированного программного создания сборок стержневых механизмов различного типа возникает необходимость в оценке прочностных свойств звеньев и получении чертежей механизма. На рисунке 4 показаны конечно-элементное разбиение и картина распределения напряжений в звене рычажного механизма в системе Autodesk Inventor.

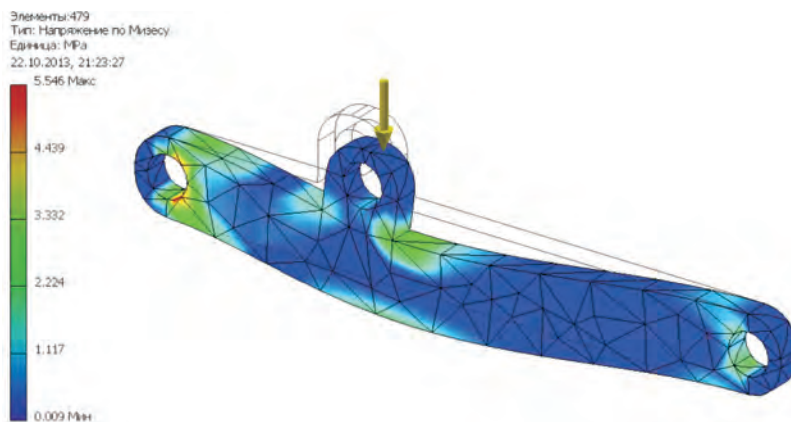


Рисунок 4

Итак, описана разработанная авторами система автоматизированного проектирования рычажных механизмов. Процесс проектирования включает в себя синтез стержневых механизмов различного вида, создания твердотельных моделей как отдельных деталей, так и сборки, проведения конечно-элементного расчета сборки, получения детализированных и сборочных чертежей. Применение предложенной системы автоматизированного проектирования позволит выбирать оптимальные параметры стержневых механизмов и ускорить сроки их проектирования.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Саркисян Ю.Л. Аппроксимационный синтез механизмов. – М.: Наука, 1982. – 304с.
- 2 Drakunov, Yu.M., Dudka, D.V., Abduraimov, A.E. Package of programs for the synthesis of space gear mechanism in the MAPLE environment // International Conference on Materials Science and Mechanical Engineering (ICMSME 2013). – Kuala Lumpur, 2013.
- 3 Abduraimov, A.E., Drakunov, Yu.M., Espaeв, B.A., Zmeikova, T.A. Kinetostatic analysis the mechanism of 5th class by using vector method // International Conference on Mechatronics International Conference on Mechatronics, Robotics and Automation (ICMRA 2013) // Periodical of Applied Mechanics and Materials. – 2013. – Vol. 373-375. – P. 50–53.

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ...

Город, в котором хорошо жить всем

Авторитетный международный журнал о стиле жизни «Монокль» во второй раз объявил Копенгаген лучшим городом мира для проживания. «Совершенство недостижимо, однако на данный момент Копенгаген – лучший выбор», – пишет журнал.

За последние годы Копенгаген сильно изменился. «Десяток лет назад город находился в хронической полуспячке, – вспоминают эксперты. – В субботу после обеда и в воскресенье целый день магазины были закрыты. Ночная жизнь существовала только в пятницу и субботу». Но ситуация изменилась. «Сегодня город обрел уверенность и стал счастливым. Здесь вы можете купаться в доках и загорать на набережной, нет улицы, где бы вы не нашли кофе и мороженное, каждую неделю проводится какой-нибудь фестиваль. Конечно, погода в Дании не очень стабильна, но ведь это не Мадрид и не Монпелье. Дания – скандинавская страна».

Журнал публикует рейтинг лучших городов мира в седьмой раз. Копенгаген уже был первым в 2008 году. «Дания – это не только пиво и конструктор “Лего”», – писал тогда журнал. В 2009 и 2010 годы датская столица была второй, а в 2011 и 2012 годы уступила Хельсинки и Цюриху.

Критериями в рейтинге «Монокля» служат безопасность и гостеприимность, климат и архитектура, общественный транспорт и медицинское обслуживание, экология и культурная жизнь, терпимость к религиозным и сексуальным меньшинствам. «Это место, где вы можете быть геем или мусульманином, либо тем и другим одновременно – и никого это не заботит», – пишет журнал.

«Нам удалось создать город, где хорошо и жителям, и туристам, – откликнулся, не скрывая гордости, мэр Копенгагена Франк Йенсен. – Мы знаем, что в Копенгагене немало проблем с безработицей, наркоманией, психическим здоровьем. Но только мы сами можем их решить и сделать так, чтобы Копенгаген был городом, в котором хорошо жить всем».

Успех «диеты 5/2»

Новый способ похудеть, известный как «диета 5/2», неожиданно стал популярным в Великобритании и США. Он допускает употребление любых продуктов, но только в течение пяти дней в неделю, а в оставшиеся два дня авторы диеты предлагают «попоститься». В список разрешенных продуктов входит абсолютно все. Преимущество новой диеты состоит в том, что человек сам может выбрать, в какие дни сократить свой рацион до 500 или 600 калорий в сутки (для женщин и мужчин соответственно). Это составляет примерно четверть дневного рациона взрослого человека.

Такое ограничение предполагает, например, два яйца на завтрак, жареную курицу с салатом-лагуком на обед и рыбу с рисовой лапшой на ужин. Разрешенный список напитков на два дня «голодания» включает воду, черный кофе или чай.

Эта диета – детище британских журналистов Майкла Мосли и Мими Спенсор, специалистов в области медицины. Их книга, посвященная такому способу похудения, была переиздана уже более 10 раз в 2012 г., а в 2013 г. попала в список бестселлеров в Соединенном Королевстве и в США.

Как утверждают авторы, результаты не заставят себя ждать. За одну неделю женщины теряют в среднем 460 грамм, а мужчины чуть больше. По оценкам спе-

циалистов, успех диеты связан с тем, что «голодание урывками» психологически привлекательно. «Следуя такому режиму, вы фактически сидите на диете только два дня в неделю. Это очень просто и удобно», – говорит М. Мосли.

Медэксперты из Национальной службы здравоохранения (НСЗ) Великобритании скептически отнеслись к такому способу борьбы с лишним весом. Они предположили, что двухдневное ограничение в питании может иметь долгосрочные побочные эффекты: проблемы со сном, неприятный запах изо рта, раздражительность, беспокойство и дневную сонливость.

Однако в связи с ростом популярности диеты специалисты НСЗ провели новые исследования и в результате пришли к интересным выводам. Оказывается, временное сокращение рациона в совокупности с ограничением расхода энергии снижает риск возникновения некоторых видов онкологических заболеваний, связанных с ожирением.

Свекла понижает давление

Как выяснили британские эксперты из Медицинской школы Лондона и филиала Национальной службы здравоохранения, известная всем кулинарам обыкновенная свекла понижает высокое артериальное давление.

Исследования проводились на добровольцах, у которых наблюдалось кратковременное повышение артериального давления. Во время таких приступов им давали стакан свежевыжатого сока свеклы (250 мл). На следующий день у всех испытуемых давление понижалось на 10 мм рт. ст., возвращая показания в нормальное состояние.

Ученые объясняют это тем, что нитраты, содержащиеся в свекле, расширяют кровеносные сосуды и кровь течет быстрее. Важно, что высокое содержание

нитратов сохраняется в свекле даже при ее варке.

По словам профессора Питера Вайсберга, директора организации, финансировавшей исследования, теперь перед учеными стоит новая задача – использовать свеклу для лечения хронических заболеваний, связанных с высоким артериальным давлением.

Растительная целлюлоза по прочности не уступает стали

Нанокристаллы целлюлозы, полученные из деревьев и растений, имеют высокую прочность, легкий вес и устойчивость. Их можно использовать для создания нового класса биоматериалов, таких, как строительные материалы и автомобильные компоненты.

Расчеты показывают, что атомное строение кристаллов целлюлозы имеет жесткость 206 ГПа, что сопоставимо со сталью. Это материал, который показывает действительно удивительные свойства, сообщили ученые. К тому же это возобновляемый материал, который производится из отходов в целлюлозно-бумажной промышленности.

Из нанокристаллов целлюлозы можно изготавливать различные биоматериалы – биоразлагаемые мешки, текстиль и перевязочные материалы, электропроводящую бумагу, прозрачные гибкие дисплеи для электронных устройств, специальные фильтры для очистки воды и даже новые типы датчиков для памяти компьютера.

Целлюлоза может поступать из различных биологических источников, включая деревья, растения, водоросли, организмы океана. Некоторые из побочных продуктов целлюлозно-бумажной промышленности в настоящее время идут на производство биотоплива.

Планета Титан – двойник Земли?

Область, похожую по своей геологической структуре на поверхность Земли, на Титане впервые обнаружили в 1994 году с помощью орбитального телескопа «Хаббл». Но детально рассмотреть тогда ее было невозможно. И к Сатурну, спутником которого является Титан, 15 октября 1997 года стартовала американская межпланетная станция «Кассини».

14 января 2005 года, отделившись от станции «Кассини», в плотную атмосферу Титана вошел спускаемый аппарат «Гюйгенс», а сама станция, как в 2005, так и в 2007 г., передавала в центр управления снимки поверхности спутника Сатурна. Полученные со станции фотографии произвели на ученых большое впечатление. Снимки местности, носящей название Фенсал, очень напоминали земную пустыню Калахари, а участок с названием Белет – пустыню Руб-эль-Хали в Омане. Дюны имеют высоту около 100 метров, ширину от одного до двух километров и протяженность в сотни километров.

Недалеко от северного полюса Титана отчетливо просматривались соединенные каналами крупные озера. Удалось даже рассмотреть, как по каналам что-то течет. Местность поразительно была схожа с Канадой, Финляндией или Карелией. Обнаружена и крупная река, похожая на египетский Нил. Она имеет протяженность около 400 километров и впадает в море. Это первая открытая в Солнечной системе внеземная река, а Титан – первый внеземной мир, на поверхности которого находится какая-то жидкость.

Сходство Титана с Землей дополняет и то, что он имеет плотную атмосферу, в которой плавают облака, образуется туман и идут дожди. Именно благодаря наличию атмосферы спутник Юпитера всегда вызывал интерес астрономов. Наличие атмосферы открыл в 1944 году

американский астроном Джерард Койпер. На 95 процентов она состоит из азота, кислорода в ней практически нет. По размеру Титан уступает только спутнику Сатурна Ганимеду. На Титане, как и на Земле, существуют времена года.

Несмотря на схожесть фотографий поверхности Титана с земным ландшафтом, между Титаном и Землей есть существенная разница. Температура загадочного спутника Сатурна отличается от земной на 100, а в некоторых областях и на 200 градусов со знаком минус. Именно поэтому в его озерах и каналах течет не вода, а жидкие углеводороды, состоящие из смеси метана и этана, а точнее, из 80 % этана, 10% метана и приблизительно 8% пропана. 2% приходятся на бутен, бутан и ацетилен. Титан представляет собой естественный склад сжиженного газа и, похоже, крупнейший в Солнечной системе – голубая мечта всех газодобывающих компаний. Общие запасы углеводородного горючего на Титане в несколько раз превышают запасы нашей планеты.

Передал снимки на Землю и спускаемый аппарат «Гюйгенс». В кадр попали галька и крупные камни, некоторые из них достигают диаметра около двух метров, а поверхность их словно отполирована. Ученые выдвинули предположение, что камни могут состоять из обычной воды с примесью аммиака. При температуре около минус 180 градусов вода приобретает необыкновенную прочность. Нашлось объяснение и наполняющему местные пустыни «песку». Он может представлять собой выпадающие из атмосферы замерзшие углеводороды. По земным понятиям это, скорее, не «песок», а «снег».

Несмотря на внешнее сходство с нашей планетой, вряд ли на Титане возможна разумная жизнь. Почти двухсотградусные морозы сильно затрудняют образование и развитие высокооргани-

зованных форм жизни, но простейшая жизнь на нем может существовать.

В 2010 году группа специалистов NASA заявила, что они обнаружили явные признаки простейших форм жизни на Титане, только не привычной нам кислородно-водородной, а метаново-водородной. Впоследствии это заявление подтверждений не нашло, но полностью исключать такую возможность тоже нельзя. Биологи не могут дать однозначного ответа на вопрос о возможности существования жизни при температуре около минус 180 градусов. Поэтому и отвечают уклончиво, что нашей науке подобные существа пока не известны. Правда один исследователь из NASA Крис Маккей допускает существование на Титане жизни, которая вполне может использовать вместо кислорода находящийся в атмосфере Титана водород. Только если и удастся найти жизнь на спутнике Сатурна, то она вряд ли будет похожа на что-либо нам известное.

Выдвигается и гипотеза, что под столетометровой толщей льда может располагаться океан из смеси воды с аммиаком, в котором возможно существование новых, неизвестных нам форм жизни.

Предполагаемый срок работы станции «Кассини» составлял четыре года. Потом его продлили до 2010 года. Затем до 2017 года. Похоже, что и Сатурн, и Титан продолжают представлять для исследователей определенный интерес.

Ученые поставили под сомнение теорию органического происхождения нефти

Директор Института геологии и минералогии Сибирского отделения РАН

академик Николай Похиленко заявил, что ученые нашли тяжелые углеводороды в мантии Земли и алмазах, а также получили их в лабораторных условиях. Поскольку нефть – это смесь тяжелых углеводородов, это заявление ставит под сомнение теорию ее органического происхождения.

В установке для выращивания искусственных алмазов ученые смогли синтезировать тяжелые углеводороды. Они взяли мрамор, являющийся карбонатом кальция с небольшим содержанием карбоната магния, воду и металлический расплав и нагрели его до 1,5 тысячи градусов под давлением в 50 тысяч атмосфер, передает «РИА Новости».

Полученные данные о возможности образования тяжелых углеводородов в мантии Земли являются принципиально новыми, они говорят о том, что тяжелые углеводороды могут образовываться на огромных глубинах, это подводит к более глобальным вопросам образования жизни, считает Н. Похиленко.

Происхождение нефти – это вопрос, который вызывает дискуссии. Большинство ученых склоняется к биогенной теории, исходя из которой нефть формировалась из остатков живых организмов. Гипотезу о неорганическом происхождении нефти выдвигал Д. И. Менделеев. Версию об образовании нефти из растительных остатков выдвинул М. В. Ломоносов. Впоследствии выдвигалось множество гипотез и версий, в том числе о космическом происхождении. Среди ученых существуют попытки объединить теории органического и неорганического происхождения.

По материалам СМИ

УДК 338.4:622.32(574)

О. И. ЕГОРОВ¹, Р. Б. ЖУМАГУЛОВ²

¹Институт экономики КН МОН РК
²Международная инженерная академия

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЛАНЦЕВ В КАЧЕСТВЕ АЛЬТЕРНАТИВНОГО РЕСУРСА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ТОПЛИВ

Рассмотрено одно из направлений использования альтернативных источников получения энергии. Показаны возможности извлечения газа из горючих сланцев. Анализируется мировой опыт освоения сланцевых месторождений. Приведены примеры применения технологических процессов, используемых при добыче сланцевого газа. Показаны результаты освоения месторождений горючих сланцев. Отмечаются некоторые негативные стороны извлечения газа, в том числе и возможные экологические последствия.

Ключевые слова: альтернативные источники, сланцевая нефть, газовые ресурсы, экологические последствия.

Мақалада энергия алудың балама көздерін пайдаланудың бір бағыты қарастырылды. Жанғыш тақтатастардан газ алу мүмкіндіктері көрсетілді. Тақтатас кен орнын игерілуінің дүниежүзілік тәжірибесі талданады. Тақтатастан газ өндіру кезінде қолданылатын технологиялық үдерістерді пайдалануда мысалдар келтірілді. Жанғыш тақтатас кен орындарын игеру нәтижелері көрсетілді. Газ алудың негативті жақтары да көрсетілді, соның ішінде мүмкін болатын экологиялық зардаптар.

Кілттік сөздер: балама көздер, тақтатас мұнай, газ ресурстары, экологиялық зардаптар.

In the paper one of directions of alternative sources using for power generation was studied. Opportunities of gas extraction from combustible shale were shown. World experience of development of shale deposits was analyzed. Examples were given of technological processes using when of shale gas extracting. Results of development of deposits of combustible shale were shown. Some negative effects of gas extraction were noted, including possible ecological consequences.

Keywords: alternative sources, slate oil, gas resources, ecological consequences.

Усиливающаяся со временем тенденция нахождения равноценной замены углеводородным ресурсам с целью сокращения их использования в качестве исходного сырья для получения всевозможных видов топлива время от времени приносила положительные результаты. С одной стороны, расширение масштабов использования нетрадиционных возобновляемых источников энергии уже привело к заметным успехам. Достаточно масштабно в мировой практике реализуются проекты, в основе

которых лежит использование солнечной и ветровой энергии для производственных и бытовых целей. Однако эти проекты, по существу, задачу получения тепловой и электрической энергии не решали. В этой связи проблема нахождения иных источников выработки моторных топлив, помимо нефтегазовых ресурсов, так и оставалась нерешенной.

Тем не менее предпринимавшиеся в течение многих десятилетий попытки изыскания иных видов природных ресурсов, которые потенциально могли бы представлять собой альтернативное нефти и газу сырье, достаточно широко не внедрялись. К проектам подобного рода могут быть отнесены те из них, где внедрялись разработанные технологии по гидрогенизации углей, получению биотоплив из различных источников сельскохозяйственной продукции. Однако все эти направления получения топлив из альтернативных видов сырьевых ресурсов не обеспечивали требуемых объемов производимого топлива и, что особенно важно, по качественным характеристикам не соответствовали принятым стандартам.

Наиболее пристальное внимание было уделено использованию такого природного ресурса, как природные сланцы, месторождения которых были обнаружены во многих странах мира. В частности, на территории бывшего союзного государства месторождения горючих сланцев изучались во многих регионах. Концентрация этого вида полезного ископаемого была отмечена на территории Российской Федерации, в Эстонии, Узбекистане, Казахстане, Украине. Так, данные последних лет свидетельствуют о наличии в Российской Федерации месторождений горючих сланцев с суммарными запасами 72 миллиарда баррелей углеводородов [1].

Из зарубежных стран самыми большими ресурсами сланцев обладают США и Китай, запасы углеводородов в которых соответственно составляют 58 и 22 миллиарда баррелей. По некоторым данным мировые запасы этого вида природных ресурсов равны около 342 миллиардов баррелей. Вполне понятно, что, имея в наличии столь значительные запасы сырья, в составе которого содержатся углеводороды, в эти страны проводили достаточно активные исследования в целях разработки технологических процессов, направленных на выделение углеводородной составляющей сланцев наиболее эффективными и экономически целесообразными способами.

Сланцы – ближайшие «родственники» каменного угля. До настоящего времени их нередко называют многозольными углями. Следовательно, из сланцев можно получать смолу и другие ценные химические продукты в технологических процессах, основанных на принципах нагрева без доступа воздуха. При сухой перегонке сланцев термическое разложение начинается при температуре 170–180°C и заканчивается при 450°C. Результатом этого процесса является получение смолы, горючего газа и твердого остатка-полукокса.

Многочисленные химические анализы продуктов разложения сланцев при сухой перегонке обнаружили в составе выделяющихся газов водород, метан, бутан, углекислый газ и оксид углерода. При сухой перегонке сланцев получается не более 18–20% сланцевой смолы (40–60% его органической массы). На выход смолы влияют применяемые для термического разложения способы, а также качество и подготовка сланцев. Количество жидкого топлива и других ценных продуктов, получаемых из смол, зависит во многом от вида и происхождения сланцев.

Изучение химического состава сланцевой смолы показало, что она представляет смесь различных органических соединений. Среди них можно отметить наличие углеводородов – предельных, непредельных, ароматических, а также веществ, которые по своему химическому составу могут быть отнесены к эфирам, фенолам, альдегидам. Столь широкий ассортимент углеводородных соединений, содержащихся в сланцевой смоле, позволил целенаправленно решать проблему дальнейшего использования этого вида сырья. В результате многолетних исследований, проведенных учеными разных стран, были разработаны технологические процессы переработки горючих сланцев.

Подвергая смолу перегонке при разных температурах, на технологических установках, специально разработанных для использования этого вида сырья, был получен ряд углеводородной продукции – автомобильный и авиационный бензин, дизельное топливо, топливо для паровых котлов, битумы. В течение многих десятилетий объемы переработки горючих сланцев в различных странах мира имели неустойчивую динамику в связи с тем, что за счет увеличения мировой добычи нефти был дан мощный импульс развитию нефтепереработки и нефтехимии.

Появление дешевых нефтепродуктов сразу же отразилось на развитии сланце-перегонной промышленности. Рост производства искусственного жидкого топлива целиком стал зависеть от масштабов добычи нефти, что стало основной причиной постепенного снижения коммерческого интереса к продукции, извлекаемой из сланцевого сырья. Открытие многочисленных нефтегазовых месторождений и ввод их в промышленную разработку в различных регионах мира предопределили целесообразность форсирования строительства нефтегазоперерабатывающих и нефтехимических комплексов, что, в свою очередь, оказало решающее влияние на изменение конъюнктуры мирового рынка углеводородов.

Тем не менее во второй половине прошлого столетия научные исследования и опытно-промышленные разработки, ориентированные на создание различных способов переработки сланцев в жидкое топливо, широко осуществлялись в США, Советском Союзе, Китае, Великобритании, Бразилии, Марокко и других странах. Особенно интенсивно они стали проводиться в 70-х годах, когда были разработаны десятки проектов строительства промышленных предприятий, на которых реально можно было получить жидкое топливо из сланца по цене, немного превосходящей природную нефть. По оценкам некоторых зарубежных специалистов разведанные запасы сланцев, из которых может быть получена синтетическая нефть, оцениваются в 400 млрд т, в то время как извлекаемые запасы нефти по тем же оценкам имеют гораздо меньшие размеры.

Таким образом, производство жидких топлив из сланцев могло бы в значительной степени сэкономить ресурсы природной нефти. Однако реализация подобных прогнозов наталкивается на ряд больших трудностей. Существует много разных причин – технических, экономических, экологических, которые пока еще сдерживают широкое использование сланцев для производства синтетических жидких топлив.

Горючие элементы сланцев (так же, как каменного угля и нефти) представлены углеродом и водородом. Однако в них на каждый атом углерода приходится меньше атомов водорода, чем в нефти. Это во многом и определяет теплоту сгорания, кото-

рую снижает и минеральная часть, так называемый балласт. Сланец будет обладать тем большей теплотой сгорания, чем меньше в нем будет нежелательного балласта. Но поскольку нередко его содержание достигает 70%, сланцы по теплоте сгорания уступают в три раза каменным углям и в четыре раза нефти.

Ни широкое распространение сланцев в недрах многих стран, ни относительная легкость их добычи, ни дешевизна не стали тем стимулом, который обеспечил бы широкое использование сланцев в промышленности и энергетике. Это связано, прежде всего, с их специфическими свойствами – значительно меньшим содержанием горючего материала и очень высокой зольностью. Другая причина заключается в том, что все тепловые устройства, которыми пользовались в промышленности для сжигания твердого или жидкого топлива, были непригодны для горения сланцев без того или иного изменения их конструкции.

И все же, несмотря на это, существует много хорошо разработанных технологических способов переработки сланцев, основанных на перегонке при температуре 350–1000° С, в зависимости от выбранного метода и ассортимента получаемых жидких продуктов (бензин, лигроин, котельное топливо, углеводороды).

В послевоенный период достаточно интенсивно освоение сланцев осуществлялось в Советском Союзе. В частности, действовавшие производства в городах Сланцы и Кохтла-Ярве снабжали исключительно сланцевым газом промышленные предприятия и коммунально-бытовой сектор города Ленинграда. Ежегодно он заменял свыше 3 млн м³ дров и более чем 250 тыс. т нефти. Этот период характеризовался разработкой методов глубокой переработки сланцевой смолы, позволяющих выделять различные группы углеводородов для синтеза пластмасс, красок и лаков, поверхностно-активных веществ.

В середине прошлого века американские специалисты пришли к выводу, что завод по производству сланцевой нефти может быть рентабельным. Особое их внимание было сосредоточено на переработке сланцев крупнейшего в США месторождения бассейна Грин-Ривер. По некоторым оценкам запасы сланцевой смолы этого месторождения превышали 320 млрд м³, из них промышленных запасов – более 80 млрд м³. Тогда же был подготовлен проект завода, на котором предполагалось осуществить комплексную переработку сланцев по процессам «Тоско» (перегонка в ретортах) и «Юнион Ойл Калифорния» (с обогревом отходящих газов). При работе по такой технологии полностью используется сланцевая мелочь, снижается стоимость дробления и устраняются потери сланца.

Одновременно с этим направлением развития сланцевой промышленности большое внимание было уделено изучению возможности перегонки сланцев непосредственно в пласте под землей. Подземная разработка сланцев значительно снижает расходы по сравнению с их добычей обычными способами, позволяет избавиться от огромных объемов пустой породы, загромаждающих места разработок, что, в свою очередь, положительно сказывается на состоянии окружающей среды.

На протяжении 60–70-х годов Горное бюро США и некоторые частные фирмы («Синклер», «Оксидентал Петролеум») проводили испытания по перегонке сланцев в пласте, для чего бурились десятки скважин в разных местах месторождения Грин-Ривер. Наиболее эффективным был признан метод, по которому часть добываемого

сланца сжигается в топках с псевдосжиженным слоем, через который пропускают газы, образующиеся при подземном горении. Вырабатываемое тепло может быть использовано для получения электроэнергии. Немаловажное преимущество использования этого метода состоит в том, что нет необходимости в очистке продуктов подземного горения, для чего требуются дорогостоящие установки.

По мере накопления опыта разработки сланцевых месторождений, получения необходимых сведений о размерах запасов, параметрах залегания ресурсов, наиболее эффективных направлениях их использования совершенствовались технологические процессы разработки месторождений и комплексного использования сланцев. Для США это имело исключительно важное значение, так как страна находилась в большой зависимости от импорта энергоресурсов и перспективы его снижения, а возможно, и полная ликвидация заключались в выявлении новых энергоносителей и их промышленном освоении.

Серьезным препятствием в процессе освоения сланцевых месторождений является высокая стоимость извлечения энергоресурсов, так как эта твердая и непредсказуемая с геологической точки зрения порода трудно поддается разбурированию. Вместе с тем добыча сланцев имеет и важную позитивную особенность: на сланцевых месторождениях всегда есть нефть и газ, чего не скажешь о нефтегазовых месторождениях, на которых значительная часть пробуренных скважин относится к категории «сухих».

Начиная с 2009 г. в Соединенных Штатах реализуются масштабные программы по добыче газа из сланцевых пластов. Как известно, на современном этапе практически все европейские государства, за исключением Норвегии и Великобритании, в значительной степени удовлетворяют свои потребности в природном газе либо за счет поставок из России, Туркменистана и Азербайджана, либо за счет поставок сжиженного газа из Катара, Алжира, Нигерии.

В ближайшие 10–15 лет некоторые газовые потребности Европы будут по-прежнему удовлетворяться за счет добычи на месторождениях Северного моря. Но даже в этом случае потенциальная возможность разработки сланцевых месторождений в центральной части Европы уже привлекает внимание многих компаний. Об этом наглядно свидетельствует та заинтересованность в использовании этого природного ресурса, которая наблюдается в Болгарии, Польше, Венгрии, Чехии, Австрии, Словакии.

На территории постсоветского пространства разработку сланцевых месторождений намериваются осуществлять в Литве и Украине, для чего уже сейчас там проводится комплекс работ по привлечению американских энергетических фирм к разработке технико-экономических обоснований реализации проектов получения сланцевого газа.

Экономические результаты, полученные в сланцевой отрасли Соединенных Штатов за сравнительно непродолжительное время, заключаются в увеличении объемов производимого сланцевого газа, снижении внутренних цен на него, сокращении его импорта. Вместе с тем возникает и новая проблема: как быть с лишними объемами сланцевого газа, которые будут из года в год увеличиваться? Следовательно, уже сей-

час перед добывающими компаниями стоит острая проблема поисков потребителей газа, которые потенциально могут стать крупными импортерами.

Следует отметить, что освоение месторождений природных сланцев недавно было начато в Узбекистане. Так, на территории, расположенной севернее города Навои, уже осуществляются буровые работы с целью получения сланцевой нефти на месторождении Сангрунтау. Согласно проектно-сметной документации запасы месторождения оцениваются в 47 млрд т, а добыча предположительно достигнет 8 млн т нефти и до 1 млн т нефтепродуктов. Госхолдинг «Узбекнефтегаз» намерен до конца 2013 г. объявить тендер, чтобы в первой половине 2014 г. определить генерального подрядчика для завода мощностью 8 млн т в год и стоимостью 600 млн долларов.

Интерес к освоению месторождений сланцев проявляется и в Украине. В 2013 г. там была достигнута договоренность с концерном Royal Dutch Shell о проведении геологоразведочных и буровых работ на Юзовской площади (Харьковская область) в непосредственной близости от российско-украинской границы. Сторонники реализации этого проекта обосновывают необходимость его осуществления тем, что будет достигнута энергетическая независимость.

Однако газоносные горизонты здесь имеют небольшую концентрацию углеводородов, рассредоточены на огромной площади и залегают на большой глубине. Сланцевый газ, как известно, относится к категории трудноизвлекаемых природных ресурсов, поскольку содержится в плотных породах. Для его извлечения применяют технологию гидравлического разрыва пласта, что связано со значительным риском, так как через появившиеся неконтролируемые трещины в породе образующийся ядовитый раствор может попасть в подземные воды и далее в водоемы, снабжающие питьевой водой населенные пункты.

В этой связи, как считают эксперты, поскольку интенсивные буровые работы будут проводиться в регионе, где проживают десятки тысяч человек, здоровью их может быть нанесен непоправимый ущерб.

Таким образом, найденный новый альтернативный нефти и газу источник получения нефтегазовых ресурсов, которым, как оказалось, обладают многие страны мира, предупредил тот ажиотаж, который наблюдается в сфере производства энергии и топлива. Новое направление развития топливно-энергетического комплекса, получившего название «сланцевая революция», в значительной мере оказало влияние на корректировку планов модернизации национальных экономик. Появление апробированных способов получения углеводородов, новых технологий превращения их в различные виды товарной продукции, ослабление зависимости от поставщиков нефти и газа вызвали небывалый интерес к использованию сланцевых ресурсов.

В сложившейся ситуации развитие национальных экономик тех стран, которые обладают крупными запасами сланцев, может пойти по пути изменения направлений инвестиционной активности. Вполне возможен и такой вариант развития, при котором значительные объемы инвестиций крупных нефтегазовых компаний могут быть переориентированы на разработку сланцевых месторождений. Такая ситуация уже возникала в мировой практике, когда переток капиталов из нефтегазодобычи осуществлялся в нефтехимию и нефтегазопереработку.

И все же, несмотря на столь впечатляющие результаты освоения сланцевых месторождений американскими компаниями, существуют серьезные возражения относительно широкомасштабного использования сланцев, особенно в тех регионах, которые характеризуются весьма высокой плотностью проживающего населения. В настоящее время во многих странах мира, где уже начаты работы по вовлечению горючих сланцев в промышленное освоение, или же в тех регионах, где только начаты работы по изучению обнаруженных структур, сланцевая проблематика вызывает все нарастающую тревогу у проживающего населения (см. таблицу).

Соединения-индикаторы в добываемой пластовой воде (США)

Соединения-индикаторы	Флюид ГРП, мг/л	Содержание после ГРП, мг/л		
		6 ч	5 дней	30 дней
Хлориды	2790	31200	78300	81500
Общие растворенные твердые вещества	7700	39400	94300	148000
Натрий	793	7940	19500	29100
Бензол	77	64,7	625	740
Толуол	198	62,6	833	1650
Сульфаты	35,3	86	27,2	1,56
Аммиак	9,62	39,3	70,2	160
<i>Примечание.</i> Составлено по источникам [2, 3].				

Приведенные в таблице данные о химическом составе добываемой пластовой воды за разные промежутки времени до и после проведения гидравлического разрыва пласта свидетельствуют о значительном увеличении содержания хлоридов, растворенных твердых веществ, бензола, толуола, аммиака. Это лишний раз доказывает, что попадание вредных веществ в пластовые воды, откуда осуществляется забор питьевой воды, может привести к непоправимым последствиям.

Следует отметить, что в Германии население боится возможных экологических последствий от гидравлических разрывов пластов, закачки под большим давлением смеси песка, воды, химических веществ, некоторые из которых относятся к разряду ядовитых. За последние два года здесь появилось большое количество исследований, доказывающих либо безусловную опасность, либо относительную безопасность гидравлического разрыва пласта (фрекинг). В подготовленном консультативным советом по экологии при правительстве страны экспертном заключении отражены сомнения относительно разработки сланцевых месторождений на территории Германии и указывается, что добываемый столь сложным способом газ вообще стране не нужен, так как уже сделана ставка на развитие ветряной и солнечной энергетики. Поэтому консультативный совет пришел к выводу о необходимости отказа от использования фрекинга.

Польская нефтяная компания «Лотос» также больше не планирует участвовать в разведке сланцевого газа на своей территории, поскольку приоритетным направлением для нее являются нефтедобыча и разведка месторождений природного газа на

шельфе Балтийского моря. Ранее от планов разведки и добычи сланцевого газа, который должен стать одним из условий энергетической безопасности Польши, отказался ряд зарубежных корпораций «ЭксонМобил», «Галисман», «Маратон ойл».

Резюмируя все сказанное о перспективах использования нового альтернативного источника получения энергоносителей в виде сланцевой нефти и газа, следует констатировать, что широкое внедрение технологических процессов разработки сланцевых структур, несмотря на уже имеющиеся в отдельных странах положительные результаты, все еще сдерживается, особенно в западноевропейских странах, из-за отсутствия обоснованных научными проработками гарантий неизменности сохранения параметров состояния окружающей среды.

Отсюда следует чрезвычайно важный и, на первый взгляд, парадоксальный вывод: с точки зрения экономии первичных топливных ресурсов использование угля и сланца для выработки транспортных топлив увеличивает общий дефицит энергоносителей, если исходить из взаимозаменяемости минеральных топлив в структуре топливно-энергетического баланса. Именно из этого нужно исходить, так как любой другой подход методически неверен.

Следует отметить, что более половины всех ископаемых топлив идет на выработку электроэнергии, из чего можно сформулировать программное требование:

- максимально использовать для производства электроэнергии уголь, высвобождая нефтяное топливо и природный газ;
- для бытовых целей максимально применять электроэнергию, природный и сжиженный газы;
- высвобождающиеся ресурсы максимально использовать для производства транспортных топлив и сырья для нефтехимии.

Последнее обстоятельство особенно актуально для Казахстана, где глубина переработки нефти невысока и почти весь мазут сжигается как энергетическое топливо. Перечисленные направления оптимизации энергопотребления справедливы и неоспоримы с балансовой стороны. Однако практическое значение приобретает изучение социально-экономических, политических и экологических аспектов использования нетрадиционных и возобновляемых источников получения энергии.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Розен Б.Я. Соперники нефти и бензина. – М.: Недра, 1985. – С.62–86.
- 2 Уоррен Р.Тру. Американский сланец и другие лидеры// Oil & Gaz journal Russia. – 2013.– №8. – С.72–75.
- 3 О достоверности оценки влияния ГРП на загрязнение подземных вод// Oil & Gaz journal Russia. – 2013. – №9. – С.74–81.

Т. К. ОМУРЗАКОВ

Мажилис Парламента Республики Казахстан

СПЕЦИФИКА РАБОТЫ МИРОВЫХ ФИНАНСОВЫХ ЦЕНТРОВ В КОНТЕКСТЕ РАЗВИТИЯ ФИНАНСОВОГО ЦЕНТРА В КАЗАХСТАНЕ

Статья посвящена вопросам исследования деятельности и развития мировых финансовых центров. Изложение дается в хронологическом порядке, раскрывая основные достижения этих центров. Подняты проблемные вопросы развития регионального финансового центра в Казахстане в контексте развития финансовых центров в мире.

Ключевые слова: *мировые, финансовые, центры, Казахстан, биржа, ценные бумаги, акционеры, Алматы.*

Мақала әлемдік қаржы орталықтарының дамуы және олардың қызметтерін зерттеу мәселелеріне арналған. Аталған орталықтардың негізгі жетістіктерін аша отырып, хронологиялық тәртіпте баяндалады. Сондай-ақ әлемдік қаржы орталықтарының дамуы аясында Қазақстандағы аймақтық қаржы орталықтарын дамыту сияқты күрделі мәселелер көтерілген.

Кілттік сөздер: *әлемдік қаржы орталықтары, Қазақстан, биржа, бағалы қағаздар, акционерлер, Алматы.*

The paper is devoted to studying activity and development of the world financial centers. Statement is presented in chronological order, showing the main achievements of these centers. Problems were raised of development of the regional financial center in Kazakhstan in the context of the development of financial centers in the world.

Keywords: *global financial centers, Kazakhstan, exchange, securities, shareholders, Almaty.*

В последней трети XX века сфера мировых финансов и развитие мировых финансовых центров характеризовались либерализацией и дерегулированием, в процессе которых происходила ее структурная перестройка и глобализация. Финансовые структуры с развитыми международными связями получили возможность выбора стран, в которых можно было, используя особенности налогового законодательства, с максимальной выгодой осуществлять операции. Растущая мобильность средств также способствовала развитию оффшорных операций. Развал Бреттон-Вудской системы и отмена многих ограничений на экспорт капитала и валютных операций вызвали активизацию данных процессов [1, с.26].

Сформировались и стали наращиваться финансовые ресурсы финансовых центров, которые стремились избежать жестких регулирующих норм, существовавших во многих странах.

В дальнейшем в сферу подобных операций были втянуты значительные финансовые ресурсы. Так, в 1964 г. в евродолларовой системе их сумма составляла 11 млрд долларов, в конце 70-х годов – 400 млрд и 80-х – около 2800 млрд долларов (источниками их были в основном нефтедоллары) [2, с.347].

В конце 70-х годов объем «денег, оторвавшихся от государства», превышал суммарные золотовалютные запасы всех стран мира. В борьбе за их привлечение развернулась «конкуренция путем дерегулирования», в ходе которой многие страны и

региональные власти начали оказывать все больше льгот иностранному капиталу, создавали инфраструктуру, необходимую для деятельности финансовых центров.

В последней четверти XX в. масштабы, формы и условия традиционного банковского кредитования стали неадекватны требованиям мирового хозяйственного развития. В США с начала 60-х до начала 90-х годов пенсионные фонды аккумулировали около 2 трлн долларов, то есть около 2/3 прироста ресурсов финансовых учреждений страны. В 80-е годы возросло значение взаимных фондов (mutual funds) и других институциональных управляющих финансовыми активами. Они в основном формируют «пакеты» ценных бумаг, обеспечивающих пайщикам (акционерам) наибольшие доходы при малейшем риске.

По данным исследования Института немецкой экономики (г. Кельн), институциональные инвесторы (инвестиционные и пенсионные фонды, страховые компании), вкладывая капитал в компании, оказывают на них влияние [3, с.24].

В Германии ведущие позиции в биржевых сделках занимает Франкфурт-на-Майне, во Франции Лион уступает позиции Парижу, в Австралии – Мельбурн – Сидней. В этих странах рост значения ведущего центра связан с ускоренным его развитием, а не со свертыванием деятельности его конкурентов. Большинство ведущих центров добивается статуса мирового (или регионального) финансового центра, концентрируя непропорционально большую долю международных операций. Так, в Нью-Йорке сосредоточено более 2/3 всех активов иностранных банков, действующих в США [2, с.347].

Концентрация участников и глобализация рынков финансовых услуг способствуют интенсивному росту и консолидации мировых финансовых центров (МФЦ). В настоящее время в 25 городах мира сосредоточено более 4/5 всех титулов собственности, находящихся в распоряжении институциональных управляющих. На долю трех городов – Лондона, Нью-Йорка и Токио приходится более 1/3 мировых титулов собственности, находящихся в институционализированных управлениях, и более половины объема операций валютных бирж мира [3, с.249].

Муниципалитеты многих городов стремятся привлечь крупные финансовые учреждения в целях превращения в МФЦ. Ряд стран, в том числе и Казахстан, заинтересованы в формировании собственных МФЦ, так как эти центры способствуют значительному притоку капитала в страну, приносят большие доходы в виде налогов, в том числе на доходы высокооплачиваемых служащих, и обеспечивают рост занятости. Так, в Лондонском сити непосредственно в сфере финансов занято около 1 млн человек и их обслуживает еще большее число лиц. МФЦ влияет на состояние валюты страны пребывания и приносит ей значительные доходы по статьям платежного баланса. В МФЦ входят различные структуры, но ведущее место принадлежит банкам и другим участникам (входят в сеть международных связей), предоставляющих финансовые услуги. При большой диверсификации финансовых услуг обычно сохраняется четкая специализация МФЦ. Так, значительная часть Лондона – в мировых валютных операциях и предоставленных международных займах, в Нью-Йорке находятся штаб-квартиры большинства инвестиционных банков, занимающихся операциями слияния и поглощения. Ряд финансовых центров специализируется на определенных направлениях финансовой деятельности. Например, в Чикаго на длительный период прихо-

дилось более 1/2 мирового рынка фьючерсных сделок, а также торговли некоторыми производными финансовыми инструментами. В последние годы за лидирующие позиции в этих сферах с Чикаго начал конкурировать Франкфурт-на-Майне. Важную роль в деятельности МФЦ играют биржи (валютные, фондовые, товарные).

Ведущие позиции в МФЦ занимают фирмы, обслуживающие их потребности, в том числе юридические и аудиторские, а также управленческие консультанты.

МФЦ постепенно превращаются в мощные информационно-аналитические и организационно-управленческие комплексы, обладающие значительным кредитным потенциалом.

Кроме того, МФЦ привлекают широкий круг специалистов (экспертов по сравнительному экономическому и юридическому анализу и др.). Возрастает значение аналитических центров, способных обеспечить проведение междисциплинарных исследований, подготовку индексов и рейтингов («Moody's», «Standard and Poor's» и др.). Ведущие МФЦ занимаются анализом состояния и перспектив мирового хозяйства и экономики стран мира. В последние годы одной из основных функций МФЦ является выработка и реализация долгосрочной стратегии укрепления и расширения сложившейся в конце XX в. мировой финансовой системы. Разрабатываются «правила игры» на финансовых рынках, предполагается создать институционально-правовую систему деятельности финансовых учреждений для обеспечения максимально свободного доступа к рынкам финансовых услуг.

Финансовые институты МФЦ занимаются также управлением международной задолженностью и проводят реструктуризацию международных долгов таким образом, чтобы обеспечить перспективы будущих платежей, а также поступление максимально возможного объема текущих платежей. МФЦ, концентрируя средства, направляют их в периферийные страны, все больше зависят от поступления новых займов и иностранных инвестиций. Национальные регулирующие органы вырабатывают согласованные меры в целях воздействия на текущую ситуацию и координируют деятельность по формированию нового мирового порядка. В настоящее время их усилия сосредоточены на создании новой системы управления и контроля, в том числе на подготовке соответствующей законодательной базы, унификации системы отчетности и аудита, обеспечении ее прозрачности и доступности.

Кроме МФЦ, расположенных в развитых капиталистических странах, существует также более 50 небольших оффшорных финансовых центров в основном в малых странах (островные государства и др.) с узкой хозяйственной базой и ограниченными источниками доходов (Каймановы острова, Науру, Багамы и др.). Страны и территории, имеющие оффшоры, отличаются сниженными налоговыми ставками и небольшими регистрационными платежами. Они, как правило, предоставляют гарантии секретности операций, а также другие льготы, при кредитовании предъявляют низкие требования в отношении резервов. Регистрация и функционирование иностранных фирм обеспечивают существенное пополнение их доходов (в расчете на душу населения). Часть оффшоров негласно привлекает сомнительный капитал (в том числе нелегальный), обязывая сохранять конфиденциальность, а также ограничивать меры регулирования финансовой деятельности.

В конкурентной борьбе за привлечение капиталов оффшорные финансовые центры добиваются успеха, специализируясь на предоставлении определенного набора услуг и выполнении ограниченного круга финансовых операций. Одни предоставляют гарантированную секретность, другие – особые льготные тарифы и сборы. Часть из них занимается предоставлением услуг банковским организациям, другие – фондам страховых компаний.

Существует связь между деятельностью ведущих финансовых учреждений и МФЦ, а также оффшорными центрами. Использование оффшоров создает для ведущих финансовых учреждений широкие возможности маневра, утаивания средств, перенесения сроков декларации и др. При их использовании стягиваются в финансовый оборот значительные теневые и нелегальные ресурсы, причем масштабы таких операций можно оценить лишь косвенно. Так, по данным обзора ОЭСР, отмечается рост иностранных активов и пассивов депозитных банков Великобритании, которые составляют около 1 400 000 000 000 долларов и в несколько раз превышают аналогичные показатели в других странах (на втором месте – Япония). Возможно, что в эти показатели включаются операции между банками в Лондонском сити и банками в оффшорных зонах (центрах) в островных государствах (бывших британских колониях). До недавнего времени более 1/2 прямых иностранных инвестиций в страны Латинской Америки проходили через финансовых посредников в странах Карибского бассейна.

По данным журнала Economist, на оффшорные финансовые центры (их население составляет 1,2% мирового, а ВВП – 3%) приходится 26% финансовых активов мира и более 30% доходов транснациональных компаний США [4, с.124].

Итак, в мире сложился круглосуточно действующий международный рыночный механизм, который является эффективным средством управления мировыми финансовыми потоками. На мониторах специальных информационных агентств в режиме реального времени воспроизводятся рыночные цены, котировки, валютные курсы, процентные ставки и другие валютно-финансовые условия международных операций независимо от места их проведения.

В Стратегическом плане развития Республики Казахстан до 2020 года была определена задача по формированию полноценного фондового рынка Казахстана и его интеграции с международным рынком капитала. Ожидалось, что финансовый центр города Алматы войдет в группу десяти ведущих финансовых центров Азии.

С момента принятия Стратегического плана до 2020 года прошло уже 3 года, и Казахстан так и не добился существенного прогресса в развитии национального финансового центра. Финансовый центр города Алматы ограничен в своих объемах и существенно отстает от крупнейших финансовых центров Азии, таких, как Гонконг, Сингапур, Токио, Шанхай, Сеул, Осака, Пекин, Тайбэй, Шэньчжэнь, Куала-Лумпур, Мумбаи и др. В своем развитии этим центрам уступают даже Москва и Санкт-Петербург.

В условиях смещения мировых финансовых центров в Азию конкуренция в борьбе за капитал будет только усиливаться. Отечественные компании не могут удовлетворить свои инвестиционные потребности внутри страны. Ограниченность национального фондового рынка, низкая активность на внутреннем рынке не позволяют

государству осуществлять заимствования на внутреннем рынке. Иностранцев не привлекает казахстанский рынок ценных бумаг. Недавно Министерство финансов Республики Казахстан заявило, что Правительство Казахстана планирует выпуск еврооблигаций на 150 млрд тенге, т. е. внутренний рынок не способен обеспечить государственные заимствования.

В условиях решения новых стратегических задач по вхождению Казахстана в 30 развитых стран мира необходимо придать новый импульс развитию Казахстанского фондового рынка. Мы должны обеспечить развитие финансового центра Казахстана в качестве ведущего международного или регионального игрока, иначе впоследствии вообще можем лишиться национального фондового рынка.

Новые задачи, стоящие перед государством, требуют четкого видения развития международного финансового центра в Казахстане. Принятая Концепция развития финансового сектора Республики Казахстан в посткризисный период не дает однозначного ответа на вопрос о направлениях развития финансового центра города Алматы.

Возможно, нам стоит подумать над созданием нового финансового центра в городе Астане.

Исходя из изложенного считаю, что необходимо:

- создать международный финансовый центр в г. Астане;
- разработать Концепцию развития международного финансового центра в Казахстане, в рамках которой рассмотреть новые механизмы стимулирования развития рынка ценных бумаг: налоговые стимулы, упрощенные процедуры эмиссии ценных бумаг, привлечение иностранных депозитариев к фондовому рынку и др.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Шишков Ю. Мировая финансовая система: необходимость реформ //МЭ и МО. – 1998. – С.26.
- 2 Международные финансы: Учебник. для студ. экон. спец. высш. учеб. закл. /Рогач А.И., Филипенко А.С., Шемет Т.С. и др. – М.: Просвещение, 2003. – С.347.
- 3 Боринец С.Я. Международные финансы. – М.: Пресс, 2002. – С.24.
- 4 Иванов В.М. Финансовый рынок. – М.: Юристъ, 1999. – 132 с.

**И. Э. СУЛЕЙМЕНОВ¹, И. Т. ПАК², П. Е. ГРИГОРЬЕВ³, Г. А. МУН⁴,
Д. Б. ШАЛТЫКОВА¹, А. А. АБДРАХМАНОВА¹, Р. Н. СУЛЕЙМЕНОВА⁵**

¹Алматинский университет энергетики и связи

²Институт информатики и управления КН МОН РК

³Крымский государственный медицинский университет им. С.И. Георгиевского

⁴Казахский национальный университет им. аль-Фараби

⁵Университет Бирмингэм, Англия

ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНАЯ АЛЬТЕРНАТИВА АСТРОЛОГИИ И НОВЫЕ ПОДХОДЫ К ИЗУЧЕНИЮ КОММУНИКАЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ ОБЩЕСТВА

Показано, что настоятельная необходимость изучения коммуникационной структуры современного общества актуализирует исследования в области гелиобиологии. Доказывается возможность создания естественнонаучной альтернативы астрологии, основанной на изучении реакций индивидов и социальных групп на вариации космической погоды. Показано, что востребованность астрологических прогнозов членами современного общества способна обеспечить продвижение проектов, альтернативных астрологии. Такие проекты параллельно являются средством изучения как коммуникационной структуры общества, так и ее трансформаций под воздействием внешних факторов (значимых политических решений, например). Предлагаются конкретные подходы к решению сформулированной задачи.

Ключевые слова: коммуникационная структура, нейронные сети, гелиобиология, космическая погода, дистанционная медицинская диагностика.

Қазіргі қоғамның коммуникациялық құрылымын зерттеудің көкейкесті қажеттілігі гелиобиология саласында зерттеулерді өзекті етеді. Ғарыштық ауа райының өзгерісіне дара және әлеуметтік топтардың әрекетін зерттеуге негізделген астрологияның жаратылыстану ғылыми баламасын жасау мүмкіндігі дәлелденуде. Қазіргі қоғам мүшелерінің тарапынан астрологиялық болжамдардың сұранысы астрологияға балама болатын жобалардың алға басы-ын қаматасыз етуге қабілетті. Мұндай жобалар параллельді түрде қоғамның коммуникациялық құрылымы, сондай-ақ оның сыртқы факторлардың (маңызды саяси шешімдер, мысалы) әсерінен өзгерісін зерттеу құралы болып табылады. Қалыптасқан міндетті шешудің нақты тәсілдері ұсынылады.

Кілтті сөздер: коммуникациялық құрылым, нейрондық желілер, гелиобиология, ғарыштық ауа-райы, қашықтықтағы медициналық диагностика.

It was shown that urgent need to study the communication structure of modern society actualizes researches in heliobiology. Possibility of creating scientific alternative to astrology based on the study of reactions of individuals and social groups on the variation of space weather is proved. It was shown that demand in astrological predictions by members of modern society is able to ensure the promotion of projects which alternative to astrology. In parallel, such projects are instrument of studying communication structure of society and its transformation under the influence of external factors (for example, significant policy decisions). Specific approaches to solving formulated problem are suggested.

Keywords: communication structure, neural networks, heliobiology, space weather, medical telediagnosics.

В работах [1–3] было показано, что изучение коммуникационной структуры общества (несколько упрощая, целостной системы каналов, по которым в обществе пере-

дается информация) представляет существенный практический интерес. В частности, как показано в [4,5], именно коммуникационная структура научно-образовательного пространства определяет в конечном счете эффективность его функционирования как целого. Отмечается, что именно целенаправленное управление коммуникационной структурой научно-образовательного пространства может обеспечить макроскопическое (или рамочное) управление протекающими в нем процессами.

Вместе с тем изучение коммуникационной структуры общества представляет собой достаточно сложную задачу, что очевидно, так как крайне сложно отследить и адекватно описать всю систему информационных связей, существующих в обществе (и даже в его отдельном фрагменте). Наличие «социальных сетей» позволяет развить вполне определенные подходы к решению данной задачи [1], однако получение сведений о коммуникационной структуре общества на таком материале заведомо будет односторонним (учитываются только коммуникации вполне определенного рода).

Кроме того, для макроскопического управления процессами, протекающими в обществе, которое осуществляется через его коммуникационную оболочку, не менее важно получить инструмент, позволяющий отслеживать реакцию социума на внешние воздействия (в том числе на политические и экономические события) в режиме реального времени.

Такая постановка вопроса придает дополнительную актуальность проблемам, затрагиваемым в [6,7], где было показано, что математическое описание социума в современных условиях целесообразно строить на основе аналогии с нейронными сетями. Более того, такая аналогия приводит к представлениям о надличностном уровне переработки информации [8,9], который, несколько упрощая, можно трактовать как своего рода над-разум, «нервными клетками» которого являются индивиды. Точно так же, как отдельная клетка головного мозга не формирует сознания, так и индивид только очень опосредованно участвует в процессах обработки информации, протекающих на надличностном уровне. Вместе с тем даже простейшие математические модели [9] показывают, что процессы, протекающие на таком уровне переработки информации, оказывают существенное влияние на общество в целом. Принимая во внимание результаты работы [10], можно сделать вывод о достаточно быстрой эволюции нейросети, комплементарной социуму, что связано также с бурным развитием телекоммуникационной индустрии [1]. Этот фактор дополнительно актуализирует изучение процессов, протекающих в коммуникационной оболочке социума в целом.

Средств изучения процессов указанного типа пока что практически не существует, так как для их построения необходимо решить указанную задачу – проследить за реакцией коммуникационной оболочки общества на внешние воздействия (например, значимые политические решения).

В частности, это связано с тем, что большинство людей рассматривало (и будет рассматривать) информацию о своих личных коммуникациях как преимущественно конфиденциальную. Соответственно решение указанной задачи неизбежно будет сталкиваться не только с техническими, но также и с этическими и юридическими затруднениями.

В этой статье показано, что преодолеть данную трудность можно, если максимально полно задействовать заинтересованность значительной части общества в получении тех сведений, которые до самого последнего времени оставались прерогативой астрологии.

Разумеется, не вызывает сомнений, что научная база астрологии в ее современном виде, мягко говоря, не является до конца обоснованной. Однако, как справедливо отмечалось еще в работах Б. М. Владимирского [11], за астрологией – рассматриваемой как феномен культуры – стоит, по-видимому, интуитивное представление о существовании вполне определенного рода ритмов или циклов, оказывающих существенное влияние на все оболочки Земли без исключения [12]. Дополнительные доказательства этому были даны также в [13, 14].

Действительно, многочисленные работы в области гелиобиологии, обобщенные в том числе в [11], доказывают, что существуют выраженные корреляции между психофизиологическим состоянием человека, поведением различных представителей биосферы и даже физико-химических систем с космической погодой. Существуют также и доказательства существенного влияния состояния солнечно-земных связей на творческую активность не только отдельных людей, но и целых народов [13]. (В данной области изучались самые различные аспекты реакции оболочек Земли на вариации космической погоды, например, [14,15].)

С этой точки зрения представления, отражаемые просторечными выражениями «удачный» или «неудачный» день (период), получают вполне последовательное естественнонаучное обоснование. Действительно, существуют периоды, на протяжении которых психофизиологическое состояние человека «входит в конфликт» с состоянием окружения. В простейшем случае это можно проследить на примере эффективности рекламы. В определенных условиях космической погоды ее эффективность усиливается за счет повышения восприимчивости целевой группы к поступающей информации, в другие периоды может наблюдаться обратный эффект.

С учетом того, что состояние космической погоды является (по крайней мере, частично) прогнозируемым (см., например, [16,17]), перечисленные факторы позволяют выполнять некий аналог астрологического прогноза, однако уже на строгой естественнонаучной основе. В частности, при получении надлежащих сведений относительно особенностей реакции индивида на вариации космической погоды не составляет труда предсказать даты, в которые окружающие будут воспринимать его суждения с повышенным вниманием, а также и даты, в которые их поведение будет прямо противоположным.

Сходным образом можно прогнозировать и многие другие особенности взаимодействия конкретного индивида с окружением, равно как и особенности индивидуального поведения (дни вероятного возникновения депрессии или, наоборот, дни, отвечающие «харизматическому поведению», и т.д.).

Очевидно, что в совокупности указанные сведения составляют вполне определенный аналог астрологического прогноза с той разницей, что предоставляемые сведения могут быть надежно верифицированы и обоснованы.

Однако составление такого прогноза с помощью методов, традиционно используемых в гелиобиологии (обследование конкретного испытуемого в лабораторных условиях), является весьма трудоемким. Более того, подобный прогноз, составляе-

мый для конкретного индивида, заведомо будет неполным, так как отсутствуют необходимые сведения относительно поведения его окружения.

Указанное затруднение преодолевается при помощи методики, предложенной в [1]. В данной работе было показано, что существуют выраженные корреляции между частотой телефонных разговоров пользователя мобильной связи и К-индексом магнитного поля Земли, который часто используется в работах по гелиобиологии [11,12].

Преимущество использования средств мобильной связи [1] для рассматриваемых в настоящей работе целей состоит в широком охвате населения, а также в том, что существует возможность автоматической обработки поступающей информации, отражающей, что существенно в характере коммуникационной оболочки конкретного индивида.

Благодаря этим преимуществам возникает возможность реализации аналога астрологического прогноза в форме обычной СМС-рассылки. При использовании средств мобильной связи также автоматически снимаются многочисленные проблемы этического и юридического характера, так как подписчик предоставляет соответствующую личную информацию по условиям соглашения.

Разумеется, измерение отдельного показателя (частоты телефонных разговоров) не обеспечит получения всего комплекса нужных данных. Однако если принять во внимание фактор дистанционной медицинской диагностики, возникает еще ряд дополнительных возможностей. Так, существенную информацию о состоянии пациента и/или испытуемого способно дать только лишь измерение его температуры и частоты биения пульса (при условии, что указанные показатели будут сниматься в непрерывном режиме или, по крайней мере, с определенной регулярностью). Те же показатели, которые в настоящее время являются легко измеримыми с помощью дистанционных устройств, могут быть использованы и при составлении прогнозов, о которых говорилось выше.

Более того, интерес к астрологическим прогнозам, устойчиво существующий в современном обществе, при условии, что для его выполнения будут использоваться устройства дистанционной медицинской диагностики, может послужить серьезным дополнительным стимулом для внедрения последних в широкое практическое использование. Параллельно при условии, что поступающие сведения о реакции индивидов на вариации космической погоды будут обрабатываться в едином центре, возникает реальная возможность и для детального исследования коммуникационной структуры общества.

Таким образом, существует возможность для реализации комплексного подхода, интегрирующего три составляющих:

выполнение естественнонаучного аналога астрологического прогноза в интересах отдельных подписчиков;

обеспечение дистанционной диагностики состояния организма человека в интересах как отдельных потребителей, так и комплексного сбора сведений о здоровье населения, предоставляемых компетентным организациям;

обеспечение исследования коммуникационного пространства.

Таким образом, интерес современного общества к астрологии может быть полностью перенаправлен в конструктивное русло, для чего, впрочем, требуются дальнейшие работы междисциплинарного характера.

ЛИТЕРАТУРА

1 Шалтыкова Д.Б., Панченко С.В., Абдрахманова А.А., Сулейменов И.Э. Использование социальных сетей для количественной оценки этнических и субэтнических структур // Матлы 12-й межд. конф. «Этничность и власть». – Ялта, 2013. – С. 412–413.

2 Панченко С. В., Абдрахманова А. А., Шалтыкова Д.Б. Исследование связности коммуникационного пространства на основе анализа показателей активности пользователей социальных сетей // Тезисы межд. конф. «В.И. Вернадский и глобальные проблемы современной цивилизации». – Симферополь, 2013. – С. 53.

3 Шалтыкова Д.Б., Ангальдт Л. Информационная структура современного общества // Известия научно-технического общества «КАХАК». – 2012. – № 39. – С. 64–67.

4 Shaltykova, D.B., Suleimenov, I.E., Park, I.T. Post-Industrial Society: New Challenges for Higher Education // Proc. Int. Conf. on Integration of Innovations in Science and Education. Prague, CR, April, 7-14, 2013, D1-7.

5 Сулейменова К.И., Мун Г.А., Сулейменова Р.Н., Пак И.Т. Инновационное развитие Казахстана: переход к постиндустриальной модели высшей школы // Известия научно-технического общества «КАХАК». – 2012. – № 39. – С. 106–110.

6 Suleymenova, K. I., Shaltykova, D. B., Suleimenov, I. E. (2013). Aromorphoses phenomenon in the development of culture: a view from the standpoint of neural net theory of complex systems evolution // *European Scientific Journal*, 9(19) 840-844.

7 Mun, G. A., Negim, E. M., Shaltykova, D. B., Park, I. T., & Suleymenov, I. E. (2013). The Irrational: A View from the Standpoint of Noospherology // *World Applied Sciences Journal*, 22(10), 1420-1425.

8 Сулейменов И. Э., Григорьев П.Е. Физические основы ноосферологии. – Алматы; Симферополь, 2008. – 165 с.

9 Yergozhin, Ye.Ye., Aryn, Ye.M., Suleimenov, I.E., Mun, G.A., Belenko, N.M., Gabrielyan, O.A., Park, N.T., Negim, El-S. M. El-Ash., Suleymenova, K.I. Nanotechnology versus the global crisis Seoul. – Hollym Corporation Publishers, 2010. – 300 p.

10 Suleimenov, I., Panchenko, S. (2013). Non-Darwinists Scenarios of Evolution of Complicated Systems and Natural Neural Networks Based on Partly Dissociated Macromolecules // *World Applied Sciences Journal*, 24(9), 1141-1147.

11 Владимирский Б. М., Темурьянц Н. А. Влияние солнечной активности на биосферу–ноосферу (гелиобиология от А.Л. Чижевского до наших дней). – М.: Изд-во МНЭПУ, 2000. – 374 с.

12 Владимирский Б. М., Сидякин В. Г., Темурьянц Н. А., Макеев В. Б., Самохвалов В. П. Космос и биологические ритмы. – Симферополь, 1995. – 206 с.

13 Владимирский Б.М. Космическая погода и глобальные вспышки творческой активности // Ноосферология: наука, образование практика / Под. ред. Габриелян О.А. – Симферополь, 2008. – 464 с.

14 Сидякин В.Г. Влияние флуктуаций солнечной активности на биологические системы // Биофизика. – 1992. Т.37, вып. 4. – С.647–652.

15 Масамура Х. Сильный эффект солнечной активности в дорожных происшествиях // Воздействие солнечной активности на атмосферу и биосферу Земли. – М.: Наука, 1971. – С.210–211.

16 Семенив О. В., Яценко В. А. Идентификация динамических моделей прогнозирования динамики Dst-индекса // *Космічна наука і технологія*. – 2010. – № 16. – С. 51–56.

17 Ожередов В. А. Исследование солнечно-земных связей с помощью оптимизационных алгоритмов: Автореф. дис. ... канд. физ.-мат. наук. – М., 2010.

ПАМЯТИ УЧЕНОГО

КАРАТАЙ ТУРЫСОВИЧ ТУРЫСОВ



2 февраля исполнилось бы 80 лет **Турysову Каратаю Турysовичу**. В августе этого года будет 10 лет, как его нет с нами. Он ушел полный сил, замыслов и желаний творить во благо народа и процветания родного Казахстана.

Каратай Турysович относился к когорте казахской интеллигенции. Его имя хорошо известно не только геологам, но и экономистам, инженерам, организаторам самого высокого уровня. Это был высокоэрудированный человек, ученый-геолог, экономист, государственный, политический и общественный деятель, преданный сын казахского народа, знаток истории и культуры, внесший значительный вклад в развитие своей Родины – Казахстана. Для многих он был коллега, старший товарищ, у которого было чему учиться.

К. Т. Турysов родился в Джамбулской области. В 1956 г. в числе первых студентов-казахов окончил Московский геологоразведочный институт им. С. Орджоникидзе.

Более шести лет он проработал в Центральном Казахстане – в знаменитой Сарыарке – регионе сложного, но очень интересного геологического строения, насыщенного самыми разнообразными и перспективными месторождениями. Здесь он осваивал любимую геологию, смежные специальности, необходимые геологу, а самое главное, приобретал бесценный опыт работы и общения с коллегами, умение слушать и слышать, заслуживая их доверие. Окружающие тянулись к нему, убеждаясь в его доброжелательности и природной мудрости. В этот период сформировались его характер и известные всем замечательные человеческие качества Каратая Турysовича – дипломатичность, уважительное отношение к людям, профессиональный авторитет, незаурядные гражданские качества, которые ярко проявились в его последующей деятельности. Его выделяли выдержка, смелость, способность и мужество быть Лидером – и это стало главным на протяжении всей жизни.

К. Т. Турysов всегда проявлял преданность любимой геологии, редкую способность инженерного подхода к жизни и остался верным однажды и навсегда избранным принципам объективности и искренности в отношениях с окружающими, полной самоотдачи делу. Таким его помнят и ценят. Он один из первооткрывателей месторождения Коктасжал. Удостоен звания «Почетный разведчик недр», награжден орденом «Барыс» II степени и др.

Благодаря своему организаторскому таланту, высокой работоспособности, принципиальности и ответственности К. Т. Турysов занимал высокие партийные и государственные должности. Был секретарем горкома, обкома партии, ЦК КП Казахстана, председателем Госгортехнадзора Казахской ССР, Казсовпрофа. В 1984 г. он в числе немногих казахстанцев был приглашен работать в Москву секретарем Всесоюзного центрального совета профсоюзов (ВЦСПС), где проявил себя грамотным и опытным работником. К. Т. Турysов был первым казахом, выступившим с

трибуны Организации Объединенных Наций от имени профсоюзной организации Советского Союза.

В 90-х годах был заместителем председателя Совета Министров КазССР, министром туризма, физической культуры и спорта Республики Казахстан, депутатом Мажилиса Парламента РК, где он с 1996 по 2004 г. возглавлял Комитет по финансам и бюджету. И на всех этапах многогранной и весьма плодотворной деятельности этот обаятельный, внешне слишком сдержанный, но искренний и мудрый человек проявил себя столь достойно, что стал поистине народным депутатом Мажилиса Парламента РК двух первых созывов.

На протяжении всей жизни К. Т. Турысова отличали активная жизненная позиция, трудолюбие и профессионализм, который он доводил до совершенства в любом деле, которым занимался. С началом перестройки он вернулся на Родину, и до конца жизни его деятельность была связана с преобразованиями и реформами, направленными на создание и развитие суверенного Казахстана.

К. Т. Турысов имел знания и опыт работы с людьми, хозяйственной и политической деятельности, обладал талантом организатора, пользовался большим авторитетом в обществе. Благодаря этим качествам относился к тем людям, на кого можно было положиться, и стал одним из членов команды Первого Президента РК Н. А. Назарбаева. Он активно включился в работу, что было особенно важно в первые, самые трудные для страны годы становления нашей независимости, формирования основ рыночной экономики. Как ученый-экономист и политик с большим опытом общественной деятельности он выступал за сохранение приоритета человека во всех экономических преобразованиях, за придание социальной направленности базовым положениям рыночных механизмов. Он публикует статьи, участвует в разработке документов и новых законов молодого государства, защищает докторскую диссертацию по экономике и социальной политике. Огромен вклад К. Т. Турысова в те законы РК, по которым мы живем и успешно развивается наше государство, особенно по экономическим и социальным блокам.

Каратай Турысович Турысов – один из основателей и первых академиков Инженерной академии Казахстана, ныне Национальной инженерной академии Республики Казахстан. Члены академии, инженеры, ученые и производственники, которым довелось встретиться с ним на жизненном пути, особо ценили его высокий личный авторитет и системный подход к любому вопросу. И в новое время научное и инженерное сообщество Казахстана признательно Каратаю Турысовичу за постоянное, очень личное внимание к состоянию и развитию отечественной инженерной науки и конкретно нашей Национальной инженерной академии РК. Словом и делом он не раз, несмотря на огромную занятость в Комитете по экономике и финансам Мажилиса Парламента РК, содействовал разрешению многих принципиальных и практических вопросов деятельности Национальной инженерной академии РК. Его выступления перед членами академии были всегда сдержанные, но полные глубокого смысла, свидетельствовали о его поистине государственном мышлении, основанном на системном и инженерном мировосприятии.

Мы понимаем как важно именно сегодня, чтобы наши соотечественники, такие, как Каратай Турысович, служили образцом, чтобы молодежь знала о них, училась на

их примере быть достойными членами общества, будущим нации. Ведь для решения задач, поставленных перед нами Президентом страны Н. А. Назарбаевым в его Послании «Казахстанский путь-2050: единая цель, единые интересы, единое будущее», важно участие именно нашей молодежи, студентов, молодых ученых и специалистов, которые и будут жить в то время.

Отрадно, что нравственные приоритеты этого незаурядного человека легли в основу деятельности одного из вузов страны – Казахского национального технического университета им. К. И. Сатпаева. Имя Каратая Турысова – представителя науки и инженерного дела, государственного и общественного деятеля современности присвоено входящему в состав университета Геологоразведочному институту – кузнице кадров инженеров-геологов.

Председатель Сената Парламента РК, политик международного уровня К. Ж. Токаев о К. Т. Турысове сказал очень емко: «Он был одним из идеологов социально ориентированной рыночной экономики молодой страны. Принципиальная гражданская позиция, деловые и личные качества по праву снискали ему заслуженный авторитет среди коллег-парламентариев, членов Правительства и народа».

Этого замечательного человека помнят и ценят очень многие.

К 80-летию К. Т. Турысова в КазНТУ им. К. И. Сатпаева прошли торжественное собрание и международная научно-практическая конференция «Проблемы и перспективы развития геологического кластера «“образование–наука–производство”», в которых приняли участие студенты, ученые, инженеры, профессорско-преподавательский состав, представители научно-инженерного сообщества.

В Мажилисе Парламента РК прошел Час памяти К. Т. Турысова, посвященный этой дате.

Еще в 2009 г. Национальной инженерной академией РК в память и в честь 75-летия со дня рождения К. Т. Турысова – крупного ученого-геолога, доктора экономических наук, академика Международной инженерной академии и Национальной инженерной академии РК – впервые для молодых ученых была учреждена ежегодная Премия им. Каратая Турысова. Премия присуждается за высокие достижения в области науки и техники, активное участие в индустриально-инновационном развитии Казахстана.

А ныне в Президиуме НИА РК состоялось специальное заседание в честь 80-летия со дня рождения замечательного ученого, гражданина и человека – академика Каратая Турысовича Турысова. Он настоящий Инженер с большой буквы, создатель в науке и экономике, большой политике и отношениях между людьми.

ЮБИЛЕЙНЫЕ ДАТЫ

ПРЕДСЕДАТЕЛЮ ПРАВЛЕНИЯ АО «НАЦИОНАЛЬНАЯ АТОМНАЯ
КОМПАНИЯ «КАЗАТОМПРОМ»,
ДОКТОРУ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ НАУК,
ПРОФЕССОРУ

*ШКОЛЬНИКУ
ВЛАДИМИРУ СЕРГЕЕВИЧУ – 65 ЛЕТ*



Уважаемый Владимир Сергеевич!

Президиум Национальной инженерной академии Республики Казахстан и научно-инженерная общественность сердечно поздравляют Вас со знаменательной датой – 65-летием со дня рождения!

В этот замечательный день желаем Вам, уважаемый Владимир Сергеевич, неиссякаемого оптимизма и энергии, крепкого здоровья, счастья и благополучия, новых интересных дел и творческих достижений на благо суверенного Казахстана!

ТЮРЕХОДЖАЕВ АБИБОЛЛА НАЗАРОВИЧ

(К 80-летию со дня рождения)



16 июня 2014 г. исполнится 80 лет со дня рождения **Тюреходжаева Абиболлы Назаровича** – доктора физико-математических наук, профессора, академика Национальной инженерной академии Республики Казахстан.

После окончания Казахского государственного университета им. С. М. Кирова (ныне КазНУ им. аль-Фараби) в 1959–1969 гг. – младший научный сотрудник Сектора механики АН КазССР. В 1959–1961 гг. – аспирант Института проблем механики АН СССР. В 1969–1979 гг. – старший научный сотрудник Института механики и машиноведения. С 1979 г. – доцент, заместитель, заведующий кафедрой теоретической механики, профессор кафедры теоретической и прикладной механики, прикладной механики и основ конструирования машин Казахского национального университета им. К. И. Сатпаева.

А. Н. Тюреходжаев – крупный специалист в области нелинейной механики, занимается волновыми, субгармоническими, супергармоническими процессами с нелинейным механизмом диссипации энергии в деформируемых системах, проблемами нелинейного движения твердого тела, гироскопов и гирокампосов; изгиба неоднородных, нелинейных составных и несоставных пластин, цилиндрических, конических, сферических оболочек и оболочек вращения; расчетами напряженно-деформируемого состояния реактивных двигателей твердого топлива; вопросами функционирования железнодорожного транспорта с учетом трогания, торможения, стыков рельс, шпал, нелинейных колебаний рельсов, распространения прямых и обратных нелинейных волн и др. Эти исследования ведутся на основе новых, построенных профессором А. Н. Тюреходжаевым аналитических методов каппа-функции, частичной дискретизации нелинейных дифференциальных уравнений и непрямого оперативного метода. Построенные математические методы и полученные на их основе теоретические и прикладные результаты имеют приоритет и являются значительным вкладом в науку и экономическое развитие страны. Он тесно сотрудничает с российскими учеными, награжден медалью Н. М. Герсевича.

А. Н. Тюреходжаев имеет свыше 400 публикаций, в том числе 1 электронный учебник (Теоретическая механика), 3 учебных пособия, 12 учебно-методических комплексов, 31 методическое указание. Им подготовлены 10 докторов и свыше 10 кандидатов наук.

А. Н. Тюреходжаев награжден медалями «За вклад в развитие науки РК», «Ветеран труда», нагрудными знаками «Почетный работник образования», «10 лет независимости РК», «Почетный профессор» (Кыргызстан). Имеет золотые медали им. академика Ж. С. Ержанова, им. академика Ш. М. Айталиева и др.

Президиум Национальной инженерной академии поздравляет **Абиболлу Назаровича Тюреходжаева** с юбилеем, желает крепкого здоровья, благополучия и дальнейших творческих успехов!

БАТАЛОВ ЮРИЙ ВАСИЛЬЕВИЧ

(К 75-летию со дня рождения)

25 июня 2014 г. исполнится 75 лет со дня рождения Баталова Юрия Васильевича – доктора экономических наук, профессора, члена-корреспондента Национальной инженерной академии Республики Казахстан.

Ю. В. Баталов окончил Усть-Каменогорский строительно-дорожный институт (с 1996 г. Восточно-Казахстанский технический университет), в котором после окончания работал преподавателем, старшим преподавателем, заведующим кафедрой, деканом строительного факультета, проректором по учебной работе, с 1986 по 2000 г. – ректором. С 2000 г. – первый проректор, проректор по учебно-методической работе, заведующий кафедрой «экономическая теория и рынок» Восточно-Казахстанского технического университета им. Д. М. Серикбаева.

Под руководством Ю. В. Баталова университет стал одним из основных центров подготовки высококвалифицированных кадров, была открыта подготовка инженеров по 20 специальностям для горно-металлургической отрасли, машино- и приборостроения, экономики, экологии, финансового менеджмента, стандартизации и сертификации, таможенного дела, автоматизированного проектирования и др., были открыты специализированные диссертационные советы. По его инициативе впервые в Казахстане при университете был создан учебно-научно-производственный комплекс «Интеграция», обеспечивающий непрерывность и многоступенчатость образования. В настоящее время в комплекс входят 13 колледжей Восточного региона, Карагандинской, Акмолинской, Костанайской областей. Большое внимание уделяется международному сотрудничеству с вузами Москвы, Сибири, Польши, Голландии, Китая и США. В 1990 г. университет вошел в состав Ассоциации архитектурных школ и университетов мира. В 1996 г. на базе вуза создан Учебный центр Школы бизнеса открытого университета Великобритании. Большое внимание уделялось развитию инфраструктуры.

Научные исследования Ю. В. Баталова посвящены проблемам рынка труда и экономической ответственности в управлении равноправных партнеров, а также экономико-управленческим проблемам, стоящим перед высшей школой. Он автор 120 научных работ, более 10 монографий и учебно-методических пособий, брошюр.

Ю. В. Баталов награжден орденом «Құрмет», медалями «Ветеран труда», «Астана», «Қазақстан Республикасының тәуелсіздігіне 20 жыл», «Ана Тілі». Нагрудными знаками «Отличник образования РК», Почетный работник образования РК», «За заслуги в развитии науки РК», Почетной грамотой Президиума Верховного Совета Казахской ССР, грамотами Министерства образования и науки РК, имеет благодарственное письмо Президента Республики Казахстан Н. А. Назарбаева. Международным биографическим центром (Кембридж, Англия) он включен в число персоналий книг «Выдающиеся люди XX века» и «2000 выдающихся интеллектуалов XX века», награжден медалью этого центра.

Президиум Национальной инженерной академии поздравляет **Юрия Васильевича Баталова** с юбилеем, желает крепкого здоровья, благополучия и дальнейших творческих успехов!



АСАНОВА САБЫРКУЛЬ ЖАЙЛАУБЕКОВНА

(К 70-летию со дня рождения)



С. Ж. Асанова – доктор технических наук, профессор искусствovedения, академик Международной инженерной академии и Национальной инженерной академии Республики Казахстан, Қазақстанның еңбек сіңірген қайраткері – эталон стиля, живая легенда мира красоты.

С. Ж. Асанова окончила Московский текстильный институт, одно из крупных учебных и научно-исследовательских заведений в области текстильной промышленности. В Москве началась ее трудовая деятельность – за два года она прошла путь от инженера НОТ московской фабрики «Трикотажица» до главного инженера.

Следующий этап трудовой деятельности начался на родине, в Казахстане, когда ее заметили соотечественники, приехавшие в столицу обмениваться опытом с российскими коллегами и пригласили главным инженером Алматинской трикотажной фабрики «Алмагуль», где она проработала с 1972 по 1984 год.

За большой талант в управлении, усердие и трудолюбие Сабыркуль Жайлаубековну назначили генеральным директором фирмы «Казахстан», где она проработала с февраля 1984 по декабрь 1986 года. В ее подчинении находились более 3000 работников: 45 ателье города, в том числе и правительственное.

В конце ноября 1986 года бюро горкома партии утверждает С. Ж. Асанову на должность начальника городского управления бытового обслуживания города Алматы. Она уверенно руководит еще большим коллективом, в ведомстве которого находится уже 11 000 работников из 800 подразделений. В апреле 1990 года ее назначают заведующей отделом бытового обслуживания Алма-Атинского горисполкома. Через полтора месяца переводят генеральным директором Центра развития ассортимента товаров легкой промышленности, моды и культуры «Сымбат».

В облике этой элегантной женщины, королевская стать которой вызывает восхищение, мало кто может теперь узнать степную девочку, которая выросла в лихие годы. Эта миниатюрная женщина вынесла на своих хрупких плечах сугубо мужскую работу – движение и жизнь такого огромного механизма, как город, полностью находились в руках Сабыркуль Жайлаубековны. Это был полный спектр услуг: ремонт бытовых машин, приборов, теле- и радиоаппаратуры, индивидуальный пошив одежды, трикотажных изделий, изготовление мебели, парикмахерские услуги, фотоателье, химчистка, ремонт и уборка квартир.

В 1992 году под ее руководством коллективом Центра развития ассортимента товаров легкой промышленности, моды и культуры «Сымбат» было приватизировано предприятие и преобразовано в АО Академия моды «Сымбат», где на общем собрании акционеры избрали ее президентом.

Академия моды «Сымбат» берет свое начало с 1947 года и сегодня под руководством С. Ж. Асановой по праву считается основоположником fashion-индустрии

Казахстана, первым брендом в стране по разработке и изготовлению эксклюзивной одежды, казахского национального костюма, символом возрождения казахской культуры и народного творчества, школьной формы.

В 1996 году С. Ж. Асанова создает учебное заведение – Академию бизнеса моды «Сымбат». Оно было организовано на современной производственной базе и включало швейный, трикотажный, обувной цеха; VIP-салон; центр дизайно-конструкторских, научно-исследовательских разработок; библиотеку с ценной нормативно-технической документацией; уникальный музей коллекции авторских разработок одежды, трикотажа и обуви. В настоящее время это Академия дизайна и технологии «Сымбат».

Сегодня АДТ «Сымбат» – это современный вуз, реализующий профессиональные учебные программы многоуровневого образования: технического, высшего и послевузовского, имеющий развитую производственную и материально-техническую базу, включающую центры: научно-инновационный, повышения квалификации и переподготовки кадров; информационно-издательский; карьеры; изучения государственного и иностранных языков; художественного творчества студентов.

Академия активно сотрудничает с зарубежными партнерами: проводятся различные международные научно-практические конференции, конкурсы в области дизайна костюма, рекламы, интерьера, декоративно-прикладного искусства, семинары, мастер-классы. Преподаватели, магистранты и студенты академии участвуют в международных научно-практических конференциях, научно-практических конкурсах, специальных семинарах, выставках, в неделях моды, проходят стажировку за рубежом.

Сабыркуль Жайлаубековна – творческая личность, талантливый руководитель, ученый, педагог, создающий и воплощающий в жизнь национальную одежду в современном прочтении. Академия «Сымбат» активно участвует в индустриально-инновационном развитии Казахстана, вектор развития ее неуклонно растет к новым горизонтам творческой, образовательной и научной деятельности. За эти годы «Сымбат» принял участие в фестивалях и показах более чем в 30 странах мира как разработчик национальной и современной женской одежды.

Профессор С. Ж. Асанова является руководителем разработки технологии и освоения производством изобразительных предметов, олицетворяющих Государственные символы РК, изготовления эталона Государственного флага и личного Штандарта Президента РК с использованием вышивки золотошвейными нитями.

Под ее руководством разработаны 47 государственных стандартов на пошив одежды для военнослужащих, отечественные учебники по национальной одежде, моделированию, технологии и проектированию одежды, по живописи и рисунку, терминологический словарь по легкой и текстильной промышленности, государственный стандарт образования по дизайну одежды, является автором 4 патентов на промышленные образцы. Она автор более 500 п.л. научных статей, опубликованных в научных журналах, сборниках международных научных конференций, проведенных в странах дальнего и ближнего зарубежья, публикаций в периодической печати.

Ее основные научные труды посвящены исследованию и возрождению, разработке национальной одежды казахов: История казахской национальной одежды и прикладного искусства, Қазақтың ұлттық киімдері және колөнері тарихы, Қазақтың ұлттық

киімдері, Ұлттық киімдерді жобалау және тігу технологиясы, электронный учебник «Антология национального костюма», Спецтехнология для раскройщиков, Использование методов декоративно-прикладного искусства в создании новых структур поверхности швейных материалов, Визуальные коммуникации в костюме, Разработка фирменного стиля. Состояние и перспективы развития автоматизированного проектирования национальной одежды. Разработка принципов проектирования национальной одежды. Казахско-русский русско-казахский терминологический словарь, серия: легкая и текстильная промышленность (т. 21). История костюма стран Азии, Европы, Древней Руси, Среднеазиатского региона. Формирование базы данных информационного обеспечения автоматизированного проектирования национальной одежды. История развития казахской народной одежды. Инженерно-компьютерная графика II. Оборудование прядильного производства. Оборудование швейных предприятий. Технология ремонта оборудования легкой промышленности. Комплексная механизация технологических процессов производства национальной одежды. Разработка автоматизированных методов проектирования национальной одежды. Разработка, защита и оценка дипломного проектирования по специальности «Дизайн одежды». Ассортимент казахской народной одежды. Типовые учебные программы специальности 050421– Дизайн, по специализации «Дизайн костюма» – 05042101. Патенты и авторские свидетельства на промышленные образцы национальной одежды.

Под ее руководством защищены 1 докторская, 9 кандидатских и 44 магистерских диссертаций.

С. Ж. Асанова – член Национальной инженерной академии Республики Казахстан с 1998 г., она активно участвует в работе Отделения товаров народного потребления, вносит большой вклад в деятельность академии.

С. Ж. Асанова награждена орденом «Дружбы народов», медалями «Ветеран труда», «10 лет Астаны», «За особые заслуги в развитии инженерного дела в Казахстане» «Қазақстан Республикасының тәуел сiздiгiне 20 жыл», к 10-летию Конституции РК, имеет благодарственное письмо Президента РК Н. А. Назарбаева. Ей присвоено почетное звание Қазақстанның еңбек сiңiрген қайраткері, имеет более 50 международных сертификатов, грамот, благодарственных писем и наград.

Президиум Национальной инженерной академии поздравляет **Сабыркуль Жайлаубековну Асанову** с юбилеем, желает крепкого здоровья, благополучия, счастья и дальнейших творческих успехов!

БАШМАКОВ АНАТОЛИЙ АФАНАСЬЕВИЧ

(К 65-летию со дня рождения)

15 июня 2014 г. исполнится 65 лет со дня рождения **Башмакова Анатолия Афанасьевича** – доктора экономических наук, члена-корреспондента Национальной инженерной академии Республики Казахстан, академика Казахской национальной академии естественных наук.

А. А. Башмаков окончил Петропавловский педагогический институт и Кокчетавский филиал Целиноградского сельскохозяйственного института. Работал учителем истории, директором средней школы, 2-м секретарем Сергеевского райкома комсомола СКО. В 1975–1977 гг. – 1-й секретарь Сергеевского райкома комсомола, в 1977–1978 гг. – секретарь Северо-Казахстанского обкома комсомола. В 1978–1986 гг. – зав. орготделом Сергеевского РП СКО. В 1986–1991 гг. – зам. заведующего отделом обкома партии СКО, секретарь Петропавловского горкома партии. В 1991–1993 гг. – 1-й зам. председателя областного комитета Госкомимущества. В 1993–1999 гг. – 1-й первый заместитель начальника Таможенного управления. В 1999–2002 гг. – заместитель директора Северо-Казахстанского областного представительства ЗАО «Продкорпорация». В 2002 г. – директор Петропавловского экономического колледжа. С октября 2002 г. – депутат Сената Парламента РК. С 2013 г. – заведующий кафедрой ЕНУ им. Л. Н. Гумилева.



А. А. Башмаков ученый в области экономики и управления, научная деятельность посвящена вопросам приграничного сотрудничества Казахстана и России, а также разработке принципиально новой современной парадигмы в институциональной экономике. Им рассмотрена роль экономики не с позиции постулата К. Маркса как базиса, а общественной среды как надстройки. Этому посвящена его докторская диссертация «Экономика и общественная среда: теория и механизм взаимовлияния». Он автор более 70 научных публикаций, в том числе в зарубежных журналах, имеет два методических пособия.

А. А. Башмаков член Комитета по социально-культурному развитию Сената Парламента, Парламентской группы сотрудничества с комитетами «Республика Казахстан – Европейский союз» и Российской Федерации, Ассамблеи народа Казахстана, Бюро Политсовета НДП «Нур Отан». Указом Президента Республики Казахстан от 15 мая 2008 года №593 назначен членом Национальной комиссии по делам женщин и семейно-демографической политике при Президенте Республики Казахстан.

А. А. Башмаков награжден орденами «Құрмет», «Достық» II степени, международным орденом «Содружество»; медалями «За трудовую доблесть», «Қазақстан Республикасының Тәуелсіздігіне 10 жыл», «Қазақстан Республикасының Конституциясына 10 жыл», «Қазақстан Парламентіне 10 жыл», «Астананың 10 жылдығы», «Қазақстан Республикасының Тәуелсіздігіне 20 жыл», «Қазақстан халқы Ассамблеясының «Бірлік» алтын медалі»; имеет благодарность Президента Республики Казахстан.

Президиум Национальной инженерной академии поздравляет **Анатолия Афанасьевича Башмакова** с юбилеем, желает крепкого здоровья, благополучия и дальнейших творческих успехов!

КАБДУЛОВ СЕРИК ЗЕЙНУЛЛИЧ

(К 60-летию со дня рождения)



10 апреля 2014 г. исполнится 60 лет со дня рождения **Кабдулова Серика Зейнуллича** – доктора технических наук, профессора, академика Национальной инженерной академии Республики Казахстан, Заслуженного деятеля РК.

С. З. Кабдулов после окончания Казахского политехнического института им. В. И. Ленина в 1976–1988 гг. – руководитель отдела по внедрению техники и технологии бурения в Казахстане и Средней Азии Казахского института минерального сырья. Работал на нефтегазовых промыслах Западного Казахстана, на месторождениях золота – в полупустынных районах Бетпакдалы, в пустыне Каракум, на комбинате «Майкаинзолото», в Хабаровском крае «Таеж-геология», на месторождениях полиметаллов – в Горном Алтае и Джунгарском Алатау, технических алмазов – Кокчетавская область, сурьмы – Ферганская долина, а также при сейсморазведках и изысканиях источников воды. В 1989–2001 гг. – доцент, профессор КазНТУ им. К. И. Сатпаева. В 1989–2005 гг. руководил буровыми работами при строительстве Алматинского метрополитена и добыче руды на карьерах ОАО «Майкаинзолото» и по экспедициям Казахстана. С 2005 г. – заведующий кафедрой, профессор Казахстанско-Британского технического университета.

С. З. Кабдулов – крупный специалист в области пневмоударного бурения скважин. Его разработки широко используются на горно-геологических производствах и при строительных работах. Как педагог он вносит большой вклад в подготовку инженерных кадров. Читает лекции и проводит практические занятия по курсам «Основы нефтегазового дела», «Технология бурения глубоких скважин», «Буровзрывные работы», «Искривление скважин и направленное бурение», «Технология бурения нефтяных газовых скважин», «Бурение нефтяных и газовых скважин», «Разведочное бурение», «Методы увеличения нефтеотдачи пластов» и др. Руководит практиками студентов на промыслах «Эмбаунайгаз», «Озеньмунайгаз», буровой компании «Великая стена», «Каражанбас», «Кумколь», «Тенгиз», «Карачаганак» и т.д. Проводит курсы повышения квалификации, тренинги для работников нефтегазового сектора и горнодобывающего комплекса Казахстана.

С. З. Кабдулов – автор более 80 научных работ, в том числе монографии «Технология пневмоударного бурения с отбором керна», 4 учебных пособий и 12 изобретений и патентов на новые типы буровой техники.

В 2008 и 2009 гг. С. З. Кабдулов проходил стажировки по методикам преподавания дисциплин и изучению магистерской программы Petroleum Engineering университета Хериот-Уотт (Эдинбург, Великобритания). С 2013 года является председателем экспертного совета по науке о Земле Комитета по надзору МОН РК. Член научно-технического совета НК «Тау-Кен Самрук». Является обладателем государственного гранта Министерства образования и науки РК «Лучший преподаватель вуза за 2010 г.».

Президиум Национальной инженерной академии поздравляет **Серика Зейнуллича Кабдулова** с юбилеем, желает крепкого здоровья, благополучия, счастья и дальнейших творческих успехов!

МЫРХАЛЫКОВ ЖУМАХАН УШКЕМПИРУЛЫ

(К 60-летию со дня рождения)

16 апреля 2014 г. исполнится 60 лет со дня рождения **Мырхалыкова Жумахана Ушкempiрулы** – доктора технических наук, профессора, академика Национальной инженерной академии Республики Казахстан.

Трудовую деятельность после окончания Московского ордена Трудового Красного Знамени текстильного института (МТИ) в 1976 г. начал в Джамбулском технологическом институте легкой и пищевой промышленности. В 1979–1983 гг. – аспирант МТИ. В 1984–1995 гг. – преподаватель, старший преподаватель, доцент, заведующий кафедрой, заместитель декана, декан Джамбулского технологического института легкой и пищевой промышленности. В 1995–2008 гг. – заведующий кафедрой технологии текстильного производства Таразского государственного университета им. М. Х. Дулати. В 2009–2011 гг. – декан факультета легкой и пищевой промышленности, проректор по инновационной деятельности, с 2012 г. – ректор Южно-Казахстанского государственного университета им. М. О. Ауэзова.



Ж. У. Мырхалыков – известный ученый, педагог в области прикладной механики, динамики и прочности технологических машин, занимается исследованиями динамических процессов в технологических машинах, приборах и аппаратах, созданием расчетных и экспериментальных методов оценки их конструкционной прочности, долговечности и надежности на стадиях проектирования, производства и эксплуатации. Результаты его работ внедрены на промышленных предприятиях СССР и СНГ, удостоены серебряной медали ВДНХ СССР. Автор 140 научных трудов.

Ж. У. Мырхалыков как опытный организатор и общественный деятель внес значительный вклад в создание и развитие инновационных кластеров и системы их кадрового обеспечения на юге Казахстана. Под его руководством был проведен комплексный анализ конкурентных возможностей Южного региона страны и разработан ряд инновационных технологий по Программе инновационного развития ЮКО. В 1999 – 2007 гг. был депутатом I и II созывов Таразского городского маслихата, председателем постоянной комиссии по образованию и культуре. Является председателем редакционной коллегии международного научного журнала «Industrial technology and engineering», председателем редакционной коллегии республиканского научно-технического журнала «Наука и образование Южного Казахстана», членом редакционной коллегии республиканского научно-теоретического журнала «Механика и моделирование процессов и технологии».

Ж. У. Мырхалыков награжден орденами «Күрмет», «Қазақстан Даңқы», золотой медалью «За новаторскую работу в области высшего образования» РАЕ РФ, медалью А. Нобеля «За вклад в развитие изобретательства» РАЕ РФ, нагрудными знаками МОН РК «Почетный работник образования РК», «Білім және ғылым қызметкерлерінің кәсіподағына сіңірген еңбегі үшін», медалью к 80-летию ЮКО «Облысқа сіңірген еңбегі үшін». Признан лучшим преподавателем 2009 г.

Президиум Национальной инженерной академии поздравляет **Жумахана Ушкempiрулы Мырхалыкова** с юбилеем, желает крепкого здоровья, благополучия и дальнейших творческих успехов!

БАЙМЕНОВ АЛИХАН МУХАМЕДЬЕВИЧ

(К 55-летию со дня рождения)



25 марта 2014 г. исполнилось 55 лет со дня рождения **Байменова Алихана Мухамедьевича** – кандидата технических наук, члена-корреспондента Национальной инженерной академии и Академии естественных наук Республики Казахстан.

А. М. Байменов окончил Карагандинский политехнический институт (1981), инженер-механик; аспирантуру Московского автомобильного института (1988). С 1988 по 1992 г. – старший преподаватель, доцент, заместитель декана Жезказганского горно-технологического института. В 1990 г. избран депутатом Жезказганского областного Совета народных депутатов. С 1992 г. работал заместителем главы Жезказганской областной администрации. В 1994 г. избран депутатом ВС РК. В 1995 г. – заместитель, первый заместитель министра труда Республики Казахстан. С 1996 года работал заместителем руководителя – заведующим организационно-контрольным отделом Администрации Президента Республики Казахстан. С ноября 1997 года – руководитель Канцелярии Премьер-министра РК. С 1998 года – руководитель Администрации Президента Республики Казахстан. В 1999 г. он становится председателем Агентства Республики Казахстан по делам государственной службы. С 2000 по 2001 г. – министр труда и социальной защиты населения РК. В ноябре 2001 года выступил соучредителем и вошел в состав политсовета общественного объединения «Демократический выбор Казахстана». С марта 2002 г. – сопредседатель, а с 2005 г. – председатель Демократической партии Казахстана «Ақ Жол». С октября 2006 по июнь 2007 г. – депутат Мажилиса Парламента Республики Казахстан. В июле 2011 г. Указом Президента Республики Казахстан назначен на должность председателя Агентства Республики Казахстан по делам государственной службы. А. М. Байменов – президент общественного фонда «Зерде», президент международной федерации народной игры «Тоғызқұмалақ».

Под руководством А. М. Байменова агентство разработало законопроект, в котором содержатся нововведения, позволяющие создать два элитных управленческих корпуса «А» национального и регионального уровней. Именно этот кадровый резерв позволит Казахстану набраться сил для рывка в число 50 конкурентоспособных стран мира. Коренным образом изменится и процесс приема на работу. Казахская модель госслужбы получила очень высокую оценку международных экспертов, которые отмечают, что благодаря этим нововведениям Казахстану удалось сделать существенный рывок в профессионализации государственной службы. В частности, особое внимание заслужило беспрецедентное решение Президента РК о восьмикратном сокращении числа политических государственных должностей, а также решение о создании корпуса «А». На всех занимаемых должностях его отличают активная жизненная позиция, целеустремленность и трудолюбие.

А. М. Байменов является автором ряда печатных трудов и публикаций по вопросам социальной защиты, государственного управления и государственной службы, менеджмента, политического и партийного строительства Казахстана.

Президиум Национальной инженерной академии поздравляет **Алихана Мухамедьевича Байменова** с юбилеем, желает крепкого здоровья, благополучия и дальнейших творческих успехов!

НАЦИОНАЛЬНАЯ ИНЖЕНЕРНАЯ АКАДЕМИЯ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

ХРОНИКА, СОБЫТИЯ, ФАКТЫ

Декабрь 2013 г. – март 2014 г.

18 декабря 2013 г. состоялось расширенное заседание Президиума Национальной инженерной академии Республики Казахстан.

Был рассмотрен ряд вопросов. С докладом о роли Национальной инженерной академии в реализации задач «Стратегия Казахстан – 2050: новый политический курс состоявшегося государства» выступил вице-президент академии Т. Т. Жунусов. С информацией о международных фондах и организациях, инвестирующих научные исследования, и возможности участия казахстанских ученых в проводимых ими конкурсах рассказала директор Департамента научно-технических программ и международных связей Н. С. Шарипова.

В разном: о предстоящем заседании XII Генеральной ассамблеи, XXVI заседании Исполкома Федерации инженерных институтов Исламских стран и Международной конференции по инженерному образованию (ICEE-2013), запланированных на 23-25 декабря в Медине (Саудовская Аравия) сообщила главный ученый секретарь Президиума НИА РК – Г. А. Медиева. Также был обсужден проект издания книги «Почетные инженеры Казахстана».

* * *

23–25 декабря 2013 г. в Медине (Саудовская Аравия) состоялись мероприятия Федерации инженерных институтов Исламских стран (FEIC). В рамках мероприятий прошли заседания Исполкома, XII Генеральная ассамблея FEIC и международная конференция «Инжиниринг и научно-техническое образование: управление и стимулирование для стратегического развития» – ICIEE-2013.

В работе заседания приняли участие представители 6 стран (Пакистан, Иордания, Египет, Малайзия, Казахстан, Саудовская Аравия). Казахстан представлял три азиатские страны – Киргизию, Узбекистан и Азербайджан, которые официально передали ему право голоса по доверенности для участия и в голосовании на заседаниях FEIC.

В течение 2012–2013 гг. Казахстан осуществлял руководство FEIC. В этот период обязанности президента FEIC были возложены на Жумагулова Б. Т. – президента Национальной инженерной академии Республики Казахстан, обязанности генерального секретаря FEIC исполняла Медиева Г. А. – главный ученый секретарь Президиума НИА РК.



Б. Т. Жумагулов – президент FEIC (2012-2013 гг.),
Hamad Al-Shagami – вновь избранный президент FEIC (2014–2015 гг.)

На заседании Исполкома генеральный секретарь FEIC Медиева Г. А. доложила о работе организации за 2012–2013 годы. Она отметила, что впервые в истории деятельности FEIC Казахстан смог получить одобрение Исламского банка развития для финансирования Проекта по инженерной квалификации, аккредитации и развитию профессиональной системы (EQAPS).



Слева направо: Ibrahim Al Dhobaie, Hamad Al-Shagami, Dr. Khaled Taher, Dr. Faisal bin Abdullah Al-Mashari Al-Saud, Б. Т. Жумагулов, Dr. Faisal bin Abdullah Al-Mashari Al-Saud, Акбар и Данияр – представители Посольства Республики Казахстан в ОАЭ



Члены Исполнительного комитета FEIC

После обсуждения итогового отчета Казахстана и обмена мнениями были приняты следующие предложения по развитию деятельности FEIC:

1. Улучшить коммуникацию между членами FEIC путем создания онлайн-диалоговой площадки для проведения видеоконференций. Создать специальный сайт с регистрацией всех членов FEIC.

2. Развить глобальную коммуникационную сеть инженерных образовательных учреждений. Создать Базу инженерно-технических учреждений и их наиболее выдающихся представителей.

3. Расширить издательскую деятельность FEIC:

– создать Информационный бюллетень (форумы, семинары, конференции, конгрессы);

– разработать мероприятия по консолидации научно-исследовательских работ и докладов, представленных членами FEIC на всех проведенных мероприятиях;

– издать каталог региональных офисов FEIC: фотографии, описание направлений работы, контактная информация.

4. Для непрерывной связи на сайте создать вкладку «Протоколы FEIC» для того, чтобы члены-участники самостоятельно могли пользоваться любой информацией из сайта. Совершенствовать веб-сайт FEIC.

5. Разработать Стратегический план развития деятельности FEIC на 2014–2020 годы:

расширить структуру FEIC;

активизировать участие стран-членов FEIC в разработке международных проектов по развитию инжиниринга и технологий исламских стран;

выявлять тенденции и перспективы обмена профессиональным опытом академической элиты по инженерно-техническим наукам и крупных высококвалифицированных специалистов;

продвигать идеи качественного и передового инженерно-технического развития; укреплять и развивать деятельность региональных офисов FEIC;

создать рабочие группы по обсуждению актуальных проблем развития инженерно-технического образования и инженерной мысли.

Торжественную церемонию XII Генеральной Ассамблеи FEIC открыл президент FEIC Б. Т. Жумагулов. Он подвел итоги работы федерации, поблагодарил вице-президентов FEIC за активную работу и организаторов проведенных мероприятий FEIC – Совет инженеров Пакистана.

Медаль «Почетный инженер» и диплом были вручены вице-президентам FEIC: Megat Johari (Малайзия), Mian Sultan Mahmood (Пакистан), генеральному секретарю Совета инженеров Иордании Ахмеду Кейлани, почетному президенту FEIC Абангу Абдуллах Али. Благодарственное письмо от имени президента FEIC вручено Mayor of Madinah Munawwarah Dr. Khaled Taher.

На XII Генеральной ассамблее был утвержден новый состав руководства FEIC на 2014–2015 гг. На этот период руководство организацией перешло к Саудовской Аравии. Президентом был избран Hamad Al-Shagami (Саудовская Аравия). Исполнительным директором – Syed Abdul Qadir Shah (Пакистан). Вице президентами – Dr Ali Abdul Rehman (Египет), Eng. Majed Tabbaa (Иордания), Т. Т. Жунусов (Казахстан). Генеральным секретарем FEIC избран Dr. Ghazi Abbassi (Саудовская Аравия). Членами Исполнительного комитета – Eng Essam Mahmoud (Египет), Eng Sohail Bashir (Пакистан), Eng. Ibrahim Dobaie (Саудовская Аравия), Dr. Amanbek Zhainakov (Кыргызская Республика), Dr. Megat Johari Megat (Малайзия).

Б. Т. Жумагулову присвоено звание Почетного президента FEIC и вручен памятный сувенир Саудовского совета инженеров.

Организаторами международной конференции «Инжиниринг и научно-техническое образование: управление и стимулирование для стратегического развития» – ICSEE-2013 выступили Совет инженеров Саудовской Аравии, Федерация инженерных институтов исламских стран, Малазийское общество инженеров и технологов, Тайбахский университет, Университет Путра Малайзии, Малазийско-Японский международный технологический институт.

Конференция проходила по нескольким секциям и охватила широкий спектр вопросов образования, управления и подготовки кадров для стратегического развития экономик стран – участников FEIC. От Казахстана с докладами выступили члены НИА РК А. Ж. Жусупбеков, М. М. Мырзахметов, А. Ш. Татыгулов, Т. Ж. Акбердин.

* * *

23 января 2014 г. состоялся форум «Синергия – объединяя науку, бизнес и общество». Форум – это площадка для диалога научной общественности, бизнеса и госу-

дарства, ориентированного направить потенциал казахстанских ученых на решение актуальных задач экономики страны. В работе форума приняли участие более 500 человек – это ученые, инженеры, представители вузов и научных организаций, бизнеса и предприятий.

Форум организован АО «Национальный центр государственной научно-технической экспертизы» (НЦГНТЭ) и посвящен обсуждению результатов исследований, представленных НЦГНТЭ, по определению приоритетов развития науки до 2030 г.

Работа форума проходила в виде пленарных и секционных заседаний, на которых участники обсудили результаты исследований НЦГНТЭ.

На пленарном заседании открыл форум вице-министр образования и науки Республики Казахстан Т. О. Балыкбаев. Президент АОО «Назарбаев Университет» Шигео Катсу рассказал о стратегии развития науки в Назарбаев Университете. С докладом «Результаты проекта “Системный анализ и прогнозирование науки”» выступил Джумабеков А. К. – президент АО «Национальный центр государственной научно-технической экспертизы». Далее о работе комиссий по восьми направлениям проекта рассказали:

- **Здоровье нации** – Жумадилов Ж. Ш. – генеральный директор ЧУ «Центр наук о жизни» АОО «Назарбаев Университет»;
- **Безопасная, чистая и эффективная энергия** – Кошумбаев М. Б. – заместитель председателя правления АО «Казахский НИИ энергетики им. Ш.Чокина»;
- **Информационные и телекоммуникационные технологии** – Курмангалиева Б. К. – заместитель председателя правления АО «НИХ “Зерде”»;
- **Устойчивое развитие аграрного сектора, переработка и безопасность продуктов питания** – Сарбасова Г. Т. – директор Департамента технологического развития АО «КазАгроИнновация»;
- **Биотехнологии** – Никитин Е. Б. – ректор инновационного Евразийского университета;
- **Новые материалы и технологии** – Ефремов С. А. – заведующий лабораторией центра Казахского национального университета им. аль-Фараби;
- **Окружающая среда и природные ресурсы** – Рофман О. В. – старший научный сотрудник Института ядерной физики НЯЦ РК;
- **Машиностроение** – Таргышный Е. С. – ведущий консультант по проектному управлению.

Во второй половине дня по этим восьми направлениям работали параллельные секции, на которых участники форума обсудили впервые презентованные результаты проекта «Системный анализ и прогнозирование науки» – форсайт-исследования, выполненного НЦГНТЭ по заказу МОН РК. Исследования такого типа являются методикой для принятия стратегических решений и используются в ряде стран (Япония, Южная Корея) с 1970 г. С 2011 г. этот опыт предвидения в науке прорывных направлений применяет и Казахстан.

При проведении аналитических и экспертных исследований, выполненных экспертными группами НЦГНТЭ, была дана оценка социально-экономического эффекта научных исследований, технологий и ресурсных возможностей для их реализации

в Казахстане. Во внимание было принято мнение всех заинтересованных сторон, проведены опросы и обсуждения с широким кругом казахстанских экспертов с привлечением более 1000 представителей научных организаций, вузов, академических и бизнес-структур.

Были проанализированы научно-техническая информация, государственные стратегии и программы, аналитические отчеты ведущих отечественных и международных исследовательских организаций, консалтинговых компаний, проведения библиометрического анализа и патентного поиска технических решений и технологий.

Исследование охватывает период до 2030 года и представлено в виде рекомендаций по решению актуальных задач на стыке интересов науки, экономики и общества. Общее количество предложенных научным сообществом технологий превышает 300, а для их разработки требуется выполнение не менее 500 тематик научных исследований.

Результаты работ включают сценарии развития и дорожные карты по восьми направлениям и составлены по продуктам, технологиям и научным исследованиям с указанием целей, необходимых ресурсов, индикаторов и временных горизонтов реализации поставленных целей.

Были выявлены внешние и внутренние тренды развития науки и технологий, определены ключевые факторы и их взаимосвязи, оказывающие влияние на будущее развитие, установлены сильные и слабые стороны, а также угрозы со стороны внешней среды. В сценариях рассмотрены компетенции Казахстана в области проведения научных исследований, предложены стратегии и комплекс мероприятий для развития каждого направления, определены потенциальные риски, связанные с реализацией данных сценариев.

Результатом явились рекомендации для приоритетного финансирования научных исследований в области развития энергетики, промышленности, сельского хозяйства, окружающей среды, здравоохранения, машиностроения в виде дорожных карт до 2030 г. Были предложены приоритетные направления в сфере науки, техники и технологии, перспективные для развития экономики Казахстана на ближайшие годы.

Результаты проведенного исследования переданы в качестве рекомендаций КН МОН РК и другим органам, принимающим решения по финансированию научно-технологического развития Казахстана.

* * *

27 января состоялся информационный семинар по новой Рамочной программе Европейского союза по исследованиям и инновациям Horizon-2020 (Горизонт-2020). Программа Horizon-2020 является крупнейшей в мире инициативой ЕС, финансирующей научные исследования и разработки в виде рамочных программ, и рассчитана на период с 2014 по 2020 г. с бюджетом 80 млрд евро. Программа является финансовым инструментом ЕС для реализации Инновационного союза стран-участниц ЕС, она нацелена на обеспечение глобальной европейской конкурентоспособности.

Цели программы – это поддержка наиболее талантливых и творческих ученых, а также их команд в проведении передовых исследований на высоком уровне; финансирование совместных исследований с целью открытия новых перспективных областей знаний и инноваций; предоставление ученым возможности проведения исследований

в ведущих научных центрах Европы; обучение и карьерный рост благодаря специальной программе (Marie Curie Actions), финансирующей научные поездки ученых продолжительностью от одного года до трех лет; доступ к европейской исследовательской инфраструктуре мирового класса для всех ученых в Европе и за ее пределами.

Горизонт-2020 сочетает все научные исследования и инновации, финансируемые в настоящее время через рамочные программы по научно-технологическому развитию и инновационной деятельности (ЕР7), «Конкурентоспособность и инновации» (СІР) и Европейского института инноваций и технологий (ЕІТ), т.е. предусматривает комбинирование различных существующих схем финансирования с новыми финансовыми схемами через международное сотрудничество.

Семинар был организован офисом Национального координатора программы от Казахстана. В работе семинара приняли участие около 300 ученых, представителей научных организаций, малого и среднего бизнеса.

Основными ведущими выступили Зигмунт Красински – координатор от Польской национальной академии наук и Камилла Магзиева – национальный координатор программы Горизонт-2020 от Казахстана.

В ходе семинара участники ознакомились с правилами участия, основными конкурсными требованиями, приоритетами и финансовыми аспектами программы. Были представлены презентации по следующим вопросам:

Общая информация о программе Горизонт-2020.

Новые правила участия и финансовые аспекты.

Международное сотрудничество в Горизонте-2020.

Возможности для малого и среднего бизнеса – сотрудничество с COSME.

Горизонт-2020. Рабочая программа 2014–2015 гг.:

– общие вопросы;

– безопасная, чистая и эффективная энергия;

– здоровье, демографические изменения и благосостояние;

– климат, экология, эффективные ресурсы и сырьевые материалы;

– информационные механизмы и ресурсы.

Далее в обучающей части семинара было показано на практике как правильно работать с информацией и документами о конкурсе на портале для участников программы Горизонт-2020.

С информацией о конкурсе можно ознакомиться на сайте:

Portal H2020 – <http://ec.europa.eu/programmes/horizon2020>

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

1. Amirgaliyev Y. – д.т.н., профессор, член-корреспондент Национальной инженерной академии Республики Казахстан, заведующий кафедрой компьютерной инженерии
2. Абдибекова А. У. – PhD докторант кафедры математического и компьютерного моделирования механико-математического факультета Казахского национального университета им. аль-Фараби
3. Абдолдина Ф. Н. – к.т.н., доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории имитационного моделирования космических систем ДТОО «Институт космической техники и технологий» АО «Национальный центр космических исследований и технологий»
4. Абдрахманова А. А. – магистрант кафедры автоматической электросвязи Алматинского университета энергетики и связи
5. Ахмедов Д. Ш. – д.т.н., член-корреспондент Национальной инженерной академии Республики Казахстан, директор ДТОО «Институт космической техники и технологий» АО «Национальный центр космических исследований и технологий»
6. Аюлов А. М. – д.э.н., профессор, ректор Кокшетауской гуманитарной академии
7. Бакытбеков Р. Н. – PhD докторант кафедры химии и технологии органических веществ, природных соединений и полимеров Казахского национального университета им. аль-Фараби
8. Баландина И. В. – к.т.н., профессор кафедры строительных материалов Московского государственного строительного университета
9. Бисмильдин И. Р. – магистрант 2-го курса кафедры механики Казахского национального университета им. аль-Фараби

10. Бопеев Т. М. – старший научный сотрудник лаборатории имитационного моделирования космических систем ДТОО «Институт космической техники и технологий» АО «Национальный центр космических исследований и технологий»
11. Боргеков Д. Б. – магистр технологий, инженер технологической лаборатории трековых мембран Астанинского филиала ИЯФ КАЭ МИНТ РК, специалист высшей категории лаборатории инженерного профиля ЕНУ им. Л. Н. Гумилева
12. Григорьев П. Е. – д. биол. н., профессор, заведующий кафедрой медицинской информатики Крымского государственного медицинского университета им. С. И. Георгиевского
13. Дракунов Ю. М. – д. техн. н., профессор кафедры механики Казахского национального университета им. аль-Фараби
14. Егоров О. И. – д.э.н., профессор, главный научный сотрудник Института экономики КН МОН РК
15. Елубаев С. А. – заведующий лабораторией имитационного моделирования космических систем ДТОО «Институт космической техники и технологий» АО «Национальный центр космических исследований и технологий»
16. Ерёмин Д. И. – м.н.с. Национальной инженерной академии Республики Казахстан
17. Жакебаев Д. Б. – PhD доктор, и.о. заведующего кафедрой математического и компьютерного моделирования механико-математического факультета Казахского национального университета им. аль-Фараби
18. 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, президент Национальной инженерной академии Республики Казахстан, главный редактор журнала «Вестник НИА РК»

19. Жумагулов Р. Б. – д.э.н., академик Международной инженерной академии
20. Жунусов Т. Т. – д.т.н., профессор, академик, вице-президент Национальной инженерной академии Республики Казахстан
21. Здоровец М. В. – к.ф.-м.н., директор Астанинского филиала ИЯФ КАЭ МИНТ РК, руководитель лаборатории инженерного профиля ЕНУ им. Л. Н. Гумилева
22. Ирмухаметова Г. С. – к.х.н., доцент кафедры химии и технологии органических веществ, природных соединений и полимеров Казахского национального университета им. аль-Фараби
23. Калтаев А. – д.ф.-м.н., профессор, академик Национальной инженерной академии Республики Казахстан, член-корреспондент Международной инженерной академии, заведующий кафедрой механики Казахского национального университета им. аль-Фараби
24. Кислицин С. Б. – к.ф.-м.н., заведующий лабораторией физики твердого тела Института ядерной физики КАЭ МИНТ РК
25. Koseoglu Y – д.т.н., профессор, декан факультета инженерных и естественных наук Университета им. Сулеймана Демиреля
26. Кузьмин С. Л. – к.т.н., доцент, декан горно-металлургического факультета Рудненского индустриального института
27. Кулджабеков А. Б. – магистрант, научный сотрудник лаборатории механики жидкости, газа, плазмы и энергетики НИИ механики и математики Казахского национального университета им. аль-Фараби
28. Курмангазиева Л. Т. – к.т.н., доцент, заведующая кафедрой информационных систем и ВТ Атырауского государственного университета им. Х. Досмухамедова
29. Курмасеит М. Б. – магистрант кафедры механики Казахского национального университета им. аль-Фараби
30. Мартынов Н. И. – д.ф.-м.н., главный научный сотрудник Института механики и машиноведения им. У. А. Джолдасбекова

-
31. Машенцева А. А. – доктор PhD в области химии, заведующая технологической лабораторией трековых мембран Астанинского филиала ИЯФ КАЭ МИНТ РК, старший эксперт лаборатории инженерного профиля ЕНУ им. Л. Н. Гумилева
32. Мун Г. А. – д.х.н., член-корреспондент Национальной инженерной академии Республики Казахстан, профессор кафедры химии и технологии органических веществ, природных соединений и полимеров Казахского национального университета им. аль-Фараби
33. Муратов Д. М. – ведущий инженер-программист лаборатории имитационного моделирования космических систем ДТОО «Институт космической техники и технологий» АО «Национальный центр космических исследований и технологий»
34. Наукенова А. М. – магистрант Атырауского государственного университета им. Х. Досмухамедова
35. Омурзаков Т. К. – д.э.н., депутат Мажилиса Парламента Республики Казахстан
36. Оразбаев Б. Б. – д.т.н., профессор, академик НИА РК, заведующий кафедрой автоматизации и информационных технологий Атырауского института нефти и газа
37. Орешкин Д. В. – д.т.н., профессор, заведующий кафедрой строительных материалов Московского государственного строительного университета
38. Пак И. Т. – д.т.н., профессор Института информатики и управления КН МОН РК, главный научный сотрудник Национальной инженерной академии Республики Казахстан
39. Панфилов М. – д.ф.-м.н., профессор, директор магистратуры University of Lorraine
40. Рамазанова М. А. – к.ф.-м.н., доцент, старший научный сотрудник Института механики и машиноведения им. У. А. Джолдасбекова
41. Рябцев М. Ю. – аспирант кафедры автоматизации технических процессов и производств Севастопольского национального технического университета

42. Самигулина З. И. – докторант PhD, магистр, младший научный сотрудник лаборатории «интеллектуальные системы управления и сети» Института проблем информатики и управления Казахского национального технического университета им. К. И. Сатпаева
43. Сейдахмет А. Ж. – кандидат технических наук, доцент кафедры механики Казахского национального университета им. аль-Фараби
44. Соловьев В. И. – д.т.н., профессор, академик Национальной инженерной академии Республики Казахстан, президент Казахстанской академии менеджмента качества
45. Сулейменов И. Э. – д.х.н., к.ф.-м.н., член-корреспондент Национальной инженерной академии Республики Казахстан, профессор кафедры автоматической электросвязи, заведующий лабораторией нанозлектроники Алматинского университета энергетики и связи
46. Сулейменова Р. Н. – PhD, лектор университета Бирмингэм (University of Birmingham), Англия
47. Ткач Е. В. – д.т.н., профессор кафедры строительных материалов Московского государственного строительного университета
48. Ткач С. А. – аспирант кафедры строительных материалов Московского государственного строительного университета
49. Торчик В. В. – магистр, научный сотрудник лаборатории системных исследований космической деятельности ДТОО «Институт космической техники и технологий» АО «Национальный центр космических исследований и технологий»
50. Тулешова А. А. – научный сотрудник Национальной инженерной академии Республики Казахстан
51. Тунгатарова М. С. – доктор PhD, доцент кафедры механики
52. Фалалеев А. П. – д.т.н., профессор, проректор по научной работе Севастопольского национального технического университета
53. Шалтыкова Д. Б. – к.х.н., старший преподаватель кафедры автоматической электросвязи Алматинского университета энергетики и связи
54. Шахворостова А. В. – магистрант 1-го курса кафедры механики Казахского национального университета им. аль-Фараби

СОДЕРЖАНИЕ

КЛЮЧЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ИНЖЕНЕРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Послание Главы государства Нурсултана Назарбаева народу Казахстана «Казахстанский путь-2050: единая цель, единые интересы, единое будущее»	5
<i>Жумагулов Б. Т.</i> Модель Назарбаева-2050: системный прорыв в будущее.....	19

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА

<i>Жумагулов Б. Т., Жакебаев Д. Б., Абдибекова А. У.</i> Моделирование атмосферных процессов на основе осредненных уравнений Навье–Стокса.....	23
<i>Ахмедов Д.Ш., Елубаев С.А., Абдолдина Ф.Н., Бопеев Т.М., Муратов Д.М.</i> Создание производства гибридных параллельных вычислительных систем.....	30
<i>Kuljabekov A.B., Kurmaseyit M.B., Tungatarova M.S., Kaltayev A., Panfilov M.</i> Streamline simulation of uranium extraction by in-situ leaching method	36
<i>Науkenова А. М., Оразбаев Б.Б., Курмангазиева Л. Т.</i> Алгоритмы определения критического пути при сетевом планировании и управлении... ..	45
<i>Самигулина З.И.</i> Адаптивная система управления траекторией движения космического аппарата.....	51
НОВОСТИ НАУКИ И ТЕХНИКИ	57

ГОРНОЕ ДЕЛО И МЕТАЛЛУРГИЯ

<i>Кузьмин С.Л., Жунусов Т.Т., Аюлов А.М.</i> Разработка способов контроля работоспособности грунтовых насосов на обогатительных фабриках	61
---	----

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

<i>Соловьев В. И., Орешкин Д.В., Ткач Е.В., Баландина И.В., Ткач С.А.</i> Объемная гидрофобизация – эффективный путь повышения качества и конкурентоспособности бетона.....	66
---	----

ЭНЕРГЕТИКА

<i>Ахмедов Д. Ш., Еремин Д. И., Торчик В. В.</i> Анализ выработки электроэнергии ветрогенератором малой мощности в условиях реальной эксплуатации.....	71
<i>Мун Г. А., Сулейменов И. Э., Фалалеев А. П., Рябцев М. Ю., Бакытбеков Р. Н., Ирмухаметова Г. С.</i> К возможности реализации новых источников электрической энергии на основе термочувствительных полимерных гидрогелей.....	81

ХИМИЯ

- Боргеков Д. Б., Машенцева А. А., Здоровец М. В., Кислицин С. Б.* Структура нанотрубок золота, синтезированных в каналах трековых мембран ... 87

ФИЗИКА

- Koseoglu Y., Amirgaliyev Y.* The use of semiempirical quantum chemical methods in studying the properties of large series of biologically active molecules 93

МЕХАНИКА

- Мартынов Н.И., Рамазанова М.А., Тулешиова А.А.* Вынужденные нелинейные стационарные колебания сейсмического крутильного маятника 99

- Дракунов Ю.М., Сейдахмет А.Ж., Шахворостова А.В., Бисмильдин И.Р.* Автоматизация проектирования и твердотельного моделирования стержневых механизмов..... 106

- ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ** 114

ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ

- Егоров О. И., Жумагулов Р. Б.* Перспективы использования сланцев в качестве альтернативного ресурса для получения топлив..... 118

- Омурзаков Т. К.* Специфика работы мировых финансовых центров в контексте развития финансового центра в Казахстане..... 126

- Сулейменов И.Э., Пак И.Т., Григорьев П.Е., Мун Г.А., Шалтыкова Д.Б., Абдрахманова А.А., Сулейменова Р.Н.* Естественнонаучная альтернатива астрологии и новые подходы к изучению коммуникационной структуры общества 131

ПАМЯТИ УЧЕНОГО

- К 80-летию Турысова Каратая Турысовича 136

ЮБИЛЕЙНЫЕ ДАТЫ

- Школьнику Владимиру Сергеевичу – 65 лет 139

- Тюреходжаев Абиболла Назарович (К 80-летию со дня рождения)..... 140

- Баталов Юрий Васильевич (К 75-летию со дня рождения)..... 141

- Асанова Сабыркуль Жайлаубековна (К 70-летию со дня рождения)... 142

- Башмаков Анатолий Афанасьевич (К 65-летию со дня рождения)..... 145

- Кабдулов Серик Зейнуллич (К 60-летию со дня рождения)..... 146

- Мырхалыков Жумахан Ушкempiрулы (К 60-летию со дня рождения).. 147

- Байменов Алихан Мухамедьевич (К 55-летию со дня рождения)..... 148

- ХРОНИКА, СОБЫТИЯ, ФАКТЫ** 149

- СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ**..... 156

CONTENTS

THE KEY PROBLEMS OF THE DEVELOPMENT OF SCIENCE AND ENGINEERING ACTIVITY

Message of the Head of State Nursultan Nazarbayev to People of Kazakhstan	5
<i>Zhumagulov B.T.</i> Nazarbayev's model-2050: system breakthrough to the future	19

INFORMATION TECHNOLOGIES AND APPLIED MATHEMATICS

<i>Zhumagulov B.T., Zhakebayev D.B., Abdibekova A.U.</i> Simulation of atmospheric processes on the basis of the averaged Navier–Stokes equations	23
<i>Akhmedov D.Sh., Yelubayev S.A., Abdoldina F.N., Bopeyev T.M., Muratov D.M.</i> Creation of hybrid parallel computing systems production	30
<i>Kuljabekov A.B., Kurmaseyit M.B., Tungatarova M.S., Kaltayev A., Panfilov M.</i> Streamline simulation of uranium extraction by in-situ leaching method	36
<i>Naukenova A.M., Orazbayev B.B., Kurmangaziyeva L.T.</i> Algorithms of critical path determination when project management and network planning	45
<i>Samigulina Z.I.</i> Adaptive control system of the spacecraft movement trajectory.....	51

NEWS OF SCIENCE AND TECHNOLOGY	57
---	----

MINING AND METALLURGY

<i>Kuzmin S.L., Zhunusov T.T., Ayulov A.M.</i> Development methods of dredging pumps working capacity control at preparation plants	61
---	----

CONSTRUCTIONAL MATERIALS

<i>Solovyev V.I., Oreshkin D.V., Tkach Ye.V., Balandina I.V., Tkach S.A.</i> Volumetric integral waterproofing – effective way of increasing of concrete quality and competitiveness	66
--	----

POWER ENGINEERING

<i>Akhmedov D.Sh., Yeryomin D.I., Torchic V.V.</i> Analysis of electricity production by small wind turbine in conditions of real operation activity	71
<i>Mun G.A., Suleimenov I.Ja., Falaleyev A.P., Ryabtsev M.Yu., Bakytbekov R.N., Irmukhametova G.S.</i> Opportunities of new sources of electric energy realization based on temperature sensitive polymer hydrogel	81

CHEMISTRY

<i>Borgekov D.B., Mashentseva A.A., Zdorovets M.V., Kislitsyn S.B.</i> Structure of gold nanotubes synthesized in channels of track-etched membranes.....	87
---	----

PHYSICS

<i>Koseoglu Yu., Amirgaliyev Ye.</i> Use of semi-empirical quantum chemical methods in studying the properties of large series of biologically active molecules.....	93
--	----

MECHANICS

<i>Martynov N.I., Ramazanova M.A., Tuleshova A.A.</i> Forced nonlinear stationary oscillations of seismic torsion pendulum	99
--	----

<i>Drakunov Yu.M., Seidakhmet A.Zh., Shakhvorostova A.V., Bismildin I.R.</i> Automation of design and solid modeling of link mechanisms	106
---	-----

<i>DO YOU KNOW</i>	114
--------------------------	-----

ECONOMY AND MANAGEMENT

<i>Yegorov O.I., Zhumagulov R.B.</i> Prospects of shale using as alternative resource for fuels receiving	118
---	-----

<i>Omurzakov T.K.</i> Specificity of world financial centers operation in the context of development of financial center in Kazakhstan	126
--	-----

<i>Suleimenov I.Ja., Pak I.T., Grigoryev P.Ye., Mun G.A., Shaltykova D.B., Abdrakhmanova A.A., Suleimenova R.N.</i> Science alternative to astrology and new approaches to communicative structure of society studying	131
--	-----

MEMORY OF SCIENTIST

To 80-th birthday of Turysov Karatai Turysovich	136
---	-----

JUBILEE DATE

<i>Shkolnik Vladimir Sergeevich</i> – to 65-th birthday	139
---	-----

<i>Tyurekhodzhayev Abibolla Nazarovich</i> (To 80-th birthday).....	140
---	-----

<i>Batalov Yuriy Vasilyevich</i> (To 75-th birthday).....	141
---	-----

<i>Asanova Sabyrkul Zhailaubekovna</i> (To 70-th birthday).....	142
---	-----

<i>Bashmakov Anatoliy Afanasyevich</i> (To 65-th birthday).....	145
---	-----

<i>Kabdulov Serik Zeinullich</i> (To 60-th birthday).....	146
---	-----

<i>Myrkhalykov Zhumakhan Ushkempiruly</i> (To 60-th birthday).....	147
--	-----

<i>Baimenov Alikhan Mukhamediyevich</i> (To 55-th birthday).....	148
--	-----

THE CHRONICLE, EVENTS, FACTS	149
------------------------------------	-----

THE INFORMATION ABOUT AUTHORS	156
-------------------------------------	-----

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 24.02.2014 г. .
Гарнитура Таймс. Формат 70x100 ¹/₁₆.
Уч.-изд. л. 10,8. Тираж 1000 экз.

Отпечатано в типографии ТОО «Luxe Media Group»