



Қазақстан Республикасы  
Ұлттық инженерлік академиясының

# ХАБАРШЫСЫ

---

## ВЕСТНИК

Национальной инженерной академии  
Республики Казахстан

№ 4 (66)

Алматы  
2017

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

**ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР**  
**академик Б. Т. ЖУМАГУЛОВ**

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:**

**Н. К. Надиров** – академик, заместитель главного редактора; **Ж. Т. Багашарова** – ответственный секретарь; академик **Ж. М. Адиллов**, 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 **К. С. Кулажанов**, академик **А. А. Кулибаев**, академик **М. М. Мырзахметов**, академик **Х. Милошевич** (Сербия), академик **А. М. Пашаев** (Азербайджан), 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; **Zh. T. Bagasharova** – 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; **K. S. Kulazhanov**, academician; **A. A. Kulibayev**, academician; **M. M. Myrzakhmetov**, academician; **H. Miloshevich**, academician (Serbiya); **A. M. Pashayev**, academician (Azerbaijan); **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»,  
ТОО Агенстве «Евразия пресс» и ТОО Агенстве «Еврика 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](mailto:nia_rk@mail.ru), [ntpneark@mail.ru](mailto:ntpneark@mail.ru), [www.neark.kz](http://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”,  
in PLL Agency “Evraziya press” and PLL Agency “Evrika 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](mailto:nia_rk@mail.ru), [ntpneark@mail.ru](mailto:ntpneark@mail.ru), [www.neark.kz](http://www.neark.kz)

---

---

## КЛЮЧЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ИНЖЕНЕРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

*Б. Т. Жумагулов,*  
президент Национальной инженерной академии РК,  
депутат Сената Парламента РК, академик

Выступление на Общем собрании НИА РК  
Алматы, 10 ноября 2017 года



### ГЛОБАЛЬНАЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ КАЗАХСТАНА: РОЛЬ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕРНИЗАЦИИ

**Құрметті ханымдар мен мырзалар!**

**Құрметті әріптестер!**

ҚР Ұлттық инженерлік Академиясы Жалпы жиналысына қош келдіңіздер!

Біздің жиналысымызға Парламент депутаттары, мемлекеттік ұйым, бизнес және өндіріс секторларының басшылары қатысып отыр.

Сонымен қатар Еліміздің көрнекті ғалымдары, инженерлік іс пен жоғары білікті мамандарды дайындаудың майталмандары – Тәуелсіз Қазақстанның интеллектуалдық күшінің алтын қоры қатысып отырғанын айтқым келеді.

**Құрметті академия мүшелері !**

2017 жыл – Ел тарихындағы маңызды кезең. Себебі, осы жылы төрткүл дүниені өзіне қаратып, ұлтты ұйыстырған Ұлы жоба «EXPO-2017» Халықаралық көрмесі жүзеге асты.

Еліміз үшін айтулы сынақ болған жаһандық шараны қазақстандықтар жұдырықтай жұмылып, Елбасымыз Нұрсұлтан Әбішұлының бастамасымен абыройлы атқарып шықты.

Дүниежүзілік көрмелер бюросының 166 жылдық тарихында Орталық Азияда, тіпті ТМД елдерінің ішінде тұңғыш рет Еліміздің басқаласы Астанада өткені бәріміз үшін - зор мақтанш.

ЭКСПО-2017 көрмесі әлемдік энергетика жүйесінің дамуына, әрі жаһандық энергетиканың тұрақты дамуына айрықша серпін берді.

Елімізде шағын және орта бизнестегі 1400-ден астам кәсіпорын құны 640 миллиард теңге болатын тауарларды жеткізуге және қызмет көрсетуге тапсырыс алды.

Туристік сектор жанданды.

Туроператорлардың қызметіне деген сұраныс 2 есе артты.

Және бұл ұлттық жоба әлемдік экономикалық дағдарыстың күрделі кезеңінде жүзеге асырылды.

Елбасы Нұрсұлтан Әбішұлының бастамасымен бұл жоба шын мәнінде – дағдарысқа қарсы ұтымды бағдарламаға айналды.

### **Уважаемые коллеги!**

2017 год для нас важен еще одним – это вступление Казахстана во второе свое 25-летие как суверенного государства. Вместе со всей страной этот **рубеж возмужания** преодолевает и наша академия.

Очень показательно, что этот рубеж для Казахстана знаменован **Всемирной выставкой «ЭКСПО»**, открывшей новые горизонты в важнейшей для человечества сфере энергетики.

Выступая на закрытии выставки, Президент Казахстана особо подчеркнул, что она **«оказала положительный мультипликативный эффект и дала толчок дальнейшему развитию экономики нашей страны»**.

Не менее **важное знаменательное событие** есть и для нашей академии. Мы его создали своими трудами и с большой поддержкой государства. Это проведение уникального в истории не только нашей страны, но и всего Центрально-Азиатского региона **Всемирного конгресса инженеров и ученых «Энергия будущего: инновационные сценарии и методы их реализации»**.

Он прошел в рамках ЭКСПО-2017, его главными организаторами выступили Национальная инженерная академия РК и Казахстанская национальная академия естественных наук (КазНАЕН).

Особую признательность мы выражаем за большую поддержку и помощь в проведении конгресса таким крупным организациям, как корпорация «SINOPEC», АО «Каспийский Трубопроводный Консорциум», АО «Волковгеология», ТОО «САУТС ОЙЛ», АО «КазНИИССА», АО «Самрук ЭНЕРГО», а также Кызылординскому государственному университету им. Коркыт Ата, Академии гражданской авиации, КазИТУ (г.Уральск), Институту ядерной физики, Национальному ядерному центру, другим ведущим вузам и НИИ нашей страны.

На конгрессе был представлен весь цвет мировой науки и инженерной мысли в сфере энергии будущего. В нем приняли участие **4 Нобелевских лауреата, 18 лауреатов международной премии «Глобальная энергия»**, которая расценивается как одна из самых престижных премий в области мировой энергетики.

Всего же к участию в конгрессе нам удалось привлечь **более тысячи** видных ученых, инженеров, руководителей бизнеса и органов управления **из 51 страны**.

Форум поддержали государственные органы Республики Казахстан, самые авторитетные международные организации, специализированные в области как энергетики, так и общего научного и инженерного профиля.

В их числе Международное агентство по возобновляемым источникам энергии IRENA, Международная ассоциация водородной энергетики, Всемирный совет будущего, Федерация инженерных институтов исламских стран и еще ряд организаций.

Принципиально важным моментом стало то, что **приветствие участникам конгресса** направил Президент Республики Казахстан **Нурсултан Абишевич Назарбаев**.

В этом приветствии он выразил уверенность, что **«проведение Всемирного конгресса инженеров и ученых (WSEC) в Астане придаст новый импульс процессу поиска эффективных решений энергетических проблем человечества и внесет значимый вклад в совершенствование глобальной модели экономического роста»**.

Именно так и произошло. Конгресс четко показал, что главной основой технологических инноваций в энергетике будущего являются **достижения фундаментальной науки**, которые трансформируются через прикладные исследования и инженерные разработки **в новые технологии и продукты**. И многие из них переворачивают наши представления о возможностях человечества.

Именно по этому алгоритму получены такие принципиальные достижения, как более чем **четырёхкратное снижение цен** на солнечную энергию за 10 последних лет.

Вместе с аналогичным снижением в сфере ветровой энергии это позволило ввести возобновляемую энергетику в список рыночно конкурентоспособных и доступных для человечества источников энергии.

Естественно, эта конкурентоспособность очень сильно зависит от условий каждой отдельной страны, и не для всех стран возобновляемая энергия сегодня однозначно выгодна.

Поэтому на конгрессе прозвучало мнение, с одной стороны, о безусловной поддержке дальнейшего технологического развития возобновляемой энергетики, а с другой – о нецелесообразности форсированного и экономически неоправданного ее противопоставления традиционной энергетике. Ведь она в разумном балансе останется еще долгое время одним из важных источников энергии, в том числе и для нашей страны.

Наряду с состоявшимся обсуждением научных, инженерных и инновационно-экономических проблем конгресс дал еще ряд важных результатов.

Он существенно поднял авторитет и узнаваемость казахстанской науки и инженерной деятельности на мировой арене, в том числе и авторитет нашей академии.

Мы обеспечили высокорейтинговую публикацию трудов участников ведущими мировыми научными изданиями, в том числе и казахстанских авторов.

В ходе конгресса выстроены новые цепочки связей с известными мировыми организациями, ведущими учеными и научными центрами. К примеру, НИА РК заключила ряд меморандумов о сотрудничестве, в том числе с Корейским обществом по новой и возобновляемой энергии, с Институтом развития Мунасингхе (Шри-Ланка), основанным Нобелевским лауреатом, принявшим участие в конгрессе, и другими организациями.

Наш коллективный член – Национальный ядерный центр подписал меморандум с Международной организацией ИТЭР, и такие примеры можно продолжить.

В ходе подготовки конгресса были установлены контакты академии с Международным агентством ИРЕНА, крупными зарубежными объединениями научно-инженерного профиля, известными компаниями, университетами и научно-инновационными центрами разных стран.

Все это будет полезно для нашей академии и в будущем.

В целом Всемирный конгресс прошел очень успешно и стал **одним из важнейших достижений нашей академии**. Это результат практически трехлетней напряженной работы, в которую были активно вовлечены многие члены нашей академии.

И сегодня позвольте мне выразить всем им **самую глубокую благодарность**.

Естественно, этим не исчерпывается деятельность нашей академии – ведется ежедневная кропотливая работа по многим направлениям, есть хорошие достижения. Обо всем этом я говорил в прошлом году на юбилейной сессии академии. Думаю, дополнительную информацию дадут и выступающие сегодня в прениях.

**Уважаемые коллеги!**

Теперь я хотел бы остановиться на главном для сегодняшнего собрания – на **основных задачах и направлениях работы** академии на предстоящий период.

**Прежде всего**, в центре нашего внимания должны оставаться усилия для выстраивания **действенной системы освоения научных достижений в производстве**. Это главная задача, для которой создавалась академия, и мы постоянно уделяли ей свое внимание.

Есть у нас и вполне достойные достижения в этой сфере. Но этого сегодня уже мало. Мир вступил в полосу «повышенной турбулентности». И она ставит новые требования к устойчивости национальных экономик, снижению **критических зависимостей от внешне контролируемых волатильных факторов**, как, например, сырьевая зависимость. А для этого нужна интенсификация высокотехнологического развития – пример быстрого прогресса в нем дают нам возобновляемые источники энергии, представленные на ЭКСПО-2017.

Сейчас в Казахстане разворачиваются работы по **коммерциализации научных результатов**, принята соответствующая законодательная база. Считаю, что Национальной инженерной академии необходимо активно подключиться к такой работе, создать в своей структуре **офис инженерных технологий**.

Наша академия – уникальный сплав науки, инженерии, подготовки кадров и промышленного бизнеса. Есть и реальные наработки по многим направлениям деятельности наших отделений. Это серьезный потенциал для эффективной работы подобного офиса, и думаю, что мы сможем показать пример в этом деле.

**Второе**. Архиважным делом для нашей академии является и более широкое **участие в инновационных процессах** на всех их стадиях и видах. Как говорится, нам «сам бог велел» этим заниматься. Сегодня данное направление мы должны укрепить организационно. Для этого целесообразно **создать Департамент по инновационным вопросам**, ориентированный на развитие связей с бизнесом, с государственными



ми органами, в том числе с Министерством по инвестициям и развитию, на участие в реальных внедрениях и в трансферте технологий.

Подобными делами мы уже занимались, но разрозненно. Теперь настало время консолидировать усилия. А поэтому было бы абсолютно правильным решением **ввести в Национальной инженерной академии должность вице-президента по инновационному развитию.**

**Третье**, что может также стать перспективным направлением работы академии, – участие в продвижении **Национальной системы квалификаций.** Это очень перспективное направление.

Понятие квалификации работников используется очень давно, но системный подход к нему на уровне государств начал формироваться только в последней четверти XX века. И это стало переходом на качественно новый уровень.

Примером может быть опыт **Южной Кореи.** В 1973 году там был принят Закон «О Национальной системе технических квалификаций» и поставлена задача – совершить прорыв в сфере технологий на уровень стран-лидеров мирового развития.

Корейскими законодателями были выбраны 7 общенациональных уровней квалификации и установлено, что переход с уровня на уровень осуществляется **только по результатам независимой профессиональной сертификации.**

Результат – рост ВВП Южной Кореи к 2010-м годам более чем в 100 раз и прорыв в мировую технологическую элиту. Аналогичные подходы стали использоваться и в Европейском союзе.

В Казахстане в 2011–2012 годах были заложены законодательные основы Национальной системы квалификаций, начали формироваться ее базовые элементы – национальная рамка квалификаций, отраслевые рамки, профстандарты. Однако потом продвижение затормозилось. Думаю, этот вопрос соответствует профилю академии, нужно будет **проанализировать ситуацию и выработать комплекс мер по дальнейшему продвижению НСК.**

**Четвертое** направление – это практическая **сертификация квалификаций специалистов** по отдельным инженерным специальностям. Об этом мы уже говорили в прошлые годы, и сегодня, когда груз подготовки Всемирного конгресса с академии снят, нужно заняться и этим вопросом – проработать возможность создания при НИА РК соответствующего **сертификационного центра.**

Проще говоря, в развитых странах наиболее эффективным признано, когда образование и специальность дает вуз, а квалификацию подтверждают и присваивают независимые центры с участием работодателей. У нас же этот процесс долгие годы был объединен только в рамках вуза, поэтому сегодня нам следует переходить на принятую в мире систему.

**Пятое** направление – **поддержка изобретателей.**

По инженерной деятельности мы такую поддержку оказываем. Присуждаем соответствующие премии и награды НИА РК, звание «Лучший инженер года». А вот изобретательская деятельность у нас пока упущена.

Следует ликвидировать этот пробел, продумать интересные формы поддержки изобретателей и изобретений, наладить взаимопонимание с бизнесом.

Это что касается «междисциплинарных» направлений. Не должны мы забывать и **конкретные направления**, соответствующие тематикам наших отделений.

В нашей академии собрана настоящая элита научно-инженерного корпуса страны. Каждый из нас гордится, что он является членом такой авторитетной академии, и дорожит этим высоким званием.

Практика за 27 лет существования академии подтвердила правильность и эффективность создания в ее составе **10 отделений**. За это время было выполнено **1740 проектов и программ**, чем могут похвастаться не все научные организации Казахстана. Ряд из них внедрены в **производство**.

Практически во всех областях Казахстана академия имеет свои филиалы. Наиболее эффективно работают Западно-Казахстанский, Южно-Казахстанский, Кызылординский филиалы. Остальные отстают, и им нужно наверстывать это отставание. Ведь переход на инновационные рельсы, на реальное внедрение достижений требует резкого усиления внимания к регионам, **роста регионального акцента в работе академии**.

Естественно, в сфере нашего внимания также должны быть и **перспективные задачи**, которые сегодня «на слуху» в мировом и национальном масштабах. Речь идет о **цифровизации экономики, развитии инфраструктуры и транспортной системы страны, сельского хозяйства, туризма, переработки сырья** и т.д.

И самое главное в наших действиях по любому из выбранных направлений – чувствовать свою сопричастность к важнейшим процессам развития страны, продвижению Стратегии развития суверенного Казахстана, выдвинутой нашим Президентом и Лидером нации Н. А. Назарбаевым.

Спасибо за внимание.

## НАГРАЖДЕНИЕ ПОБЕДИТЕЛЕЙ РЕСПУБЛИКАНСКОГО КОНКУРСА «ЛУЧШИЙ ИНЖЕНЕР 2017 ГОДА»



10 ноября 2017 года в г. Алматы состоялась сессия Общего собрания Национальной инженерной академии Республики Казахстан – влиятельного и авторитетного общественного объединения страны, представляющего ведущих ученых и инженеров, известных специалистов производства, руководителей крупных компаний и организаций, научно-исследовательских институтов.

На собрании с докладом выступил президент академии, академик Бакытжан Жумагулов. Он отметил роль научно-технической, инженерной интеллигенции страны в свете решения задач, поставленных Президентом Н. А. Назарбаевым в своем Послании народу – конкретному поэтапному плану действий по реализации третьей модернизации Казахстана, создания новой модели экономического роста. По сложившейся традиции на Общем собрании Академии были подведены итоги республиканского конкурса «Лучший инженер 2017 года». В конкурсе приняли участие специалисты, имеющие высокий уровень компетенции, занятые инженерной работой на предприятиях, ведущие инженеры, государственные деятели, крупные организаторы производства. Учитывались значимость инженерных разработок, способствующих повышению эффективности производства и производительности труда, рационализаторские предложения, изобретения, успешность их внедрения в производство. Конкурсной комиссией рекомендованы наиболее значимые разработки, в их числе: синтез новых наноструктурных материалов, проектирование и создание космических аппаратов и приборов для исследования космоса и дистанционного зондирования Земли, внедрение новаторских идей в процессы сейсморазведки и структурного бурения, создание технологий по увеличению нефтеотдачи пластов, разработка инновационных методов и технологий глубокой переработки сырья, проектирование и строительство маломерных скоростных судов для использования в акватории Каспийского моря, исследования закономерностей газовыделения метана в горных пластах, способы предупреждения возникновения эндогенных



Диплом о присвоении Н. К. Исингарину звания «Почетный инженер Казахстана» вручил президент Национальной инженерной академии РК, лауреат Государственной премии РК в области науки, техники и образования, Заслуженный деятель РК, академик Б. Т. Жумагулов

Дипломами и медалями «Лучший инженер 2017 года» награждены:

- Хорошун Сергей Михайлович, первый заместитель акима г. Астаны;
- Абдрахманов Алтай Аймухаметович, исполнительный директор АО «Алатау жарыккомпаниясы»;
- Бекембаев Арман Жаксылыкович, заместитель начальника специального технологического бюро космической техники (СКТБ КТ) ТОО «Фалам»;
- Кузиев Закиржан Пирмухамедович, председатель совета директоров группы компаний «Универсал»;
- Кожаш Айдын Сырымұлы, геолог по бурению АО «Каражанбасмунай»;
- Франгулиди Леонид Харлампович, директор ЖФ ТОО «Казфосфат»;

пожаров в угольных шахтах, разработка и внедрение энергосберегающих технологий на фосфорном производстве, дающие большой экологический эффект, создание и развитие инфокоммуникационных технологий, инновации и открытия в других сферах экономики Казахстана. Номинантами стала целая плеяда талантливых инженеров, руководителей производственных компаний, государственные деятели.

Работа сессии Общего собрания завершилась награждением победителей Республиканского конкурса «Лучший инженер 2017 года».

Звания «Почетный инженер Казахстана» удостоены: Нигматжан Кабатаевич Исингарин, доктор экономических наук, советник президента АО «НК «Казақстан темір жолы»» и Максұтбек Шахмарданович Есенов, председатель правления ТОО «Казфосфат».



Диплом о присвоении М. Ш. Есенову звания «Почетный инженер Казахстана» вручил президент Национальной инженерной академии РК, лауреат Государственной премии РК в области науки, техники и образования, Заслуженный деятель РК, академик Б. Т. Жумагулов



- Асаинов Сергей Турсунович, главный инженер ТОО «Научно-инженерный центр “ГеоМарк”»;
- Мырхалыков Жумахан Ушкempiрович, ректор Южно-Казахстанского государственного университета им. М. Ауэзова;
- Козловский Артем Леонидович, заведующий лабораторией физики твердого тела, Астанинский филиал Института ядерной физики МЭ РК;
- Адылин Александр Григорьевич, главный конструктор по судостроению АО «НИИ “Гидроприбор”»;
- Куантаев Нысанбай Есеркепұлы, вице-президент компании First International Oil Corporation Ltd.

Звания «Почетный инженер Национальной инженерной академии Республики Казахстан» удостоены:

- Джанабаев Бердибек Шыныбаевич, заместитель генерального директора ТОО «УКИЗ “Оңтүстік”»;
- Кеттебеков Санжар Ульфатович, генеральный директор автономного кластерного фонда «Парк инновационных технологий»;
- Сейдуманов Манат Турарович, главный врач городской клинической больницы №4 г. Алматы.

**Хорошун Сергей Михайлович** – первый заместитель акима г. Астаны.

Хорошун С. М. как куратор муниципальных служб и строительной отрасли Астаны внес большой вклад в формирование и развитие столицы.

При его непосредственном участии были разработаны и реализованы межрегиональная схема территориального развития агломерации, находящаяся в настоящее время в Правительстве Республики Казахстан на стадии утверждения, капитальное планирование территории города Астаны.

За период деятельности Хорошуна С. М. было построено огромное количество крупных знаковых объектов, таких, как «Хан Шатыр», Театр оперы и балета, отель «Риксос», Дворец школьников, административные здания, офисы, бизнес-центры, производственные объекты, заводы, цеха, торговые, развлекательные объекты, гостиницы.

Под руководством Хорошуна С. М. в рамках подготовки к Международной специализированной выставке «ЭКСПО-2017» в 2015 году была завершена корректировка генерального плана города Астаны до 2030 года.

Завершены два этапа Государственной программы жилищного строительства, в связи с чем с 2005 по 2015 год ежегодно вводилось более 1 миллиона квадратных метров жилья за счет всех источников финансирования, а с 2016 года вводится в эксплуатацию более 2 миллионов квадратных метров жилья.



**С. М. Хорошун,**  
первый заместитель  
акима г. Астаны



#### Диплом и медаль

А. А. Абдрахманову вручил лауреат Государственной премии Республики Казахстан в области науки и техники, Заслуженный строитель Республики Казахстан, председатель конкурсной комиссии Национальной инженерной академии Республики Казахстан, академик А. А. Кулибаев

Средней Азии. Результатом этой сложной и кропотливой работы стало принятие Межгосударственного соглашения по регулированию частоты и мощности, что позволило повысить энергетическую безопасность Казахстана.

А. Абдрахманов – председатель государственной экзаменационной комиссии Алматинского университета энергетики и связи, член научно-технического совета ассоциации KAZENERGY.

**Бекембаев Арман Жаксылыкович** – заместитель начальника Специального технологического бюро космической техники (СКТБ КТ) ТОО «Фалам».

Арман Бекембаев начал работать в космической отрасли Казахстана в должности инженера-конструктора отдела Систем

**Абдрахманов Алтай Аймухаметович** – исполнительный директор АО «Алатау Жарык Компаниясы». За почти 40-летнюю трудовую деятельность Алтай Абдрахманов прошел путь от электромонтера Джамбулского предприятия распределительных сетей до руководителя крупной энергетической компании.

При вводе в эксплуатацию более 30 новых и реконструируемых подстанций ПС-220 кВ он разработал и применил инновации, что привело к реальному снижению потерь в электрических сетях с 18,9% в 2010 году до 13,4 % 2016 году. Экономия от этих инженерных новшеств составила свыше 250 272 тыс. кВт·ч.

А. Абдрахманов внес большой вклад в урегулирование межгосударственных перебоев электроэнергии с Россией и странами



Диплом и медаль А. Ж. Бекембаеву вручил президент Национальной инженерной академии Республики Казахстан, лауреат Государственной премии Республики Казахстан в области науки, техники и образования, Заслуженный деятель Республики Казахстан, академик Б. Т. Жумагулов

управления движением и навигацией (СУДН). Одним из первых его достижений стали разработка и запуск программного продукта для автоматизации работы пользовательского офиса Национального космического центра, предоставляющего снимки дистанционного зондирования земли (ДЗЗ) внешним клиентам.

В настоящее время А. Бекембаев принимает активное участие в разработке космического аппарата (КА), проект которого осуществляется совместно с английской компанией Surrey Satellite Technology Limited. Запуск его запланирован на апрель 2018 года. Казахстанский ученый внес также значительный вклад в анализ причины нештатной ситуации после запуска космических аппаратов KazEOSat-1 и KazEOSat-2, приведшей к потере маховика системы управления движением и навигации.

Арман Бекембаев принимал активное участие в системных тестах и стендовых тестах СУДН космического аппарата среднего разрешения. В рамках проекта НТКА детально проанализировал пассивный режим управления КА, участвовал в расчетах бюджетов энергетики и СУДН, занимался вопросами системного проектирования и анализа миссии. Все результаты его исследований были защищены и одобрены ведущими зарубежными специалистами.

**Кузиев Закиржан Пирмухамедович** – председатель совета директоров группы компаний «Универсал».

Являясь руководителем группы компаний «Универсал», где работают свыше 1400 человек, З. Кузиев во главу угла ставит внедрение в производство современных технологий и инноваций. В результате выпускаемая предприятиями группы «Универсал» продукция и система менеджмента качества на обоих предприятиях соответствуют требованиям международного стандарта качества и стали конкурентоспособными в нашей стране и за рубежом. Его нацеленность на внедрение инновационных идей способствовала созданию завода полипропиленовых изделий в городе Жаркенте Алматинской области, где ежемесячно выпускается 5 000 000 полипропиленовых мешков, до 40 000 биг-бэгов и пневмооболочек. Выполняя указания Главы государства Нурсултана Назарбаева по развитию сел и перехода от сырьевой направленности на глубокую переработку сельскохозяйственной продукции, З. Кузиев модернизировал завод в г. Жаркенте по глубокой переработке зерна кукурузы в крахмалопродукты.

Закиржан Кузиев – обладатель более 25 патентов на изобретения, является разработчиком и единственным производителем в Республике Казахстан запорно-пломбировочных устройств (ЗПУ) для железнодорожных составов, доказавших свою



Диплом и медаль З. П. Кузиеву вручил «Қазақстан еңбек сіңірген қайраткері», видный государственный и общественный деятель Республики Казахстан Т. М. Досмухамбетов

эффективность и надежность в сфере безопасности, защиты и идентификации пломбирочных устройств.

Ученый, талантливый инженер и руководитель является обладателем международной премии «Европейское качество» за конкурентоспособность предприятия в соответствии с европейскими стандартами.

Из числа награжденных – два представителя нефтегазовой отрасли страны.



**Н. Е. Куантаев** – вице-президент компании First International Oil Corporation Ltd.

проводил поисково-разведочными работами в Западном Казахстане. Н. Е. Куантаев принимал участие в разработке и утверждении Карты блоков на Каспийском море, являясь вице-президентом по разведке АО «Казахстанкаспийшельф», с 1997 г. руководил морскими геологоразведочными работами на Каспии. Имеет патент на устройство для термодинамического воздействия на скважину №25419. Это устройство увеличивает нефтеотдачу пласта.

**Кожаш Айдын Сырымұлы** – геолог по бурению АО «Каражанбасмунай».

Интересы молодого ученого Кожаша Айдына находятся в сфере очистки добываемых нефтей от механических примесей, которые отрицательно влияют на работу насосов и внутрискважинного оборудования на месторождении

**Куантаев Нысанбай Есеркепулы** выполнил первый подсчет запасов месторождения Кокжиде. Впервые в Казахстане внедрил использование винтовых насосов, стеклопластиковых труб для подачи нефти от добывающих скважин до общего нефтепровода промысла, тарельчатых установок высокой очистки нефти от механических и других примесей; добился полной утилизации попутного газа, высокой экологической чистоты производства (полное отсутствие замазученности); принимал решения по вопросам продуктивности скважин, обоснованию спуска эксплуатационных колонн, применению конкретных технологий каротажа и испытания скважин. Он соавтор нового направления геологоразведочных работ на нефть и газ – нефтегазоносность структурно-седиментационных ловушек в отложениях триаса Прикаспийской впадины (методика картирования и поиска). Возглавляя геологический отдел ПГО «Гурьевнефтегаз-геология», руко-



Диплом и медаль А. С. Кожашу вручил лауреат Государственной премии КазССР, Заслуженный деятель науки КазССР, Почетный нефтяник СССР, изобретатель СССР, академик Н. К. Надиров



Каражанбас, самого крупного из неглубоко залегающих месторождений на территории Казахстана. Над проектом подземного фильтра ученый начал работать, будучи студентом Казахстанско-Британского технического университета. Свой проект Айдын защитил в Московском нефтяном университете имени И. М. Губкина.

В 2013 году на первом инновационном конкурсе молодых специалистов, организованном НК «КазМунайГаз», подземный фильтр для защиты внутрискважинного оборудования стал лучшим из всех проектов. В том же году начались работы по внедрению проекта в производство. Через два года проект Кожаша Айдына снова стал победителем конкурса внедренных инновационных проектов НК КМГ.

Подземные фильтры, спущенные в скважину, показали неплохие результаты: период ремонта нефтяных скважин сократился в несколько раз, что дает хорошую экономию.

**Франгулиди Леонид Харлампович** – директор ЖФ ТОО «Казфосфат» (НДФЗ).

Он убежденный сторонник внедрения новых энергосберегающих и экологически чистых технологий, современной техники. Под его непосредственным руководством и с его активным участием на заводе внедрен ряд важнейших инновационных проектов, что способствовало стабильному росту производства. Среди них – внедрение комплекса мероприятий по модернизации узла слива шлака и футеровки на рудно-термических печах, что повысило межремонтный пробег печей с шести до пятнадцати месяцев. Внедрена «Система утилизации печного газа» при производстве фосфоритного агломерата с АСУ ТП, что позволило заменить природный газ печным в качестве топлива. Ранее печной газ бесполезно сжигался на факелах, загрязняя атмосферу.

В последние годы на заводе внедрен проект захолаживания конденсационной воды, что позволило значительно сократить потери фосфора с печным газом и уменьшить загрязнение окружающей среды. Построена и запущена в работу линия по производству пищевой ортофосфорной кислоты (марки А), спроектирована и внедрена в производство установка гидратации триполифосфата натрия для выпуска продукции новых марок.



Диплом и медаль Л. Х. Франгулиди вручил вице-президент Национальной инженерной академии Республики Казахстан, генеральный директор Института механики и машиноведения им. академика У. А. Джолдасбекова, академик А. К. Тулешов



Диплом и медаль С. Т. Асаинову вручил доктор технических наук, профессор, лауреат Государственной премии СССР, академик С. М. Кожаметов

обеспечения рациональных режимов проветривания рудника «Жомарт» (ТОО «Корпорация “Казахмыс”)), расчёт распределения воздуха в нормальных и аварийных режимах для участков ПВС шахт корпорации «Казахмыс».

Сфера профессиональных и научных интересов С. Асаинова связана с установлением закономерностей газодинамики и управления газовыделением в горных выработках, изучением зональности выделения метана по признакам структурной геологии пластов на шахтах «Арселор Миттал Темиртау». Им проведена большая работа по предупреждению и тушению эндогенных пожаров на угольных разрезах и в дренажных шахтах ТОО «Богатырь Комир», на разрезах Восточный, Сарыколь, Талдыколь, Майкубенский, Экибастузский.

**Мырхалыков Жумахан Ушкempiрович** – ректор Южно-Казахстанского государственного университета им. М. Ауэзова.

**Асаинов Сергей Турсунович** – главный инженер ТОО «Научно-инженерный центр “ГеоМарк”».

За годы трудовой деятельности он прошёл путь от горнорабочего до начальника участка на шахтах Карагандинского бассейна. Большой практический опыт горного инженера позволил ему успешно решать задачи, связанные с безопасностью технологических процессов на опасных производственных объектах. Он проводил исследования надёжности функционирования вентиляционных систем, работающих совместно со всеми дополнительными способами управления газовыделением. В его активе – сложнейшие расчёты и выбор аэродинамических параметров с целью



Диплом и медаль Ж. У. Мырхалыкову вручил президент Ассоциации вузов Казахстана, вице-президент Национальной инженерной академии Республики Казахстан, вице-президент Федерации инженерных институтов исламских стран, Заслуженный деятель Республики Казахстан, академик, ректор университета «Туран» Р. А. Алшанов

Основное направление научной деятельности Жумахана Мырхалыкова – исследование динамических процессов в технологических машинах, приборах и аппаратах, создание расчетных и экспериментальных методов оценки их конструкционной прочности, долговечности и надежности на стадиях проектирования, производства и эксплуатации. Ученый – автор и соавтор более 400 научных публикаций, 57 патентов, а также авторских свидетельств на изобретение.

По инициативе Жумахана Мырхалыкова в 1995 – 1998 годах в Таразском государственном университете им. М. Х. Дулати впервые в Казахстане была организована кафедра «технология текстильного производства» и открыта специальность «технология и проектирование текстильных материалов». Ж. Мырхалыков принимает активное участие в развитии хлопково-текстильного кластера Южно-Казахстанской области. Им создана научно-техническая программа «Разработка инновационных технологий комплексной и глубокой переработки сырья Казахстана с получением конкурентоспособной продукции и материалов».

Ж. Мырхалыков проводит большую научно-исследовательскую работу по международным научным проектам, в том числе по проекту «Оценка загрязнения трансграничных вод Центральной Азии» (проект НАТО), проекту Европейской комиссии СРЕА «Water Harmony-Гармония воды», совместные исследовательские работы с Шеньянским химико-технологическим институтом (Китай) в сфере химической технологии, экологии, нанотехнологии и альтернативной энергетики.

Звания «За заслуги в развитии инженерного дела Республики Казахстан» удостоены:

- **Джанабаяев Бердибек Шыныбаевич** – заместитель генерального директора ТОО «УКИЗ «Оңтүстік».

- **Кеттебеков Санжар Ульфатович** – генеральный директор автономного кластерного фонда «Парк инновационных технологий».

- **Сейдуманов Манат Турарович** – главный врач городской клинической больницы №4 г. Алматы.

---

---

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА

УДК 517.9: 004.9; 519.711.3; 504.75.05

**У. С. АБДИБЕКОВ<sup>1</sup>, Д. Б. ЖАКЕБАЕВ<sup>1</sup>, К. Ж. ЖУБАТ<sup>2</sup>,  
Н. А. БОЛЬШАКОВА<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Казахский национальный университет им. аль-Фараби  
<sup>2</sup>РГП «НИЦ “Ғарыш-Экология”»

### МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ОБЛАКА, ОБРАЗОВАВШЕГОСЯ ПРИ НАЗЕМНОМ ВЗРЫВЕ РАКЕТЫ-НОСИТЕЛЯ «ПРОТОН-М» В 2007 ГОДУ

*Рассматривается математическое моделирование динамики облака, образовавшегося при наземном взрыве ракеты-носителя (РН), с учетом термодинамических параметров. Математическая модель и ее численная реализация основаны на решении трехмерного отфильтрованного нестационарного уравнения Навье–Стокса, уравнений неразрывности, концентрации, энтальпии, состояния для сжимаемых сред. Для замыкания основных уравнений использовалась вязкостная модель турбулентности. Получены результаты моделирования динамики облака, образовавшегося при взрыве ракеты-носителя «Протон-М» 6 сентября 2007 г.*

**Ключевые слова:** авария ракеты-носителя, взрыв, облако, турбулентность, термодинамические параметры.

*Бұл еңбекте зымыран-тасығыштың жерүсті жарылысы кезінде пайда болған бұлттың динамикасын термодинамикалық параметрлерді ескере отырып, математикалық үлгілеу әдісі қарастырылған. Математикалық үлгі және оның сандық жүзеге асырылуы Навье-Стокс үшөлшемді тұрғылықты емес теңдеуін, үзіксіздік теңдеулерін, концентрация, энтальпия, қысылатын орталарға арналған күй теңдеулерін шешуге негізделген. Негізгі теңдеулерді тұйықтау үшін турбуленттіліктің тұтқырлық үлгісі қолданылды. 06.09.2007 ж. «Протон-М» зымыран-тасығышының жарылысы кезінде пайда болған бұлттың динамикасын үлгілеу нәтижелері алынды.*

**Кілттік сөздер:** зымыран-тасығыштың апаты, жарылыс, бұлт, турбуленттілік, термодинамикалық параметрлер.

*In this work mathematical modeling of dynamics of the cloud formed at land explosion of the carrier rocket taking into account thermodynamic parameters is considered. The mathematical model and its numerical realization are based on the solution of the three-dimensional filtered non-stationary equation of Navier-Stokes, the equations of continuity, concentration, an enthalpy, a state for the compressed environments. For short circuit of the main equations the viscous model of turbulence was used. Results of modeling of dynamics of the cloud formed at explosion of the carrier rocket «Proton-M» 6 september 2007 are received.*

**Keywords:** accident of the carrier rocket, explosion, cloud, turbulence, thermodynamic parametry.

Возникновение аварийных ситуаций при пусках ракет-носителей приводит к падению тяжелой ракетной техники с большой высоты. При столкновении с поверхностью земли топливные баки разрушаются, остатки ракетного топлива самовоспламеняются и взрываются. Образовавшееся в результате взрыва облако за счет турбулентных потоков расширяется. После того как температура облака приближается к температуре окружающей среды, облако начинает рассеиваться по направлению ветра. Проведение экспериментальных замеров для выявления состава облака не возможно, поскольку аварийная ситуация не предсказуема, а процесс образования облака скоротечен. Поэтому для исследования формирования облака и его динамики используются методы математического моделирования.

В Республике Казахстан модели для оценки воздействия ракетно-космической деятельности на окружающую природную среду создаются с 2001 года. Научным коллективом Института космических исследований Министерства образования и науки РК разработана эколого-прогностическая модель развития нештатной ситуации при взрыве РН на стартовом комплексе и участке выведения космического аппарата. Численная реализация модели дает распределение концентрации несгоревшего топлива за счет адвективно-диффузионных процессов. Недостатком является предположение, что масса не сгоревшего топлива равномерно распределена по высоте столба, поднятого взрывом почвы и воздуха в месте аварии ракеты-носителя. Не рассматриваются процесс образования облака и мощность взрыва [1].

Эволюция облака атомного взрыва была рассмотрена в работах О. G. Sutton и L. Machta (1950). Авторы предполагали, что подъем облака вызывается силой Архимеда, а охлаждение происходит в результате адиабатического расширения и перемешивания с окружающим воздухом [2, 3]. Существует множество моделей, посвященных моделированию движения крупномасштабных облаков, образующихся при мощных взрывах, в неоднородной атмосфере [4]. Известна теоретическая модель движения вихревого кольца. Образовавшийся после взрыва от ударной волны объем горячего воздуха – огненный шар после увеличения до определенного размера стремится вверх, образуя вихревое кольцо. При наземном взрыве его подъем сопровождается поднятием пылевого столба, придающего грибообразную форму [5].

В данной работе рассматривается поднятие огненного шара под действием силы плавучести, с учетом турбулентного перемешивания и адиабатического расширения. Численное моделирование формирования облака осуществлялось на основе решения трехмерного отфильтрованного нестационарного уравнения Навье–Стокса, уравнений неразрывности, концентрации, энтальпии, состояния для сжимаемых сред. Для замыкания основных уравнений используется вязкостная модель турбулентности. Представлены результаты численного моделирования формирования облака, образовавшегося при наземном взрыве ракеты-носителя «Протон-М» 6 сентября 2007 г.

**Постановка задачи.** Пусть в начальный момент времени у поверхности земли находится огненный полушар, обозначаемый областью  $G$ , радиусом  $R$ , начальной температурой шара  $T_1$ , начальной объемной плотностью газовых фаз сухого воздуха  $\rho_d$  и влажного воздуха  $\rho_w$ , температура окружающей среды  $T_0$  (рисунок 1).



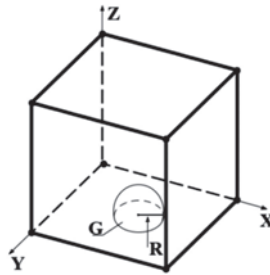


Рисунок 1 – Схематическая иллюстрация постановки задачи

**Математическая модель.** Для решения рассматриваемой задачи используются следующие отфильтрованные уравнения:

Уравнение неразрывности:

$$\frac{\partial \rho_m}{\partial t} + \nabla(\rho_m u_m) = 0, \quad (1)$$

где  $u_m$  – скорость смеси газовой фазы;  $\rho_m = \rho_w + \rho_d$  – плотность воздуха;  $\nu_m = \frac{\mu_m}{\rho_m}$  – динамическая вязкость,  $\mu_m = \mu_* \left( \frac{T}{T_*} \right)^w$ , где  $\mu_*$  – значение динамической вязкости при

температуре  $T_*$ ,  $\rho_d = \sum_{\alpha=1}^{N_\alpha} S_\alpha \rho_\alpha$ ;  $\sum_{\alpha=1}^{N_\alpha} S_\alpha = 1$  – объемная плотность газовой фазы сухо-

го воздуха,  $\rho_w = \sum_{\beta=1}^{N_\beta} S_\beta \rho_\beta$ ;  $\sum_{\beta=1}^{N_\beta} S_\beta = 1$  – объемная плотность газовой фазы водяного

пара,  $\rho_\alpha = \rho_{*\alpha} (1 - \gamma(T - T_*))$ ,  $\alpha = 1, \dots, N_\alpha$ ;  $\rho_\beta = \rho_{*\beta} (1 - \gamma(T - T_*))$ ,  $\beta = 1, \dots, N_\beta$ , также  $\rho_{*\alpha}$ ,  $\rho_{*\beta}$  – плотность газовых компонентов сухого и влажного воздуха соответственно при  $T^* = 20^\circ\text{C}$ .

Уравнение концентрации:

$$\frac{\partial(\rho_m S_\alpha)}{\partial t} + \nabla(\rho_m u_m S_\alpha) = 0, \quad \alpha = 1, \dots, N_\alpha, \quad (2)$$

$$\frac{\partial(\rho_m S_\beta)}{\partial t} + \nabla(\rho_m u_m S_\beta) = 0, \quad \beta = 1, \dots, N_\beta,$$

где  $G_\alpha = \bar{\rho}_m (\overline{S_\alpha u_m} - \bar{S}_\alpha \bar{u}_m) = -\frac{\mu_t}{Pr_t} \nabla \bar{S}_\alpha$ ,  $\alpha = 1, \dots, N_\alpha$ ,  $G_\beta = \bar{\rho}_m (\overline{S_\beta u_m} - \bar{S}_\beta \bar{u}_m) = -\frac{\mu_t}{Pr_t} \nabla \bar{S}_\beta$ ,

$\beta = 1, \dots, N_\beta$  описывают вклад подсеточных турбулентных масштабов для уравнений концентраций компонентов газа.

Уравнение движения:

$$\frac{\partial(\rho_m u_m)}{\partial t} + \nabla(\rho_m u_m \otimes u_m + \rho_m \mathbf{T}_r) = -\nabla p + \nabla \cdot \mathbf{T} + \rho_m g - \nabla \cdot \mathbf{B}, \quad (3)$$

где  $\mathbf{B} = \bar{\rho}_m (\overline{u_m \otimes u_m} - \bar{u}_m \otimes \bar{u}_m) = \frac{2}{d} K_t \mathbf{I} - 2\mu_t \mathbf{S}_m$  – подсеточный тензор, отвечающий за мелкомасштабные структуры, которые нужно моделировать, где  $g$  – ускорение под действием силы тяжести;  $\mathbf{T}$  – тензор напряжений газовой фазы;  $t$  – время;  $p$  – давление.

Уравнение энтальпии:

$$\begin{aligned} \frac{\partial(\rho_m h_m)}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho_m h_m u_m) + \nabla \cdot (q - \mathbf{T} \cdot u_g) = \frac{\partial p}{\partial t} - \frac{\partial(\rho_m K_m)}{\partial t} - \\ - \nabla \cdot (\rho_m K_m u_m) + \rho_m (g \cdot u_m) - \nabla \cdot (Q + Q_K), \end{aligned} \quad (4)$$

где  $Q = \bar{\rho}_m (\overline{h_m u_m} - \bar{h}_m \bar{u}_m) = -\frac{\mu_t}{Pr_t} \nabla \bar{h}_m$ ,  $Q_K = \bar{\rho}_m (\overline{K_m u_m} - \bar{K}_m \bar{u}_m) = -\frac{\mu_t}{Pr_t} \nabla \bar{K}_m$  описывают вклад подсеточных турбулентных масштабов;  $Pr_t$  – турбулентное число Прандтля;  $\mu_t$  – турбулентная вязкость;  $h_m$  – энтальпия смеси газовой;  $q = -k_g \Delta T$  – тепловой поток в газовой фазе. Здесь  $k_g = \sum_{i=1}^I \chi_i k_i$ ;  $k_i$  – проводимость  $i$ -го компонента;  $T$  – температура;  $K_m = \frac{1}{2} [u_m]^2$  – кинетическая энергия на единицу массы газовой фазы.

Уравнение температуры:

$$T = \frac{h_m}{\frac{1}{\rho_m} \sum_{i=1}^I \rho_i C_i + \frac{1}{\rho_m} \sum_{i=1}^I \rho_i R_i}, \quad (5)$$

где  $C_i$  – удельная теплоемкость газовой фазы при постоянном объеме.

Уравнение давления:

выполняется уравнение состояния идеального газа:

$$P = \frac{R_*}{M_{rd}} \rho_d T + \frac{R_*}{M_{rw}} \rho_w T = R_* T \left( \frac{\rho_d}{M_{rd}} + \frac{\rho_w}{M_{rw}} \right), \quad (6)$$

где  $R_* = 8,3144598$ ,  $M_{rd} = \sum_{\alpha}^{N_{\alpha}} S_{\alpha} M_{r\alpha}$ ,  $M_{rw} = \sum_{\beta}^{N_{\beta}} S_{\beta} M_{r\beta}$ .

Начальные условия:

$$u_i(x_1, x_2, x_3, t=0) = u_0(x_1, x_2, x_3), \quad (x_1, x_2, x_3) \in G,$$

$$u_i(x_1, x_2, x_3, t=0) = 0, \quad (x_1, x_2, x_3) \notin G,$$

$$T(x_1, x_2, x_3, t=0) = T_1, \quad (x_1, x_2, x_3) \in G,$$

$$T(x_1, x_2, x_3, t=0) = T_0, \quad (x_1, x_2, x_3) \notin G,$$

$$S_\alpha(x_1, x_2, x_3, t=0) = \frac{\rho_\alpha}{\rho_m}, \quad \alpha = 1, \dots, N_\alpha, \quad S_\beta(x_1, x_2, x_3, t=0) = \frac{\rho_\beta}{\rho_m}, \quad \beta = 1, \dots, N_\beta.$$

Граничные условия:

$$\frac{\partial u_i}{\partial n} = 0, \quad \frac{\partial S_\alpha}{\partial n} = 0, \quad \frac{\partial S_\beta}{\partial n} = 0, \quad \frac{\partial T}{\partial n} = 0, \quad i = 1, 2, 3, \quad \alpha = 1, \dots, N_\alpha, \quad \beta = 1, \dots, N_\beta.$$

**Численный метод.** Трехмерное численное моделирование уравнений (1) – (6) с указанными начальными и граничными условиями проведено на основе метода конечных объемов на неструктурированной сетке с использованием библиотеки классов OpenFOAM для языка C++. Дифференциальные уравнения в частных производных интегрировались по объему произвольной ячейки. Для перевода объемных интегралов в поверхностные применялась теорема Гаусса–Остроградского. Интегрирование по времени проводилось с помощью схемы Кранка–Николсона при числе Куранта 0,5. Для обеспечения устойчивости численного расчета применялись неявные схемы как для конвективных, так и для диффузионных слагаемых. Для связывания полей скорости и давления, а также для выполнения закона сохранения массы использовалась процедура PISO [6].

**Результаты моделирования.** РН «Протон-М» была запущена с космодрома «Байконур» в 01 ч 43 мин 10 с по времени Москвы. Отделение первой ступени РН произошло штатно. Ступень приземлилась в заданном районе падения. На 140.837 (от ОТП) секунде полёта в соответствии с аварийной циклограммой зафиксировано отключение двигателя 2-й ступени, и связка, состоящая из второй и третьей ступеней, разгонного блока и космического аппарата упала на территорию Улытауского района Карагандинской области. При этом разрушение падающей конструкции произошло в воздухе. На месте аварийного падения 2-й ступени произошел взрыв и образовалась воронка диаметром 44,6 м, глубиной 17 м. Высота бруствера около 3 м [7].

Метеопараметры на момент взрыва: температура воздуха – 8,0 °С, влажность – 49 %, атмосферное давление – 732,7 мм рт.ст., направление ветра – 90°, скорость ветра – 1 м/с. Параметры взрыва: остаток компонентов ракетного топлива (КРТ) на момент взрыва (НДМГ + АТ) – 157,3 т, мощность взрыва – 32,345 т (рассчитана по остатку КРТ), энергия взрыва – 135,332·10<sup>9</sup> Дж.

Согласно результатам моделирования в начальный момент времени температура вихревого кольца велика – 3200 К, и в течение 20 с падает до 470 К за счет адиабатического расширения и турбулентного перемешивания нагретого воздуха облака и холодного воздуха окружающей среды. За счет энергии взрыва за 50 с облако достигает в высоту отметки 709,3 м, его объем при этом увеличивается до 1·10<sup>7</sup> м<sup>3</sup>. Рост объема облака приводит к значительному уменьшению концентрации газовых компонентов. Динамика распространения поля концентрации смеси и поля температуры представлена на рисунке 2. Графики изменения температуры и концентраций газовых компонент в облаке показаны на рисунке 3.



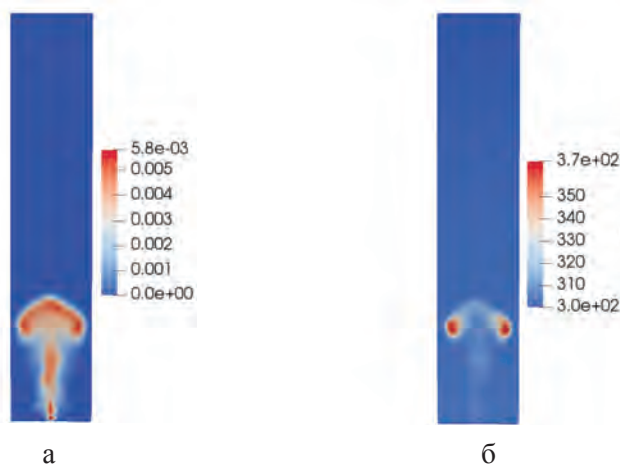


Рисунок 2 – Динамика распространения поля концентрации смеси (а) и поля температуры (б) при  $t = 25$  с

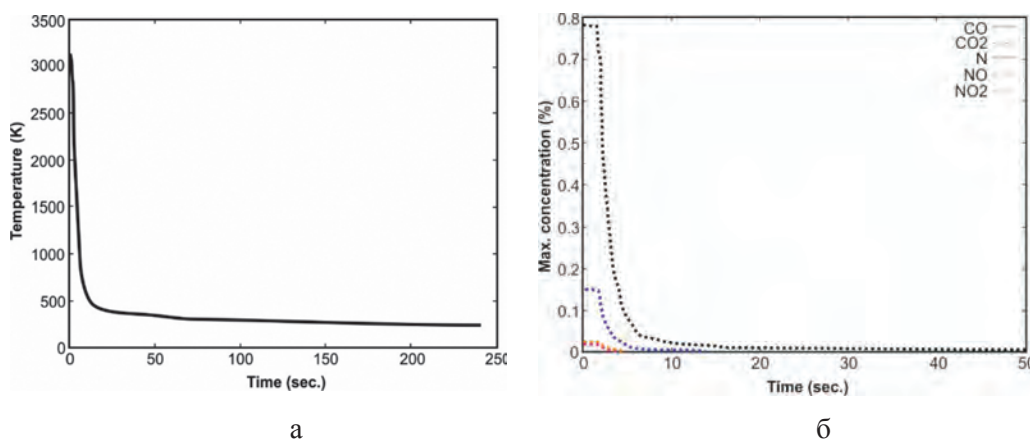


Рисунок 3 – Изменение температуры (а) и концентрации газовых компонентов в интервале времени 0 – 50 с (б)

**Закключение.** Итак, рассмотрена математическая модель формирования облака при наземном взрыве ракеты-носителя. Модель основана на трехмерном отфильтрованном нестационарном уравнении Навье–Стокса, уравнениях неразрывности, концентрации, энтальпии, состояния для сжимаемых сред. Для замыкания основных уравнений использовалась вязкостная модель турбулентности. Приведен пример моделирования образования облака при аварии ракеты-носителя «Протон-М» 6 сентября 2007 г. Получены размеры облака, изменение его температуры и объема, расчетные концентрации газовых составляющих облака. Эта математическая модель может быть использована для получения оперативных данных в первое время после аварии ракеты-носителя и экологической оценки влияния облака на окружающую среду.

Источник финансирования – бюджетная программа 217 «Развитие науки», подпрограмма 102 «Грантовое финансирование научных исследований» (2015 – 2017 гг.).

## ЛИТЕРАТУРА

1 Создание комплексной системы мониторинга, оценки, прогнозирования и контроля экологической обстановки в районах космической деятельности. Формирование структуры базы данных для СЭМК в части результатов наблюдений за функционированием технологических подсистем, результатов экспедиционных работ в районе падения. Разработка эколого-прогностических моделей развития нештатных ситуаций на АУТ: отчет о НИР / Институт космических исследований МОН РК. – Алматы, 2001. – 23 с.

2 Sutton O.G. The Atom bomb as an experiment in convection // *Weather*. – 1947. – V. 2, N 4. – P. 20.

3 Machta L. Entrainment and the maximum height of an atomic cloud // *Bull. Amer. Meteor. Soc.* – 1950. – V. 31, N 6. – P. 215–216.

4 Stankova E.N., Zatevakhin M.A. Numerical simulation of cloud dynamics and microphysics. *Computational science-ICCS 2003 // International Conference Melbourne, Australia and St. Petersburg, Russia, June, Proceedings, Part 2, Springer, in series Lecture notes in computer science.* – 2003. – Vol.265. – P. 171-178.

5 Онуфриев А.Т. Теория движения вихревого кольца под действием силы тяжести. Подъем облака атомного взрыва // *ПМТФ*. – 1967. – № 2. – С. 3-15.

6 Issa R.I., Gosman A.D. and Watkins A.P. The computation of compressible and incompressible recirculating flow by a non-iterative implicit scheme // *Journal of Computational Physics*. – 1986. – N 62. – P. 66-82.

7 Отчет по оценке экологических последствий аварии РН «Протон-М» с КА «Джей Си Сат-11», запущенной 06 сентября 2007 года с космодрома «Байконур», на территории Карагандинской области Республики Казахстан: отчет о НИР/ ДГП «Инфракос-Экос», ФГУП «ЦЭНКИ». – Алматы, 2007. – 75 с.

**Ш. А. ДЖОМАРТОВА<sup>1</sup>, Т. Ж. МАЗАКОВ<sup>2</sup>, Н. Т. ИСИМОВ<sup>2</sup>, А. Т. МАЗАКОВА<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Казахский национальный университет имени аль-Фараби

<sup>2</sup>Институт информационных и вычислительных технологий

## **ПРОГРАММА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ**

*Статья посвящена созданию автоматизированной системы прогнозирования в реальном времени. Для регрессионной модели разработана программа, позволяющая в реальном времени прогнозировать значение выходного параметра за счет избавления пересчета результатов от начала отсчета и отсутствия необходимости обращения матриц.*

**Ключевые слова:** прогнозирование, критерий, реальное время, регрессия, обращение матрицы.

*Жұмыс нақты уақытта болжаудың автоматтандырылған жүйесін әзірлеуге арналған. Санақ басталған мезеттен бастап мәліметтерді қайта есептеуден арылу мен матрица айналымының жоқтығының есебінен шығыс параметрінің мәнін нақты уақытта болжауға мүмкіндік беретін регрессивті модель үшін бағдарлама әзірленген.*

**Кілттік сөздер:** болжау, критерий, нақты уақыт, регрессия, матрицаның айналымы.

*The work is devoted to the development of a real-time forecasting automated system. The program is developed for regression model, which allows you to predict the value of the output parameter in real time by eliminating the recalculation of data from the origin and the need for matrix inversion.*

**Keywords:** forecasting, criterion, real time, regression, matrix inversion.

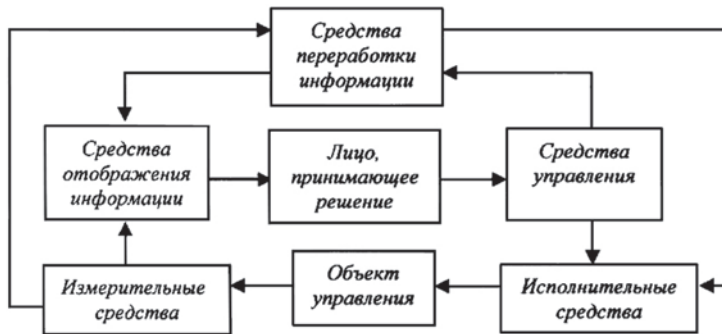
В современных информационных системах актуальным становится выполнение операций в реальном режиме времени и в условиях параллелизма. Для систем реального времени (СРВ) в работе [1] дается определение, что это «...автоматизированные системы с жесткими ограничениями на временные характеристики работы. Формально это условие может быть записано в виде:

$$T_{\min} < T < T_{\max},$$

где  $T$  – некоторая временная характеристика (например, время реакции на внешнее событие, длительность выполнения какой-либо операции, момент наступления какого-либо события и т.п.);  $T_{\min}$  и  $T_{\max}$  – предельно допустимые значения (границы) этой характеристики. Выход за эти границы считается отказом в работе СРВ...». Это определение позволяет понять является ли исследуемая система СРВ. Разработка программного обеспечения для таких систем достаточно сложна, так как жесткие временные ограничения СРВ сложно анализировать и находить ошибки в работе таких систем.

Программное и информационное обеспечение, комплекс технических средств являются основными составляющими систем реального времени. Лицо, принимающее решение (ЛПР), должно знать о состоянии объекта управления и возмущениях внешней среды. Такую информацию можно получить с помощью измерительных приборов, которые являются источниками информации. Средства управления на основе алгоритма принятия решения формируют управляющее воздействие, передающееся на исполнительные средства. А они непосредственно воздействуют на объекты управ-

ления, изменяют их параметры. Для обратной связи, чтобы ЛППР могло участвовать в процессе принятия решения, средства отображения информации визуализируют полученные данные от измерительных средств. Таким образом ЛППР может следить за состоянием объекта и внешней среды, а также управлять, воздействуя на исполнительные средства и средства переработки информации с помощью систем управления. Так как описанные части системы реального времени могут быть распределенными на значительной территории, то необходимы специальные технические устройства для связи и передачи данных, обладающие высокой скоростью. На рисунке схематически представлена структура технических средств системы реального времени.



Структура комплекса технических средств СРВ

Как видно из рисунка, одной из задач подсистемы «средства переработки информации» является контроль работы системы. Нами предлагается использовать для контроля программу, которая на основе регрессионного анализа прогнозирует ожидаемое значение основного параметра производственного процесса и в случае большого рассогласования с фактическим значением сообщает ЛППР.

Например, если при обработке производственного процесса данные с датчиков поступают с каким-то фиксированным интервалом времени, то с помощью регрессионного анализа может быть предложена следующая схема контроля.

Рассмотрим систему со многими параметрами, задаваемую уравнением

$$y_k = a_1 u_{1,k} + a_2 u_{2,k} + \dots + a_m u_{m,k} + n_k, \quad (1)$$

где  $a_i$  ( $i = 1, \dots, m$ ) – требующие идентификации неизвестные параметры;  $y_k$  – выход системы на  $k$ -м измерительном интервале;  $u_{i,k}$  –  $i$ -й вход системы на этом же интервале, а  $n_k$  – шум измерения.

Уравнение (1) может быть записано в векторной форме

$$y_k = \mathbf{a}^T \mathbf{u}_k + n_k, \quad (2)$$

где

$$\mathbf{a}^T = [a_1, \dots, a_m],$$

$$\mathbf{u}_k = [u_{1,k}, \dots, u_{m,k}]^T.$$

Вектор параметров  $\mathbf{a}$  оценивается таким образом, чтобы оценка  $\hat{\mathbf{a}}_r$  минимизировала критерий  $J_r$ :

$$J_r = \sum_{k=1}^r (y_k - \widehat{\mathbf{a}}_r^T \mathbf{u}_k)^2 . \quad (3)$$

Здесь  $r$  обозначает число измерений. Следовательно, оценка  $\widehat{\mathbf{a}}_r$  должна удовлетворять уравнению

$$\frac{\partial J_r}{\partial \widehat{\mathbf{a}}_r} = 0 , \quad (4)$$

так что

$$\left( \sum_{k=1}^r \mathbf{u}_k \mathbf{u}_k^T \right) \widehat{\mathbf{a}}_r = \sum_{k=1}^r y_k \mathbf{u}_k . \quad (5)$$

Введем обозначения

$$C_r = \sum_{k=1}^r (\mathbf{u}_k \mathbf{u}_k^T), \quad d_r = \sum_{k=1}^r y_k \mathbf{u}_k . \quad (6)$$

Тогда задача нахождения оценки вектора  $\widehat{\mathbf{a}}_r$  сводится к решению системы линейных алгебраических уравнений

$$C_r \widehat{\mathbf{a}}_r = d_r . \quad (7)$$

Как известно, обращение матрицы  $C_r$  требует выполнения  $O(m^3)$  арифметических операций [2]. К тому же после поступления очередной  $(r+1)$ -й порции измерений необходимо заново пересчитывать матрицу  $C_r$ , вектор  $d_r$  и заново решать систему линейных алгебраических уравнений (7).

Следовательно, вычисление оценки по классическому регрессионному методу требует выполнения большого количества арифметических операций, что неприемлемо для систем реального времени.

Введем обозначения [3]

$$\mathbf{P}_r^{-1} = \sum_{k=1}^r (\mathbf{u}_k \mathbf{u}_k^T) .$$

Матрица  $\mathbf{P}_r^{-1}$  обратима только при  $r \geq m$ , где  $m$  – размерность  $\mathbf{u}$ , а  $r$  – число рассматриваемых измерений. При этом уравнение (5) принимает вид

$$\mathbf{P}_r^{-1} \widehat{\mathbf{a}}_r = \sum_{k=1}^r y_k \mathbf{u}_k ,$$

откуда

$$\widehat{\mathbf{a}}_r = \mathbf{P}_r \sum_{k=1}^r y_k \mathbf{u}_k .$$

Матрицу  $\mathbf{P}_r$  можно выразить с помощью следующей рекуррентной формулы:

$$\mathbf{P}_r^{-1} = \sum_{k=1}^{r-1} (\mathbf{u}_k \mathbf{u}_k^T) + \mathbf{u}_r \mathbf{u}_r^T = \mathbf{P}_{r-1}^{-1} + \mathbf{u}_r \mathbf{u}_r^T . \quad (8)$$

Умножая обе части уравнения (8) на  $\mathbf{P}_r$  слева, получаем

$$\mathbf{I} = \mathbf{P}_r \mathbf{P}_{r-1}^{-1} + \mathbf{P}_r \mathbf{u}_r \mathbf{u}_r^T,$$

где  $\mathbf{I}$  – единичная диагональная  $m \times m$ -матрица.

Далее, умножение этого уравнения на  $\mathbf{P}_{r-1}$  справа дает

$$\mathbf{P}_{r-1} = \mathbf{P}_r + \mathbf{P}_r \mathbf{u}_r \mathbf{u}_r^T \mathbf{P}_{r-1}.$$

Если умножить это уравнение на  $\mathbf{u}_r$  справа, то получим

$$\mathbf{P}_{r-1} \mathbf{u}_r = \mathbf{P}_r \mathbf{u}_r + \mathbf{P}_r \mathbf{u}_r \mathbf{u}_r^T \mathbf{P}_{r-1} \mathbf{u}_r = \mathbf{P}_r \mathbf{u}_r (1 + \mathbf{u}_r^T \mathbf{P}_{r-1} \mathbf{u}_r).$$

Дальнейшее преобразование дает

$$\mathbf{P}_r = \mathbf{P}_{r-1} - \mathbf{P}_{r-1} \mathbf{u}_r (1 + \mathbf{u}_r^T \mathbf{P}_{r-1} \mathbf{u}_r)^{-1} \mathbf{u}_r^T \mathbf{P}_{r-1}. \quad (9)$$

Поскольку  $1 + \mathbf{u}_r^T \mathbf{P}_{r-1} \mathbf{u}_r$  – скаляр, при получении  $\mathbf{P}_r$  по рекуррентному соотношению (9) обращение матриц не требуется.

Предлагается в качестве начальной оценки  $\mathbf{P}$  брать

$$\mathbf{P}_0 = \frac{1}{\varepsilon} \mathbf{I}, \quad \varepsilon \rightarrow 0.$$

При переходе от шага  $r$  к  $(r+1)$ -му шагу по формуле (9) необходимо выполнение  $O(m^2)$  арифметических операций, что на порядок меньше, чем при классическом подходе.

Для численного моделирования на языке Delphi написана программа. В качестве входных данных служит файл `ixhod.csv`, который может быть получен экспортированием из таблицы Excel. Данные размещаются построчно в следующем порядке: в первом столбце должен находиться прогнозируемый параметр, а дальше через разделитель (точка с запятой) – все входные параметры.

Расчетные данные выводятся в файл с именем `Prognoz.txt`. Весь исходный ряд разбивается пополам. В первой части происходит настройка, рассчитываются необходимые для вычисления по формуле (9) векторы и матрицы.

Далее для второй части рассчитываются прогнозные данные, которые наряду с исходными результатами выводятся в результативный файл.

В программе реализованы следующие режимы. Выбор режима осуществляется нажатием мыши на соответствующую кнопку. При выборе режима «расчет» обеспечивается выполнение программы. При выборе режима «выход» происходит завершение работы программы.

В качестве модельной задачи представлены данные из таблицы.

№ п/п	У	X1	X2
1	2	3	4
1	13,64	2,55	1,81
2	8,86	0,51	1,89
3	12,08	4,72	0,06
4	7,96	1,99	0,74
5	14,61	4,51	0,83

Окончание таблицы

1	2	3	4
6	9,85	2,83	0,69
7	24,80	3,90	3,76
8	29,81	4,46	4,66
9	16,24	4,47	1,26
10	28,74	4,88	4,13

В таблице выходной параметр в Excel запрограммирован по следующей формуле:  
 $Y = 2,5 \cdot X1 + 4 \cdot X2$ .

Ниже в файле Prognoz.txt представлены результативные данные.

Имя файла d:\isxod.csv

Всего записей в файле 10

I=0 13,64 = 2,55=1,819742763 AN= 3,5441 2,5292

PN= 33742,4352 -47283,0290

PN= -47283,0290 66257,6667

I=1 8,86 = 0,51=1,896378317 AN= 2,4935 4,0015

PN= 0,4524 -0,3672

PN= -0,3672 0,4429

I=2 12,08 = 4,72=0,066175851 AN= 2,5024 3,9942

PN= 0,0417 -0,0357

PN= -0,0357 0,1753

I=3 7,96 = 1,99=0,744790224 AN= 2,5027 3,9945

PN= 0,0390 -0,0386

PN= -0,0386 0,1722

I=4 14,61 = 4,51=0,836102691 AN= 2,5012 3,9948

PN= 0,0263 -0,0360

PN= -0,0360 0,1717

I=5 9,85 = 2,83=0,693293355 AN= 2,5013 3,9949

PN= 0,0242 -0,0367

PN= -0,0367 0,1714

I=6 24,8 = 3,9=3,764129345 AN= 2,5011 3,9963

PN= 0,0234 -0,0286

PN= -0,0286 0,0787

I=7 29,81 = 4,46=4,664629241 AN= 2,5009 3,9979

PN= 0,0230 -0,0251

PN= -0,0251 0,0498

I=8 16,24 = 4,47=1,269460712 AN= 2,5001 3,9985

PN= 0,0190 -0,0223

PN= -0,0223 0,0479

I=9 28,74 = 4,88=4,135867903 AN= 2,5001 3,9986

PN= 0,0190 -0,0224

PN= -0,0224 0,0421

N	parametr y	par x(1)	par x(2)	prognoz y
5	9,850	2,830	0,6933	9,8482
6	24,800	3,900	3,7641	24,7971
7	29,810	4,460	4,6646	29,8032
8	16,240	4,470	1,2695	16,2515
9	28,740	4,880	4,1359	28,7385

Как видно из приведенного расчета, оценочные данные вектора  $\hat{a}_r$  установились уже после второй итерации. По результатам расчетных данных видно, что точность прогноза отличается от фактических данных в третьем знаке после запятой.

Таким образом, для регрессионной модели разработана программа, позволяющая в реальном времени прогнозировать значение выходного параметра за счет избавления пересчета данных от начала отсчета и отсутствия необходимости обращения матриц. На основе решения модельной задачи показана эффективность разработанной программы.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Климентьев К.Е. Системы реального времени. – Самара: Самар.гос. аэрокосм. ун-т, 2008. – 45 с.
- 2 Гантмахер Ф.Р. Теория матриц. – М.: Наука, 1967. – 575 с.
- 3 Лукашин Ю.П. Адаптивные методы краткосрочного прогнозирования временных рядов. – М.: Финансы и статистика, 2003. – 416 с.



**Д. Н. КОМАРОВ<sup>1</sup>, О. С. САЛЫКОВА<sup>2</sup>, Н. А. БАГАНОВ<sup>1</sup>, В. А. МАДИН<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Костанайский инженерно-экономический университет им. М. Дулати

<sup>2</sup>Костанайский государственный университет им. А. Байтурсынова

## **ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ НАЗЕМНЫМИ МОБИЛЬНЫМИ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ**

*Описываются некоторые особенности системы управления наземным мобильным роботом. Рассматриваются структура, функциональный состав информационно-измерительной подсистемы, а также принцип работы системы управления мобильным роботом с элементами интеллектуального поведения.*

**Ключевые слова:** мобильный робот, дистанционное управление, система управления, база знаний, информационно-измерительная система.

*Бұл мақалада жердегі мобильді роботты басқару жүйесіндегі кейбір ерекшеліктері сипатталған. Ақпаратты өлшеуші кіші жүйенің құрылымы, функционалды құрамы, сондай-ақ зияткерлік мінез-құлық элементтері бар мобильді роботты басқару жүйесінің жұмыс принципі қарастырылады.*

**Кілттік сөздер:** мобильді робот, қашықтықтан басқару жүйесі, басқару жүйесі, білім базасы, ақпараттық-өлшеу жүйесі.

*This article describes some of the distinctive features of the ground mobile robot control system. The structure, functional composition of the information-measuring subsystem, as well as the operation principle of the mobile robot control system with elements of intellectual behavior are considered.*

**Keywords:** mobile robot, remote control, control system, knowledge base, information-measuring system.

В настоящее время полным ходом идут исследования в области создания мобильных робототехнических систем наземного, воздушного и морского базирования. Активно развиваются новые технологии в робототехнике в части увеличения надежности систем управления, помехозащищенности каналов связи, повышения автономности и дальности действия, безопасности применения. Современные робототехнические системы представляют собой, как правило, мобильные электромеханические и гидравлические платформы с телеуправлением. Такие роботы широко применяются полицией, органами государственной безопасности, аварийно-спасательными службами, силами пограничной и таможенной службы.

Специфика операций, условия эксплуатации и функциональное назначение мобильного робота определяют его конструктивные особенности, степень сложности системы управления, массогабаритные характеристики и состав специального оборудования.

К мобильному роботу зачастую предъявляются следующие общие требования [1]:

робот должен иметь высокие подвижность и проходимость в городских условиях, внутри зданий и сооружений, в зонах разрушений, на пересеченной местности как на твердых гладких покрытиях, так и на деформируемых грунтовых основаниях;

робот должен надежно действовать как в неподготовленных естественных условиях, так и в среде, специально приспособленной для обитания человека (внутри до-

мов, в транспортных коммуникациях), вписываться в городские транспортные потоки или двигаться в составе транспортных колонн;

конструкция робота должна обеспечивать его высокую мобильность и быстрое развертывание при выполнении спецопераций.

Для решения указанных задач имеются следующие основные группы мобильных роботов [2]:

**Мобильные робототехнические комплексы (МРК)** — универсальные наземные роботы, предназначенные для действий на объектах транспорта, промышленности, городской инфраструктуры и т.д., на открытой слабопересеченной местности.

**Специальные робототехнические комплексы** – роботы, способные перемещаться по вертикальным и наклонным поверхностям промышленных объектов и транспортных средств, а также в трубопроводах и узких местах.

**Малогобаритный дистанционно пилотируемый летательный аппарат (МДП-ЛА)** — воздушный робот для проведения разведки на открытой, сильно пересеченной местности, в горах, в городе.

Мобильный робототехнический комплекс – это самый распространенный вид мобильных роботов. В него входят устройства самого разного класса – от миниатюрных разведывательных и исследовательских роботов до огромных машин на платформе танка или экскаватора. Соответственным образом различается и набор задач, выполняемых этими роботами, а следовательно, различаются и системы управления.

В состав установленных на роботах комплексов приборов и оборудования входят (рисунок 1):

- навесное оборудование;
- система освещения;
- двигатель;
- приводы;
- система связи;
- пост управления;
- система очувствления;
- система управления;
- энергоустановка.

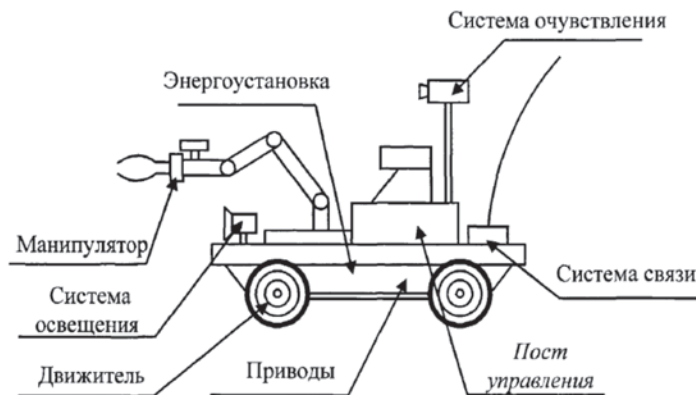


Рисунок 1 – Обобщенная структура мобильного робототехнического комплекса

Общей особенностью МРК в сравнении, например, с МДПЛА можно назвать очень богатое периферийное оснащение – такие роботы могут оснащаться одним или несколькими манипуляторами, щупами, разнообразными датчиками, устройствами подрыва мин, стрелковым вооружением и т.д. Кроме того, для обзора исследуемой местности в распоряжении оператора могут находиться несколько камер, обеспечивающих круговой обзор, системы ночного видения, дальномеры, тепловизоры и даже рентгенографические установки.

Зачастую такие мобильные комплексы имеют развитое адаптивное управление приводами и механизмами, но лишены модуля интеллектуального управления и являются, по сути, дистанционно-управляемыми аппаратами, выполняются в виде шасси с системой телеуправления и манипулятором, на котором в зависимости от поставленной задачи может в различных комбинациях устанавливаться необходимое оборудование.

Важнейшим компонентом любой робототехнической системы является система управления. Она обеспечивает управление движением и работой технологического оборудования, а также адаптивное управление ходовой частью и энергетической установкой с учетом взаимодействия транспортной системы с окружающей средой. Именно развитие систем управления определяет развитие робототехнических комплексов в целом и, в частности, легло в основу классификации мобильных роботов по поколениям.

По степени автономности в выполнении поставленных задач можно выделить три поколения мобильных роботов [3]:

к роботам первого поколения относятся телеуправляемые аппараты;

второе поколение роботов отличает самостоятельное выполнение чисто механических операций по заранее составленной программе;

третье поколение отличается максимальной самостоятельностью в принятии решений.

Робот третьего поколения (или интеллектуальный робот) самостоятельно строит модель внешней среды, анализируя показания установленных на нем датчиков, выбирает подцели и достигает их.

К робототехническим системам третьего поколения можно отнести и мобильных роботов, функционирующих в недетерминированной среде.

Одной из важных задач, решаемой роботом, является управление движением при перемещении из заданной точки А в конечную точку В [4]. В решении этой задачи наиболее ярко проявляется отличие системы управления наземного робота от подводного или летательного аппарата. Наземный робот почти всегда действует в недетерминированной, динамически изменяющейся окружающей среде. Поверхность, по которой движется робот, очень неоднородна, она может динамически изменяться. Например, один и тот же участок местности может быть пригоден для движения в определенный момент времени, но через некоторое время быть абсолютно непроходимым после дождя или в результате взрыва снаряда в этой точке. И если для воздушных и подводных аппаратов в задаче исследования какого-либо участка и составлении карты местности задание траектории движения сводится к простейшим схемам перемещения (рисунок 2), то очевидно, что для наземного робота такая траектория неприменима и необходимо использовать адаптивные системы управления движением.

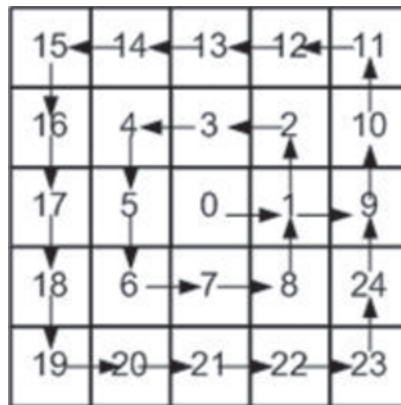


Рисунок 2 – Траектория движения робота при составлении карты местности

Для функционирования в недетерминированных условиях решающее значение имеет информация, которую робот получает при помощи разнообразных сенсоров. Для этого мобильные роботы оснащаются спутниковыми, инерциальными и одометрическими датчиками, ультразвуковыми, инфракрасными и лазерными дальнометрами, телевизионными системами зрения. Наиболее богатую, но и наиболее трудно поддающуюся анализу информацию поставляют видеокамеры.

На рисунке 3 показана общая функциональная схема системы управления движением исполнительными устройствами робота с использованием сенсорной информации о внешней среде [5]. Основные сенсорные системы — это системы технического зрения и близкие им сканирующие локационные системы (радиотехнические, лазерные, ультразвуковые), системы силомоментные, тактильные. Они позволяют создать для управления движением робота общую обратную связь по перемещению, по силе воздействия и различным параметрам внешней среды, информация о которых необходима при выполнении роботом конкретных технологических операций.

На приведенной схеме можно выделить пять уровней управления:

первый, (нижний) — это управление отдельными степенями подвижности, т. е. приводами;

второй — совместное программное управление приводами степеней подвижности;

третий — тоже совместное, но адаптивное управление приводами;

четвертый — синтез плана выполнения действий, заданных человеком-оператором, а также возможных действий, инициируемых на этом уровне самим роботом для обеспечения его внутренних функций;

пятый (верхний) — уровень обработки сенсорной информации и синтеза с ее помощью модели внешней среды и модели самого робота, включая программы выполняемых им типовых операций.

Конечно, задача полностью автономного движения и функционирования наземного робота, работающего на открытой местности, не решена до сих пор. Все действия производятся под контролем человека-оператора, функциями которого являются выдача заданий на выполнение определенных операций, оказание в диалоговом режиме помощи в выполнении отдельными уровнями своих функций и контроля за

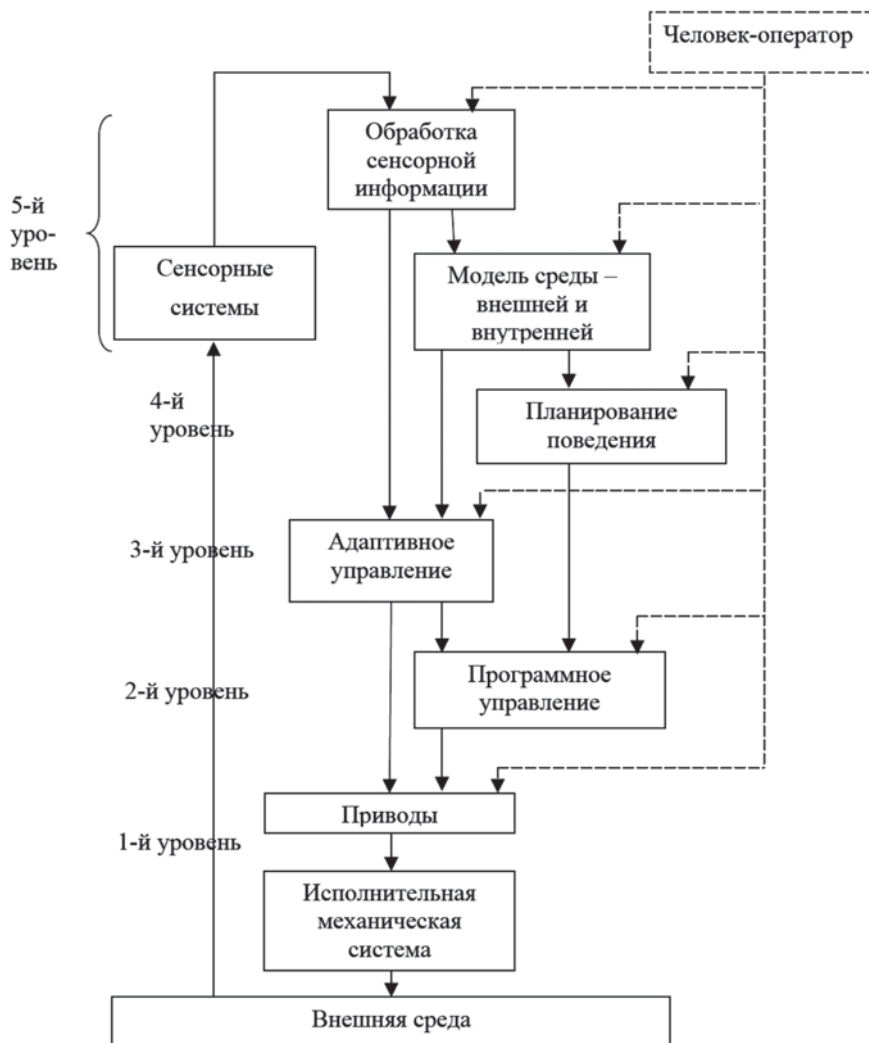


Рисунок 3 – Функциональная схема системы сенсорного управления роботом

ними, а также оперативное взятие на себя функций любого уровня вплоть до управления отдельными приводами. Это может потребоваться, когда робот автономно не может выполнить какую-то сложную операцию либо в аварийных ситуациях. Выдача человеком-оператором заданий может осуществляться в различной форме в зависимости от того, какие уровни должны быть при этом задействованы.

В приведенной схеме информационно-измерительная подсистема (ИИП) осуществляет основные задачи управления мобильным роботом, которые относятся к различным уровням – мониторинг состояния исполнительных узлов робота, выполнение команд оператора, анализ сенсорной информации, управление поведением и принятие решений в процессе функционирования. Подсистема управления движением осуществляет контроль состояния приводов, обеспечивает корректировку траектории движения мобильного робота в соответствии с командами ИИП. Подсистема

обработки сенсорной информации выполняет распознавание образов и их ассоциаций от систем технического зрения, обработку данных с датчиков, предоставляя ИИП информацию в доступной форме для последующей обработки. Через интерфейс связи с оператором осуществляется передача данных от мобильного робота к человеку в удобном для анализа виде, передача исполнительных команд системе управления.

Очевидно, что совокупность поставленных перед ИИП задач требует применения интеллектуального механизма хранения, использования и пополнения знаний. Таким механизмом может быть экспертная система (ЭС) – программное средство, использующее экспертные знания для обеспечения высокоэффективного решения неформализованных задач в узкой предметной области [6].

Рассматривая систему управления наземным роботом, мы должны обратить внимание на один интересный момент: по сути, управление роботом осуществляют две “головы” – человек-оператор и ИИП самого робота. И здесь возникает зачастую нетривиальная задача баланса управляющих воздействий. С одной стороны, человек-оператор имеет безусловный приоритет и может вмешаться в управление роботом даже на самом низком уровне, с другой – должна обеспечиваться определенная защита робота от некорректных действий оператора, робот обязан информировать человека о неосторожных и приводящих к опасным результатам его действиях.

Таким образом, современное развитие систем управления наземными роботами идет по пути создания все более интеллектуальных систем, которые предполагают автоматические режимы действия робота, помещенного в рабочей зоне. При этом функционированием робота управляет ИИП по адаптивно изменяющейся программе. И лишь в особо ответственных или аварийных случаях робот переходит на супервизорное, диалоговое или командное управление от оператора.

## ЛИТЕРАТУРА

- 1 Подураев Ю.В. Основы мехатроники: Учебное пособие. – М.: МГТУ «СТАНКИН», 2000. – 80 с.
- 2 ГОСТ Р 54344-2011 «Мобильные робототехнические комплексы для проведения аварийно-спасательных работ и пожаротушения».
- 3 Петров В.Ф., Терентьев А.И., Блохин Ю.В., Демьянов В.В. Программно-аппаратный комплекс управления автономным движением мобильного робота // Известия ТулГУ. Технические науки. – 2012. – Вып. 11, ч. 2. – С. 4–8.
- 4 Мартыненко Ю.Г., Кобрин А.И., Гусев Д.М. и др. Управление автономным движением мобильного робота // МЭИ. Докл. науч. школы-конференции «Мобильные роботы и мехатронные системы». 7-8 декабря 1999 г. – М.: Институт механики МГУ, 1999. – С.58–80.
- 5 Юевич Е.И. Управление роботами и робототехническими системами: Учебное пособие. – СПб., 2000. – 171с.
6. Хабаров С.П. Экспертные системы. – Режим доступа: [http://firm.trade.spb.ru/serp/main\\_es.htm](http://firm.trade.spb.ru/serp/main_es.htm)

**М. М. ОРЫНБЕТ, И. А. БАЗАНОВА**

*Сәтбаев Университеті*

## **СТРУКТУРНЫЙ СИНТЕЗ РЕГУЛЯТОРА НАТЯЖЕНИЯ ЛЕНТЫ НА ОСНОВЕ ИДЕИ СТАЦИОНАРИЗАЦИИ**

*Предлагаются системы автоматического регулирования с жесткой структурой и высокой точностью, слабо чувствительные к изменениям переменных параметров, основанные на идее метода стационаризации.*

**Ключевые слова:** жесткая структура, высокая точность, слабо чувствительны, переменный параметр, метод стационаризации.

*Жоғары дәлдіктегі қатаң құрылымы бар автоматтандырылған басқару жүйесі ұсынылған, стационарлық әдіс идеясына негізделген айнымалы параметрлердің өзгеруіне нашар сезімталды.*

**Кілттік сөздер:** қатты құрылым, жоғары дәлдік, әлсіз сезімтал, айнымалы параметр, стационарлық әдіс.

*It proposed an automatic control system with a rigid structure with high precision, not very sensitive to changes in variables, based method, the idea is not stationary.*

**Keywords:** rigid structure, high accuracy, weakly sensitive, variable parameter, stationary method.

Системы автоматического управления, у которых параметры и характеристики меняются в процессе работы системы, относятся к классу систем с переменными параметрами. Характер изменения параметров во времени может быть самым различным. Изменение параметров может быть обусловлено, с одной стороны, внешними возмущениями, действующими на объект, а с другой – параметры могут меняться в процессе работы объекта. Если элементы с переменными параметрами находятся в цепи регулирования, то переменность параметров можно рассматривать как внутреннее возмущающее воздействие. Если же параметры объекта меняются существенно в зависимости от внешних возмущений, которые действуют непосредственно на объект, то рассматривать их нужно как внешние возмущающие воздействие [1–5].

Такая ситуация возникает в лентопротяжных механизмах (ЛПМ). В качестве примера можно указать на момент инерции и радиус рулона намотки катушечного накопителя, которые изменяются в процессе работы ЛПМ. В связи с чем ЛПМ необходимо рассматривать как объекты с переменными параметрами. Таким образом, возникает вопрос: нельзя ли синтезировать такие системы регулятора натяжения ленты (РНЛ), которые были бы по своим свойствам эквивалентны самонастраивающимся системам, или же сделать так, чтобы переменные параметры не оказывали влияния на динамические свойства системы стабилизации. Говоря другими словами, поставленную задачу можно сформулировать следующим образом: найти такие структуры и выбрать такие параметры системы, которые обеспечивали бы высокую точность, малую чувствительность к переменным параметрами и при этом сохраняли устойчивый режим работы. В ТАУ объектами с переменными параметрами существует ряд эффективных методов формирования систем повышенной точности (метод замороженных параметров, регуляторы жесткой структуры и др.)



Однако эти методы широко не применяются при разработке РНЛ, поэтому представляют интерес вопросы повышения точности систем на основе указанных методов с учетом особенности рассматриваемых систем. Анализ РНЛ подающего узла показал, что его можно отнести к линейным системам с переменными параметрами, причем их изменение происходит достаточно медленно за время работы ЛМП. Основным условием применимости указанных методов является то, что время переходного процесса должно быть меньше времени, за которое происходит изменение параметров, что принципиально возможно.

Пусть переменные параметры лентопротяжного механизма – момент инерции  $I(t)$  и радиус рулона намотки  $R(t)$  не представляется возможным измерить. На практике это обстоятельство возникает при ограничении габаритов технических систем или из-за сложности ее технической реализации. Как и ранее, поставленную задачу можно сформулировать следующим образом. Найти структуру РНЛ, в которой динамические свойства всей системы в целом, или найти структуру, динамические свойства которой нечувствительны к изменяющимся во времени параметрам отдельных звеньев.

Структурная схема РНЛ рассматриваемой системы показана на рисунке 1 [5].

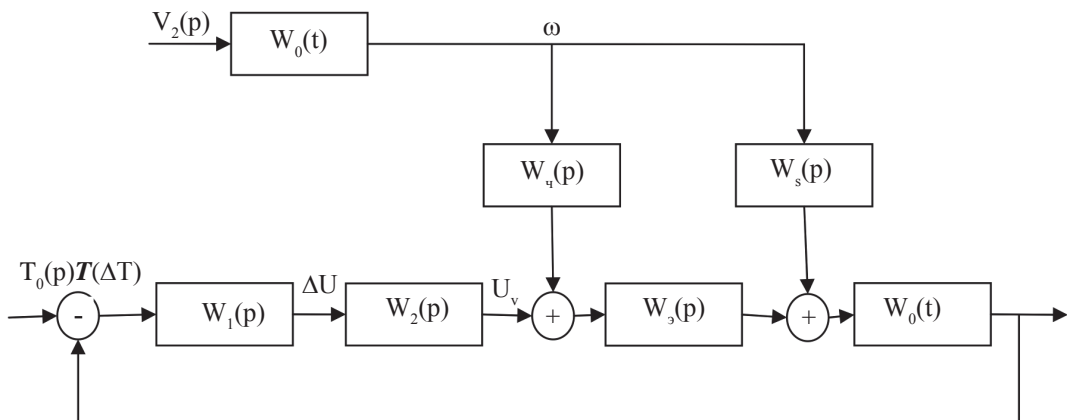


Рисунок 1 – Структурная схема РНЛ

Решение задачи формирования структур, допускающих неограниченное увеличение коэффициентов усиления прямой цепи  $K \rightarrow \infty$  без нарушения устойчивости и нечувствительных к изменениям во времени параметрам, дает возможность построить высокоточные, быстродействующие системы регулирования [6, 9].

На закон изменения параметров во времени накладываются единственные ограничения, а именно требуется, чтобы они изменялись в конечном диапазоне:

$$R_{min} < R(t) < R_{max} \quad (1)$$

$$I_{min} < I(t) < I_{max} \quad (2)$$

Для общности будем предполагать, что в рассматриваемой структуре доступна измерению только выходная величина  $X(t)$  (рисунок 2), где  $W_1(p)$ ,  $W_2(p)$ ,  $W_3(p)$ ,  $W_0(t)$  – передаточные функции соответственно датчика натяжения ленты, усилителя, привода



и катушечного накопителя;  $K_{\theta}(t)$  – переменный коэффициент передачи возмущающего воздействия на объект;  $W_y(p)$  – передаточная функция усилителя коррекции;  $W_k(p)$  – передаточная функция стабилизирующего устройства:

$$W_y(p) = K_y = A_y, \tag{3}$$

$$W_k(p) = \frac{K_k}{T_k p + 1} = \frac{A_k}{B_k(p)}. \tag{4}$$

Систему дифференциальных уравнений запишем в символической форме (см. рисунок 2):

$$\varepsilon_1 = X_{эм} - X_{облх}, \tag{5}$$

$$X_1 = \frac{K_1}{B_1(p)} \varepsilon_1, \tag{6}$$

$$\varepsilon_2 = X_1 - X_{к2}, \tag{7}$$

$$X_{к1} = K_y \varepsilon_2 \tag{8}$$

$$X_{к2} = \frac{K_k}{B_k(p)} X_{к1}, \tag{9}$$

$$X_2 = K_2 X_{к1}, \tag{10}$$

$$X_3 = \frac{K_3}{B_3(p)} X_2, \tag{11}$$

$$X_5 = X_3 + X_4, \tag{12}$$

$$X_4 = K_{\theta}(t) X_5, \tag{13}$$

$$X_{облх} = \frac{1}{R(t)} X_5. \tag{14}$$

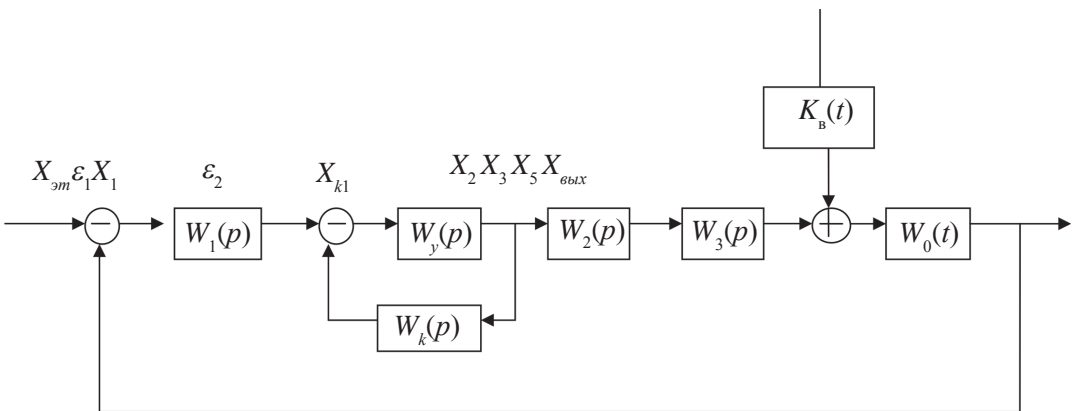


Рисунок 2 – Структурная схема скорректированного РНЛ

Исключая из системы промежуточные переменные, получаем следующее уравнение относительно  $X_{эм}$ ,  $X_{вых}$ ,  $X_6$ :

$$\begin{aligned} & \{B_1(p)B_3(p)[B_k(p) + K_k K_y]R(t) + K_1 K_2 K_3 K_y B_k(p)\} X_{вых} = \\ & = K_1 K_2 K_3 K_y B_k(p) X_{эм} + B_1(p)B_3(p)[B_k(p) + K_k K_y] K_6(t) X_6. \end{aligned} \quad (15)$$

Без ограничения общности допустим:  $K_2 = K_y$ ,  $K^2 = K_k K_y$ . Поделим уравнение (15) на  $K^2$  и устремим его в бесконечность  $K^2 \rightarrow \infty$ . Тогда в пределе получим

$$K_1 K_3 B_k(p) X_{вых} = K_1 K_3 B_k(p) X_{эм}. \quad (16)$$

Получим вырожденное линейное уравнение первого порядка с постоянными параметрами. Такое уравнение соответствует идеальному воспроизведению задания  $X_{эм}$ . Из формулы (16) следует

$$\frac{X_{вых}}{X_{эм}} = \frac{K_1 K_3 B_k(p)}{K_1 K_3 B_k(p)} = 1. \quad (17)$$

Вырожденное уравнение будет всегда устойчивым и в соответствии с ним переходная функция  $t_p = 0$ .

Из выражения (16) также видно, что переменные параметры не оказывают влияния на процессы регулирования в вырожденной системе. Необходимо установить, как влияют на устойчивость отбрасываемые члены уравнения (15) при переходе к пределу. Если переменные параметры уравнения (15) меняются медленно и в пределах переходного процесса их можно считать постоянными, то задача сводится к случаю с постоянными параметрами [6, 9].

Легко показать, что если нескорректированная структура регулятора описывается дифференциальным уравнением  $n$ -го порядка, то требуется внести  $n$  усилителей, из которых  $n - 1$  следует охватить стабилизирующими устройствами первого порядка [6].

Таким образом, при заданной математической модели системы путем увеличения коэффициента усиления  $K \rightarrow \infty$  и введения стабилизирующего контура обеспечиваются устойчивость и заданное качество регулятора при наличии звеньев с переменными параметрами при изменении их в конечном диапазоне. Фактически этот подход позволяет навязывать исходной нестационарной системе свойства стационарной системы с желаемыми динамическими характеристиками. В основу РНЛ жесткой структуры (см. рисунок 2) положен принцип регулирования по отклонению, который реализуется через главную обратную связь.

## ЛИТЕРАТУРА

1 Orynbet, G. Bayandina, G. Tolebayeva Building optimal boundary control by the successive approximations method // IAPGOŠ. – 2014. – N1. – P. 24-26.

2 Орынбет М.М., Оспанбеков К.Б. Математическая модель напряженно-деформированного состояния ленточного подшипника конечной и бесконечной ширины // Вестник НИА РК. – 2015. – №1(55). – С. 79-87.

3 Орынбет М.М., Бурлибай А.А. Метод расчета оптимальной программы граничного управления для одного класса объектов с распределенными параметрами // Вестник НИА РК. – 2015. – №3(57). – С. 33-38.

4 Орынбет М.М., Эсембаай Э.А. Численный метод решения задачи оптимального граничного управления конфигурацией ленты в самогенерирующих ленточных подшипниках // Вестник НИИ РК. – 2016. – №4(62). – С. 54.-61.

5 Орынбет М.М. Принцип построения и анализ точности функционирования регулятора натяжения ленты подающего узла // Вестник НИИ РК. – 2017. – №2(64). – С. 22-28.

6 Мееров М.В. Синтез структур автоматического регулирования высокой точности. – М.: Наука, 1967. – 424 с.

7 Соколов Н.И. Об управлении нестационарными объектами с помощью регуляторов жесткой структуры с постоянными параметрами // Труды МАИ. – 1972. – Вып. 240. – С.5-11.

8 Соколов Н.И., Рутковский В.Ю., Судзиновский И.Б. Адаптивные системы автоматического управления летательными аппаратами. – М.: Машиностроение, 1988. – 208 с.

---

---

## МЕХАНИКА И МАШИНОСТРОЕНИЕ

ӘОЖ 624.131.533

**А. С. КАДЫРОВ, Б. Д. СУЛЕЕВ, И. В. ГЕОРГИАДИ**

*Қарағанды мемлекеттік техникалық университеті*

### **ЖЕР ҚАЗАТЫН МАШИНАЛАРДЫҢ ЖҰМЫС ЖАБДЫҒЫМЕН ТОПЫРАҚТЫ ФРЕЗЕРЛЕУДІҢ ЕРЕКШЕЛІГІ**

*Мақалада «топырақтағы қабырға» әдісімен жүргізілетін құрылыстар, терең бағаналы тіректі ұңғылау және желдету шахталарын құрастыру кезінде фрезерлі қоңдырығылар қарастырылады. Топырақты фрезерлі жұмыс мүшесімен бұзудың физикалық ерекшеліктері қарастырылды. Жұмыс мүшесінің циклоидтың кинематикалық қозғалысының теңдігі келтірілген. Кесілетін жоңқаның қалыңдығының жұмыс мүшесін беру мен орнатудың бұрышына тәуелділігі анықталды. Кесілетін жоңқаның орташа мәні байқалатын жұмыс мүшесінің бұрылу бұрыштарының мәні анықталған.*

**Кілттік сөздер:** топырақ, циклоид, жоңқа, кеңжар, ерітінді, балшық.

*Рассматриваются фрезерные установки, применяемые при строительстве способом «стена в грунте», при проходке глубоких столбчатых опор, устройстве вентиляционных шахт. Рассмотрены физические особенности разрушения грунта фрезерным рабочим органом. Приведено уравнение движения циклоида. Определена зависимость толщины срезаемой стружки от скорости подачи и угла поворота рабочего органа. Установлены углы поворота рабочего органа, при которых наблюдается средняя толщина срезаемой стружки.*

**Ключевые слова:** грунт, циклоид, стружка, забой, раствор, глина.

*The article considers milling units used in the construction of the "wall in the ground", penetration of deep columnar supports, device of ventilation shafts. Physical features considered of destruction of soil by a milling tool. Cycloid equation of motion quoted. The dependence of the thickness of the cut chips is determined from the feeding speed and the angle of rotation of the working member. The average thickness of the cuttings is observed the angle of rotation of the working member determined.*

**Keywords:** ground, cycloid, shavings, side, solute, clay.

Қазақстан Республикасында жер жұмыстарының үлкен көлемі орындалады. Ол тау-кен өндірісімен қоса құрылыс саласында да орын тапты. Іргетасты құрастыру және тау-кен өндірісінің жұмысында, негізгі технологиялық операциялардың бірі, топырақпен тау қыртысын эзірлеу болып табылады.

Кейбір жер қазатын машиналар, мысалы фрезерлі және бұрғылаушы, үлкен емес жұмыс мүшесіне ие, топырақтың бет қабатынан терең биіктігінде, судың немесе балшықты ерітіндісінде жұмыс істейді [1]. Бұл жұмыс шарттары жер асты ғимараттарды «топырақтағы қабырға» тәсілімен салу және бұрғыламалы кадамалы кадаларды құрастыруға арналған. Тәжірибенің айқындалуымен, кесу теориясының

белгілі қағидалары, бұл машиналардың жұмыс шарттарының дәлділігін және жүктелуін жеткілікті дәрежеде есептеуін қанағаттандыра алмайды.

Осы жағдайға орай, машиналардың үлкен тереңдікте, сұйықтық ортасында және де кіші қисық бойынша жұмыс мүшесінің жұмысы кезінде, кесу күштерінің кедергілерін анықтау өзекті мәселе болып табылады.

Бізбен «топырақтағы қабырға» әдісімен жүргізілетін құрылыстар, терең бағаналы тіректі ұңғылау және желдету шахталарын құрастыру кезінде фрезерлі қондырығылар қарастырылады.

Фрезерлі жұмыс мүшесінің – циклоидтың қозғалысының кинематикалық теңдігі:

$$\begin{cases} y = \frac{V}{\omega} \cdot \varphi_n - R \sin \varphi_n, \\ z = \frac{V}{\omega} - y \sin \varphi_n, \end{cases} \quad (1)$$

мұндағы  $z$  – орды ұңғылаудың тереңдігі;  $y$  – ұңғылаудың тереңдігінің көлденең осі;  $V$  – жұмыс мүшесін берудің жылдамдығы;  $\varphi_n$  – бұрылыс бұрышы;  $\omega$  – айнарудың бұрыштық жылдамдығы.

Фрезерлі жұмыс мүшелері үшін сызықтық кесу жылдамдығы  $V_p$  екі – үш рет жұмыс мүшесін берудің жылдамдығынан асады, сол себепті келесі теңдікті қарастыруға болады:

$$V_p = \omega R. \quad (2)$$

Кесілетін жоңқаның қалыңдығы жұмыс мүшесін берудің жылдамдығына тура пропорционал, сонымен қатар жұмыс мүшесінің айналуының бұрыштық жылдамдығының ұлғаюына кері пропорционал және жұмыс мүшесінің бұрылу бұрышына тәуелді

$$\begin{cases} h = h_{\max} \cdot \sin \varphi, \\ h_{\max} = \frac{2\pi V}{\omega}, \end{cases} \quad (3)$$

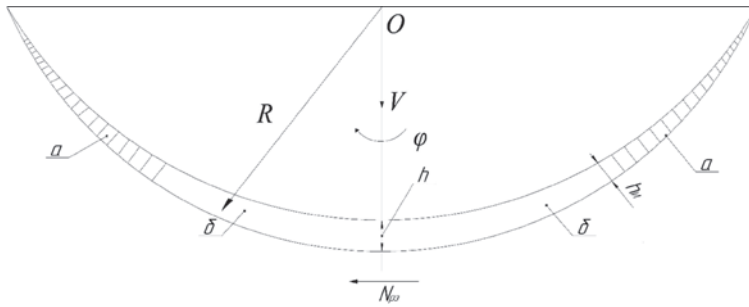
мұндағы  $h$  – кесілетін жоңқаның қалыңдығы;  $h_{\max}$  – кесілетін жоңқаның максималды қалыңдығы, фрезаның кескішінің шекті астыңғы қалпында туындайды.

Фрезерлі жұмыс мүшесі шеңбердің астыңғы бөлігінде кесуді жүзеге асырады (сурет), және де кесілетін жоңқаның қалыңдығы 0-ден  $h_{\max}$  дейін өседі де,  $h_{\max}$ -тан 0-ге дейін төмендейді. Жұмысты орындау барысында жұмыс мүшесі жарты кескіштері қолданылады.

Жазық пішінің ауырлық ортасының формуласы бойынша, кесілетін жоңқаның орташа қалыңдығы  $\varphi=58^\circ$  және  $\psi=148^\circ$  айналу бұрыштарында байқалады.

Фрезерлік жұмыс мүшесі топырақты бұзудың физикалық ерекшеліктерін қарастырайық (сызықтық кесумен салыстырағанда). Фрезерлік жұмыс мүшесінің жұмыс істеуінің ерекшеліктеріне келесілерді жатқызуға болады:

1. Кенжар алдындағы тұйықталған көлем, әзірленген топырақтың кенжарға түсіретін тұрақты қысымының пайда болуына әкеледі де, нәтижесінде Зеленин А. Н., Ветров Ю. А., Недорезова А. Н., жұмыстарында көңіл бөлінбеген, нақыстың бетіне түсіретін нормальді күш салудың ұлғаюына, сәйкесінше жоңқаның нақыстың бұрышының өзгеруіне әкеледі [2].



Кенжардағы топырақтың жапыру мен кесу аймақтары.  
 $a$  – топырақтың мүмкін жапыру аймақтары;  $б$  – кесу аймағы;  
 $N_{p3}$  – кесу күші;  $h_u$  – жапырылу жоңқасының қалыңдығы

2. Тұйықталған көлемде кенжар алдындағы аймақтан күйзетілген топырақты гидросорфғымен, эрлифтпен тасымалдау кезінде кенжарға сұйықтықпен түсіретін қысымның өзгеру эффектісі пайда болады да, жоңқаның накыс бұрышы азаяды.

3. Ордағы сұйықтықтың болуы, кенжарға түсетін қысым шамасын ұлғайтады да, топырақ жоңқасының накысын өзгертеді.

4. Сумен балшықты ерітіндісінің кенжарға түсіретін әсері, сонымен қатар топырақтың бұзылуы әркелкі болып келеді. Топырақтың қуыстылығына байланысты, сұйықтық бұзылатын ортаға еніп, топырақтың қасиетін өзгертеді.

5. Сұйықтықтың кенжарға әсерін ескеру кезінде міндетті гидростатикалық қысымды, қуыстылықты, топырақтардың өткізгіштігін, кесу жылдамдығын, жұмыс мүшесін беру жылдамдығын және де топырақтардың тазарту заңын ескеру қажет. Бұл жағдайды ескерген жөн себебі, терең орларды фрезерлеу кезінде, суды тазарту процесі, топырақты әзірлеумен берге жүзеге асады.

6. Гидростатикалық қысымынан басқа, жұмыс мүшесінің айналу салдарынан, гидродинамикалық қысым пайда болады.

7. Топырақты бұзу, кесумен ғана емес жүзеге асады. Егер топырақты бұзудың күшінің векторы, қозғалыс траекториясына қатысты жанамадан ауытқитын болса, грунттың жарылуы байқалу мүмкін. Жоңқа қалыңдығының кіші мәндерінде өтетін фрезерлеу кезінде, кенжардың жапырылуы мүмкін (сурет 1).

8. Фрезерлеудің ерекшелігі, тістің кескішінің үнемі кенжармен байланыста болмауы, кесу күшінің ауырлық күшіне қатысы ауыспалы бағытталуы, кесілетін жоңқа элементіне әсер ететін центрден тепкіш инерция күшінің пайда болуы, болып табылады.

9. Біздің көзқарасымыз бойынша топырақты фрезерлеудің сызықтық кесуден айырмашылығы болып, бұған қоса шамалы қисықтық радиусы бар кескіштердің қисық сызықтық қозғалысы болып табылады. Сонымен бірге, кесудің физикалық сипаттамасы сызықтық кесумен салыстырғанда ерекшеленеді.

10. Топырақтың сыртқы үйкеліс коэффициенті, суда кесу кезінде және балшықты ерітіндісінде кесу кезінде ерекшеленеді.

## ӘДЕБИЕТ

1 Кадыров А. С., Кабашев Р. А. Основы нагружения фрезерных и бурильных машин. – Караганда : КарГТУ, 1999. – 124 с.

2 Ветров Ю.В. Резание грунтов землеройными машинами. – М.: Машиностроение, 1971. – 360 с.



**Р. А. ИСМАИЛОВА<sup>1</sup>, Н. Д. ЕСМАГУЛОВА<sup>2</sup>, С. С. МИРЗАЛИЕВА<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> *Казахский аграрно-технический университет им. С. Сейфуллина*

<sup>2</sup> *Евразийский национальный университет им. Л. Н. Гумилева*

<sup>3</sup> *Университет Нархоз*

## **ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА КАЗАХСТАНА**

*Рассматриваются проблемы современного развития машиностроения в Казахстане. Авторами разработан комплекс мер по решению проблем отечественной машиностроительной отрасли.*

*Особая роль в формировании единой инвестиционной политики машиностроения на макроуровне отводится государственным структурам и институтам. Нужно поощрять и предоставлять дополнительные льготы для тех предприятий, которые оказывают помощь машиностроительным предприятиям в перевооружении – поставщикам оборудования, лизингодателям, банкам и др. Рост машиностроительного комплекса должен происходить не просто в рамках обновления и расширения производств, но и в плане инновационного развития.*

**Ключевые слова:** *машиностроительный комплекс, объем производства машиностроительной продукции, инвестиционная политика, импортозамещение.*

*Мақалада Қазақстанда қазіргі кезеңдегі машина жасау саласының даму мәселелері қарастырылған. Авторлар отандық машина жасау саласының мәселелерін шешу бойынша іс-шаралар кешенін әзірледі. Инвестициялық саясатты макро деңгейде қалыптастыру және енгізу мәселелерін қарастыру кезінде негізгі бағыттар бойынша инвестициялық бағдарламалар әзірлеу ұсынылады: негізгі құралдарды жаңарту және жаңғырту; инновацияларды дамыту; кәсіпорындарды басқару жүйесін жетілдіру. Макро деңгейде машина жасаудың бірыңғай инвестициялық саясатын қалыптастыруда мемлекеттік құрылымдар мен институттарға айрықша рөл беріледі. Жабдықтаушылар, жалға берушілер, банктер және т.б. тәрізді машина жасау кәсіпорындарына қайта жарақтандыру мәселесінде көмек көрсететін кәсіпорындар үшін қосымша жеңілдіктер беріп, оларға қолдау көрсету қажет. Машина жасау кешенінің дамуы өндірісті жаңарту мен кеңейту шеңберінде ғана емес, сонымен қатар инновациялық даму тұрғысынан да орын алуы тиіс.*

**Кілттік сөздер:** *машина жасау кешені, машина жасау өнімдерінің көлемі, инвестициялық саясат, импортты алмастыру.*

*The article discusses the problems of modern development of machinery in Kazakhstan. The authors developed a set of measures to address the problems of the domestic machinery industry. When considering the problems of the formation and implementation of investment policy at the macro level, it is proposed to develop investment programs in the main areas: renewal and modernization of fixed assets; development of innovations; improvement of the enterprise management system. A special role in the formation of a single investment policy of machine building at the macro level is assigned to state structures and institutions. It is necessary to encourage and provide additional benefits for those enterprises that provide assistance to machinery enterprises in the re-equipment, such as equipment suppliers, banks, etc. The development of the machine-building complex should not only take place in the context of updating and expanding production, but also in terms of innovative development.*

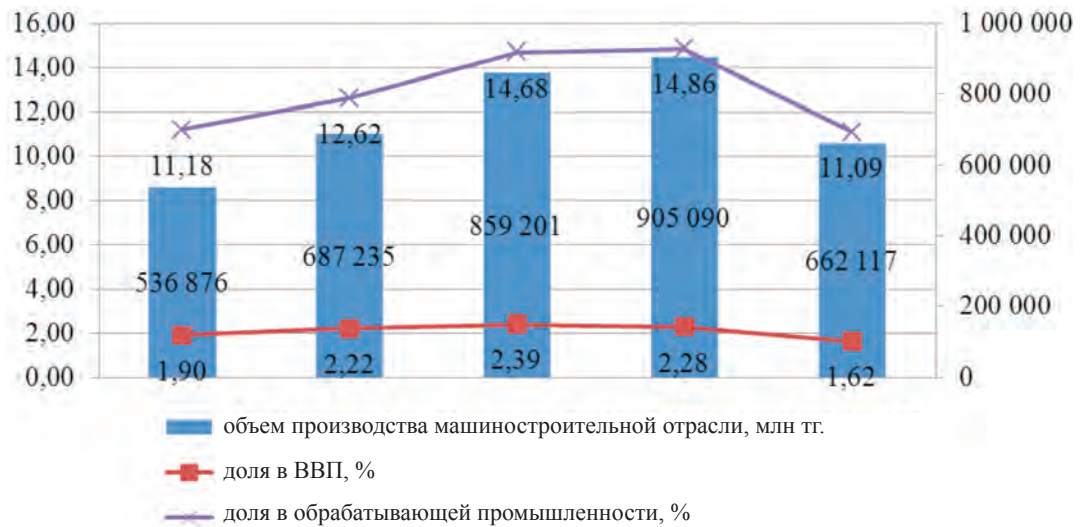
**Keywords:** *machine-building complex, the volume of production of machinery products, investment policy, import substitution.*

Машиностроение отражает уровень технологического развития страны, является материально-технической базой для других отраслей экономики, определяя их развитие. В настоящее время приоритетные отрасли машиностроения Казахстана разделены на два основных сегмента. К первому сегменту относятся предприятия с высокой привлекательностью и реализуемостью, а именно машиностроение для нефтегазовой, «горнорудной и металлургической промышленности, железнодорожное машиностроение, сельскохозяйственное машиностроение, производство электрооборудования. Сегменты второго приоритета либо имеют высокую привлекательность, но относительно низкую реализуемость, либо высокую реализуемость, но умеренную привлекательность. Ко второму приоритету относятся автомобильная промышленность, строительная техника, станкостроение, производство бытовой техники и компонентная база» [1].

Кризисное состояние машиностроения и в целом обрабатывающей промышленности подтверждается данными рисунка 1.

Объем производства машиностроительной продукции с 1990 по 1999 год снизился более чем в 5 раз, в 2015 году произошло уменьшение объемов производства до 662 117 млн тенге.

Если сравнивать относительно ВВП, то доля машиностроительного производства в ВВП республики в 1990 году составляла 15,9%, в 2015 году она равнялась 1,62 %.



**Рисунок 1** – Динамика объемов продукции машиностроительной отрасли и ее доли в ВВП за 2011–2015 гг. Составлен авторами на основании источника [2]

В то же время аналогичный показатель Японии достигает почти 50%, Германии – 48%, Швеции – 42%, США – 40%, Франции – 38%, России – 30 %, Китая – 25%. Если говорить об обрабатывающей промышленности, то тенденция идентична. Так, доля продукции машиностроительной отрасли в обрабатывающей промышленности за 2011–2015 гг. изменилась незначительно и составила 11%, максимальное значение было достигнуто в 2014 году – 14,86%.

Рассмотрим темпы роста объемов производства и доли продукции этой отрасли в общем объеме промышленной продукции по статистическим данным. За последние годы объем производства машиностроительной продукции имеет в целом положительную динамику. Только в 2015 году наблюдается снижение по сравнению с предыдущими годами. Такая же динамика отмечается и по доле продукции этой отрасли в общем объеме промышленной продукции.

Анализ основных показателей развития за анализируемый период показал позитивные изменения в машиностроительной отрасли.

Динамика основных показателей за 2011–2015 гг.

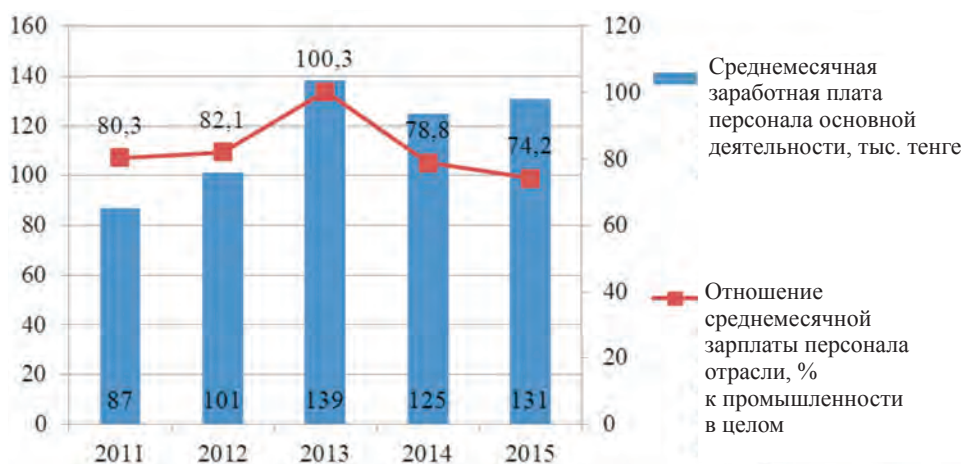
Показатели	2011	2012	2013	2014	2015	2015 к 2011, %
Объем производства, млн тенге	536 876	687 235	859 201	905 090	662 117	123,3
ИФО продукции, % к предыдущему году	119	116,5	116,6	99,8	70,8	59,5
Число предприятий и производств – всего	1 550	1 646	1 626	1 565	1 600	103,2
В том числе с основным видом деятельности	994	1 040	1 048	1 147	1 167	117,4
Численность персонала основной деятельности, тыс. человек	83,4	83,1	45,8	88,3	81,4	97,6
Среднемесячная заработная плата персонала основной деятельности, тенге	87 061	101 258	138 502	124 846	130 747	150,2
Рентабельность, %	10	6,6	9,4	3,4	-7,6	
Инвестиции в основной капитал, млн тенге	44 433	39 710	42 445	51 872	56 489	127,1
<i>Примечание.</i> Составлена авторами на основании источника [2].						

Как видно из таблицы, возросли объемы промышленной продукции с 536 876 млн тенге в 2011 году до 662 117 млн тенге в 2015 году, индекс физического объема по отношению в предыдущему году снижается на протяжении всего периода. Если в 2011 году он составлял 119%, то в последующие годы он снизился до 59,5%. Число предприятий данной отрасли практически неизменно – 1600 в 2015 году. Численность работников незначительно снизилась и в 2015 году составила 81,4 тыс. человек, или 97,6% по сравнению с 2011 годом. Рентабельность производства в данном секторе в последние годы снизилась, и в 2015 году отрасль была убыточна. Если говорить об инвестициях, то наблюдается рост на 27,1% по сравнению с 2011 годом, и в 2015 году инвестиции в основной капитал составили 56 489 млн тенге.

Динамика численности персонала рассматриваемой отрасли идентична в целом изменениям общей численности персонала основной деятельности промышленно-

сти. Так, доля численности персонала отрасли на протяжении всего рассматриваемого периода составляет 12%, максимальное значение было в 2014 году – 12,7%, или 88,3 тыс. человек.

Рассмотрим заработную плату персонала основной деятельности машиностроения по отношению к среднемесячной заработной плате персонала основной деятельности промышленности по данным рисунка 2.



**Рисунок 2** – Динамика заработной платы персонала основной деятельности машиностроительной отрасли. Составлен авторами на основании источника [2]

Нужно заметить, что в этой отрасли заработная плата ниже по сравнению со среднемесячной заработной платой работников промышленности в целом, в 2015 году она составила 74,2%. Только в 2013 году наблюдался резкий рост заработной платы работников отрасли – 100,3% среднемесячной заработной платы персонала промышленности в целом.

Основная задача машиностроительной отрасли Казахстана – максимальное удовлетворение потребностей внутреннего рынка и расширение экспорта за счет увеличения производства продукции с высокой добавленной стоимостью. В рамках реализации «Программы по развитию машиностроения в РК на 2010–2014 годы» было предусмотрено оказание селективной инвестиционной поддержки наиболее эффективным предприятиям, обеспечивающим выпуск высокотехнологичной и конкурентной продукции; целевое финансирование технического обновления и развития производств; расширение международной кооперации и содействие в создании совместных предприятий и производств с ведущими фирмами мира [3].

Для освоения новых видов продукции созданы конструкторские бюро по транспортному машиностроению (Астана), горно-металлургическому оборудованию (Усть-Каменогорск), нефтегазовому оборудованию (Петропавловск) и сельскохозяйственному машиностроению.

Кроме того, в рамках реализации ГПФИИР освоен выпуск дизельных локомотивов, в 2,6 раза увеличилось производство легковых автомобилей, производство сельскохозяйственной и лесохозяйственной техники – в 1,8 раза.

В рамках Карты индустриализации была предусмотрена реализация до 2014 года 59 проектов машиностроения, на которых планировалось создать около 14 тысяч новых рабочих мест. 42 производства уже введены в эксплуатацию. Из них наиболее крупные – завод по ремонту малых судов в поселке Баутино с объемом инвестиций 2,3 млрд тенге и мощностью 50–60 судов в год; производство тепловых насосных установок в Восточно-Казахстанской области с инвестициями 705 млн тенге и планами производства тепловых насосных установок 520 в год [4].

Автомобильная промышленность и промышленность по производству автокомпонентов должны стать фундаментом машиностроения. В 2020 году отечественные производители смогут производить 300 тыс. автомобилей. В ближайшей перспективе в республике планируется развивать производство тракторов, зерноуборочных комбайнов, навесного оборудования, пассажирских и грузовых вагонов, цельнокатных колес, а также легковых и коммерческих автомобилей.

В развитых странах именно промышленное производство, в особенности машиностроительное, является каркасом индустриального развития.

Если говорить в целом о глобальном рынке, мировой спрос на продукцию машиностроения будет расти по 5,5% в год до 2019 года.

Самый высокий спрос будет наблюдаться в Китае и других развивающихся странах. Вырастут инвестиции в новые производственные мощности по производству станков в странах АТР, Африки, Ближнего Востока, а также Восточной, Центральной и Южной Европы. Причем произойдет смена производства обычных станков на модели, управляемые с помощью компьютерных программ. КНР составит 2/5 спроса на всю новую продукцию до 2019 г. Рост будет наблюдаться в производстве дорогостоящей продукции машиностроения. В частности, в станкостроении увеличатся инвестиции в точное машиностроение. В Японии, четвертом крупном рынке мира товаров машиностроения, ожидается медленное расширение спроса на эту продукцию.

Спрос на продукцию станкостроения в странах Западной Европы, втором крупном рынке мира, вырастет и составит 1/5 мирового спроса до 2019 года [5].

Производителям, которые хотели бы упрочить свои отношения с поставщиками, следует помнить, на чем держится партнерство в системе менеджмента кэйрэцу: на поддержке, сотрудничестве, взаимном доверии и взаимных обязательствах. Эти четыре элемента важны, даже когда на рынке бушует сверхконкуренция и все будет заиклено на сокращении издержек, поскольку благодаря им стоимость издержек чисто деловых отношений уменьшается. С другой стороны, малые и средние предприятия группируются территориально и создают системный кластер, используя эффект синергии, что значительно повышает их конкурентоспособность. Рассмотрим количество действующих предприятий и производств по видам экономической деятельности.

Количество промышленных предприятий и производств по республике в целом увеличилось на 1,6%, но в обрабатывающей промышленности наблюдается снижение почти на 6% – в 2015 году насчитывалось 8082 предприятия. Если рассмотреть в разрезе машиностроительного сектора, то можно наблюдать сегменты, где количество предприятий увеличилось:

производство компьютеров, электронной и оптической продукции выросло на 13,6%, или на 6 единиц;



производство электрического оборудования увеличилось на 41,6%, или на 32 единицы;

производство машин и оборудования, не включенных в другие категории, выросло на 31,6%, или на 42 единицы.

Снизилось количество действующих предприятий по производству прочих транспортных средств (на 7,4%, или на 2 единицы), по ремонту и установке машин и оборудования (на 2,2%, или на 28 единиц).

В целом отечественное машиностроение практически полностью ориентировано на внутренний рынок, но при этом оно не может удовлетворить значительную часть его потребностей, в результате эти потребности приходится удовлетворять за счет импорта. По машиностроению потребление, удовлетворяемое за счет импорта, составляет 92,1%. Эта цифра отражает реальный потенциал рынка машиностроения на 2030 год [6].

Основными экспортоориентированными секторами машиностроения являются нефтегазовое, горнодобывающее, электротехническое промышленное машиностроение. Основным рынком сбыта казахстанской машиностроительной продукции – Россия.

Многие отечественные машиностроительные предприятия до сих пор стремятся сами производить весь ассортимент комплектующих. Все это ведет к неконкурентоспособности отечественной продукции из-за повышенных издержек.

В Казахстане реализуются Государственная программа индустриально-инновационного развития Республики Казахстан на 2015–2019 годы и Карта индустриализации Казахстана на 2015–2019 годы, поддерживающие такие приоритетные секторы отрасли, как:

- нефтегазовое, горнорудное и металлургическое машиностроение;
- железнодорожное машиностроение;
- сельскохозяйственное машиностроение;
- производство электрооборудования.

При формировании и реализации инвестиционной политики на макроуровне предполагается разработка инвестиционных программ по основным направлениям: обновление и модернизация основных средств; развитие инноваций; совершенствование системы управления предприятием. При разработке программ по представленным направлениям предполагается решение различных задач:

Обновление и модернизация ОПФ:

- а) создание условий для обновления ОПФ;
- б) поощрение и предоставление дополнительных льгот;
- в) снижение таможенных платежей на ввозимое импортное оборудование и технологии, которые в дальнейшем будут использоваться не как предметы потребления, а как средства производства.

Развитие инноваций:

- а) помощь в активизации сотрудничества науки и производства;
- б) помощь в создании научно-производственных инновационных комплексов (бизнес-инкубаторов, технопарков, наукоградов, инновационно-технологических центров и др.);
- в) помощь в продвижении наукоемкой высокотехнологичной продукции на внутренний и внешние рынки;



г) создание сети венчурных фондов с полным или частичным участием государства; оказание поддержки частным венчурным фондам.

Совершенствование системы управления предприятием:

а) подготовка профессиональных высококвалифицированных кадров для машиностроительных предприятий;

б) стимулирование стажировок и обмена опытом между руководством машиностроительных предприятий как внутри страны, так и при сотрудничестве с зарубежными странами;

в) применение системы поощрений к руководству машиностроительных предприятий.

Особая роль в формировании единой инвестиционной политики в машиностроении на макроуровне отводится государственным структурам и институтам.

Для обновления и модернизации основных фондов нужно создать условия для обновления ОПФ, такие, как установление целевых налоговых льгот для машиностроительных предприятий, осуществляющих обновление ОПФ; предоставление кредитов на обновление фондов. В этих же целях нужно поощрять и предоставлять дополнительные льготы для тех, кто оказывает помощь машиностроительным предприятиям в перевооружении – поставщикам оборудования, лизингодателям, банкам и др.

Помимо этого, нужно рассмотреть вопрос снижения таможенных платежей на ввозимое импортное оборудование и технологии, которое в дальнейшем будет использоваться не как предметы потребления, а как средства производства.

Для совершенствования системы управления предприятием необходимо организовать подготовку профессиональных высококвалифицированных кадров для машиностроительных предприятий; развивать сеть образовательных учреждений дополнительного образования с целью повышения квалификации и переподготовки кадров.

Для развития инноваций необходимо оказать помощь в активизации сотрудничества науки и производства, создавать государственные программы поддержки подобного сотрудничества, помогать в решении организационных проблем, стимулировать создание экспериментальных производств.

Кроме того, следовало бы создать систему поощрений руководства машиностроительных предприятий, демонстрирующих успехи в рациональной организации производств, в создании успешных управленческих систем – предоставлять гранты на дальнейшее развитие, награждать различными способами (грамоты, сертификаты, значки, медали и т.п.) [7].

Развитие машиностроительного комплекса должно происходить не просто в рамках обновления и расширения производств, но и в плане инновационного развития. Можно смело утверждать, что будущее только за теми предприятиями и производственными комплексами, которые реализуют грамотную маркетинговую стратегию, ориентированную на спрос, при этом производимая продукция должна не только пользоваться спросом в текущий момент, но и значительно его опережать. Для этого необходимо проводить постоянное усовершенствование продукции, внедрять технические инновации и высокие технологии. Очевидно, что самостоятельно предприятиям достаточно сложно справиться с такой задачей, для этого необходимо постоянно отслеживать состояние научных разработок, сотрудничать с научными организациями.

Проблема сотрудничества науки и производства стоит в данный момент особенно

остро: предприятия не располагают информацией о научных разработках и не привлекают исследователей и разработчиков; научные организации вынуждены изобретать «в стол», так как тоже не имеют выходов на производственные предприятия либо получают эту возможность с трудом [7].

Реализация правительством программы по импортозамещению положительно сказалась на становлении машиностроительного производства. На этом этапе инвестиционная политика, связанная с импортозамещением, требует решения новых задач:

усиления роли государства в привлечении и направлении инвестиционных потоков на развитие реального сектора экономики, причем акцент при этом необходимо делать на использовании внутренних сбережений;

создания условий для становления фондового рынка как важного звена национального хозяйственного комплекса, обеспечивающего организованное перемещение финансовых потоков от инвесторов к заемщикам;

стимулирования притока иностранных инвестиций при обязательном и неукоснительном соблюдении национальных интересов Казахстана.

Таким образом, формирование благоприятного инвестиционного климата в стране – стратегическая задача развития и важнейшее условие модернизации отечественной экономики. При этом, несмотря на всю важность инвестирования в основной капитал, необходимо постоянно увеличивать вложения в оборотный. Нарастание именно его объемов создает предпосылки для сохранения высоких темпов экономического подъема. Для оборотного капитала благоприятный климат формируется снижением коммерческих рисков и уровня процентных ставок. Уменьшение процентных ставок благоприятствует более рациональному использованию собственных средств и соответственно повышает эффективность хозяйственной деятельности.

Главная причина наличия высоких рисков в экономике – недостаточный уровень доверия как экономики к государству и власти, так и деловых людей. Начавшееся оживление в экономике уже само по себе порождает надежду на будущее.

## ЛИТЕРАТУРА

1 Об утверждении Программы по развитию машиностроения в Республике Казахстан на 2010-2014 годы. Постановление Правительства Республики Казахстан от 30 сентября 2010 года № 1002. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://adilet.zan.kz/rus/docs/P1000001002>

2 Промышленность Казахстана и его регионов / Глав. ред. Айдапкелов Н.С. Комитет по статистике Министерства национальной экономики Республики Казахстан.

3 Об утверждении Программы по развитию машиностроения в Республике Казахстан на 2010-2014 годы. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://adilet.zan.kz/rus/docs/P1000001002>

4 Прогноз социально-экономического развития Республики Казахстан на 2014 - 2018 годы // Деловая неделя. – 2017. - 28 мая.

5 World Machine Tools. Industry study with forecast for 2019 and 2024. Freedomia group. – 2016. – Р. 4.

6 Сценарий развития направления «Машиностроение в Казахстане до 2030 года». – Астана, 2013.

7 Макаренко Е.В. Влияние инвестиционной политики на экономическое развитие машиностроительного комплекса: Автореф. дис. ... к.э.н. – Мурманск, 2006. – 48 с.

8 Государственная программа индустриально-инновационного развития Республики Казахстан на 2015-2019 годы.

---

---

## НОВОСТИ НАУКИ И ТЕХНИКИ

### *На скорости света время останавливается*

Согласно специальной теории относительности Эйнштейна скорость света неизменна и равна приблизительно 300 000 000 метров в секунду вне зависимости от наблюдателя. Это само по себе невероятно, учитывая, что ничто не может двигаться быстрее света, но все еще сугубо теоретично. В специальной теории относительности есть интересная часть, которая называется «замедление времени» и которая говорит, что чем быстрее вы движетесь, тем медленнее для вас движется время в отличие от окружения. Если вы будете ехать на автомобиле час, вы постареете немного меньше, если бы просто сидели у себя дома за компьютером. Дополнительные наносекунды вряд ли существенно изменят вашу жизнь, но все же факт остается фактом.

Выходит, если двигаться со скоростью света, время вообще застынет на месте? Это так. Но прежде чем вы попытаетесь стать бессмертным, учтите, что двигаться со скоростью света невозможно, если вам не повезло родиться светом. С технической точки зрения движение со скоростью света потребует бесконечного количества энергии.

### *Небольшой электрошок позволит контролировать сны*

Осознанное сновидение – это такое состояние, когда спящий осознает, что он видит сон, и это дает ему возможность полного контроля над тем, что может происходить в нем. Это стадия, которая находится где-то между фазой сна с быстрым движением глаз и пробуждением.

Теперь, по мнению ученых, они раскрыли секрет создания осознанного сна при помощи небольших электрических разрядов, применяемых к людям во время сна.

Исследователи из Университета J.W. Goethe во Франкфурте (Германия) пригласили около 30 людей для участия в исследовании, которое продлилось 4 дня. В числе волонтеров было 15 женщин и 12 мужчин в возрасте от 18 до 26 лет. Ученые использовали электроды, помещенные на голову волонтеров и выполняющие транскраниальную магнитную стимуляцию. Эта электрическая стимуляция безвредна: слабый электрический ток поступает в лобную и височную доли мозга. Ученые стимулировали мозг спящих во время сна (когда началась фаза с быстрыми движениями глаз), используя такой низкий разряд, который не разбудил бы их.

После 30-секундной стимуляции исследователи разбудили волонтеров. Все они испытали осознанные сновидения. Причем они не только сказали, что могли на себя посмотреть «со стороны», но и то, что они осознавали, что они спят и видят сон. Идеальная частота электрического тока для создания осознанных сновидений равна около 25 и 40 Гц. На самом деле на частоте, равной точно 25 Гц, по словам волонтеров, они могли по желанию изменять свои сны.

Устройство для транскраниальной магнитной стимуляции было уже одобрено для использования в исследовательских целях, но будем надеяться, что оно также скоро поступит в продажу, чтобы мы смогли полностью контролировать наши сны. Однако и данная стимуляция, и исследование могут иметь и другие по-

тенциальные способы применения, которые будут более полезны с медицинской точки зрения: эту технологию можно использовать для пациентов, которые испытывают посттравматический стресс, который обычно сопровождается ночными кошмарами.

### ***Телескоп НАСА обнаружил самую холодную карликовую планету***

Астрономы обнаружили напоминающий звезду объект, расположенный относительно близко к Земле и известный как коричневый карлик с невообразимо низкой температурой. Фактически температура планеты равна температуре Арктического региона, что делает ее самым холодным коричневым карликом. Коричневые карлики являются темными телами звездной формы. Они возникли как звезды, как разрушающиеся шары газа, однако их масса слишком мала для сжигания ядерного топлива и излучения звездного света.

Найденный недавно коричневый карлик находится на расстоянии 7,2 световых года от Земли, что немного дальше, чем ближайшая к Солнцу система Альфа Центавра, которая расположена на расстоянии 4 световых лет. Астрономы обнаружили эту планету с помощью широкоугольного инфракрасного обзорного исследователя НАСА и космического телескопа Спитцер. Объект, температура которого приблизительно равна температуре на Северном полюсе Земли, был назван WISE J085510.83-071442.5.

Температура этого холодного коричневого карлика составляет от  $-48$  до  $-13$  градусов по Цельсию. Предыдущая планета-рекордсмен среди коричневых карликов была намного теплее, приблизительно комнатной температуры.

«Открытие нового соседа нашей Солнечной системы – всегда волнительный момент, особенно если он так близко, – говорит Кевин Люман, астроном из Центра экзопланет и обитаемых миров Пенсильванского государственного университета (США). – С учетом чрезвычайно холодной температуры, эта планета может предоставить нам много информации об атмосферах других планет со схожей температурой».

«Удивительно, что даже после десятков лет изучения неба у нас еще нет полного перечня ближайших к Солнцу объектов», – говорит Майкл Вернер, научный сотрудник Лаборатории реактивных двигателей НАСА. – Новые удивительные результаты демонстрируют значение изучения Вселенной с помощью новых устройств, таких, как инфракрасная головка самонаведения обзорного исследователя НАСА и телескоп Спитцер».

### ***Ученые изобрели ветрогенератор-колибри***

В Тунисе изобрели новый тип ветряной электростанции: конструкцию отличают небольшие размеры, а также количество и необычный принцип движения лопастей. Инновационный ветрогенератор создан инженерами компании TuerWind. В основе идеи лежит наблюдение за полетом колибри. Эти крохотные птицы способны развивать скорость до 80 км/ч при взмахе крыльев до сотни раз в секунду. Предположив, что механизмы, работающие по аналогичному принципу, будут эффективны, специалисты сконструировали новый тип лопастей для ветряков.

Длина каждого из двух "крыльев" составляет 1,6 метра, их общий размах – около 3,6 метра, общая мощность одного ветрогенератора – 1 кВт. Лопаст

изготовлены из углеродного волокна; их уникальная траектория движения позволяет заметно сократить используемое пространство. В свою очередь, компактные размеры конструкции дают возможность применить ее даже на маленьких участках, например во дворах жилых домов. Кроме того, электростанция TurbWind производит меньше шума.

### ***Японцы запустили в продажу самый крошечный смартфон***

Пока нынешние смартфоны вслед за диагональю экрана прибавляют в габаритах, японская компания FutureModel выпустила аппарат NichePhone-S, размеры которого чуть больше кредитной карточки – всего 90 x 50 миллиметров, а толщина – 6,5 мм. Он весит какие-то 38 грамм и работает под управлением двухъядерного процессора MediaTek MT6572A на операционной системе Android 4.2 JellyBean. Правда дисплей у смартфона не сенсорный, а обычный монохромный – с диагональю 0,96 дюйма и разрешением 128 x 64 пикселей. Зато емкость батареи составляет 550 мА·ч.

Как уверяет производитель, этого хватит на 72 часа работы в режиме ожидания или три часа непрерывного разговора. NichePhone-S также может похвастаться адаптерами Wi-Fi и Bluetooth, диктофоном, будильником и музыкальным проигрывателем, который может воспроизводить музыку из облачного хранилища. Разумеется, с помощью крошечного смартфона можно звонить и обмениваться текстовыми сообщениями.

### ***Зачем зебре полоски?***

Много столетий этот вопрос не дает покоя ни детям, ни натуралистам. Но

наконец-то группа калифорнийских биологов нашла системный подход к проблеме. Причиной возникновения полосок в ходе эволюции стали жалящие мухи (в том числе слепни и мухи цеце). Ряд экспериментальных исследований показал, что такие мухи избегают черно-белых полосатых поверхностей – но это никак не вытеснило другие гипотезы, которые обсуждаются еще со времен Дарвина и Уоллеса.

Полоски могут быть: 1) камуфлирующей окраской; 2) средством запутывания хищников; 3) механизмом регулирования теплообмена; 4) механизмом социальной коммуникации; 5) средством спасения от атак эктопаразитов (мух).

Ученые нанесли на карту географические ареалы семи различных видов зебр, лошадей и ослов (а также их подвидов), отмечая ширину, местоположение и насыщенность окраски полосок на разных частях тела. Потом они соотнесли полученные данные с различными переменными, в том числе лесистостью, присутствием крупных хищников, температурой и географическими ареалами жалящих мух (слепней и мух цеце).

Проведя анализ всех пяти гипотез, исследователи вычеркнули все, кроме пятой: количество и насыщенность полосок четко коррелирует с областями распространения жалящих мух.

Почему же из всех копытных только зебры покрылись полосками? Ученые предполагают, что волосы на теле зебр короче, чем ротовой аппарат жалящих мух, что делает их особенно уязвимыми к укусам.

Но в науке один решенный вопрос рождает другие: почему сами мухи не любят полоски?

*По материалам СМИ*

---

---

## ЭНЕРГЕТИКА

УДК 620.9(075.8)

**Н. К. НАДИРОВ<sup>1</sup>, А. В. НИЗОВКИН<sup>2</sup>, М. А. НИЗОВКИНА<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>РОО «Национальная инженерная академия РК»

<sup>2</sup>ТОО «Научно-исследовательский центр “Нефть”»

### **МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И СТЕНДОВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ВОЗДУШНОГО ПОТОКА С НАПРАВЛЯЮЩИМИ ЛОПАТКАМИ ОПЫТНОЙ СОЛНЕЧНО-ВЕТРОВОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ «ТОРНАДО»**

*В работе проведены математическое моделирование и стендовые исследования модели ветро-солнечной установки «Торнадо» в рамках EXPO-2017. Были изготовлены модели лопаток, сделаны лабораторные измерения, выработаны рекомендации по улучшению комбинированной установки.*

**Ключевые слова:** *солнечно-ветровая энергия, электростанция «Торнадо», мощность, выработка электроэнергии, к.п.д., испытания, компьютерное моделирование.*

*Бұл жұмыста ЭКСПО-2017 аясында «Торнадо» жел-күн қондырғысының моделін математикалық модельдеу және стендік зерттеулер жүргізілді. Пышақ модельдері жасалды, зертханалық өлшемдер жасалды, деректер өңделді және аралас комбинатты жетілдіру бойынша ұсынымдар әзірленді.*

**Кілттік сөздер:** *күн-жел энергиясы, «торнадо» электр станциясы, қуат, электр энергиясын өндіру, тиімділік, тестілеу, компьютерлік модельдеу.*

*In this work, mathematical modeling and bench studies of the model of the wind-solar installation «Torando» within the framework of EXPO-2017 were carried out. Blade models were made, laboratory measurements were made, data was processed and recommendations for improving the combined plant were developed.*

**Keywords:** *solar-wind energy, «tornado» power plant, power, power generation, efficiency, testing, computer simulation.*

Проект выполнен по научно-технической программе «Разработка чистых источников энергии Республики Казахстан на 2013–2017 годы» по проекту «Создание опытной солнечно-ветровой электростанции “Торнадо”». Все работы проводились в соответствии с утвержденным техническим заданием договора между ТОО «НИЦ “Нефть”» и АО «НТЦ “Парасаг”». Область применения электростанции «Торнадо» – энергоснабжение автономных хозяйств. Степень внедрения – рекомендации по ис-



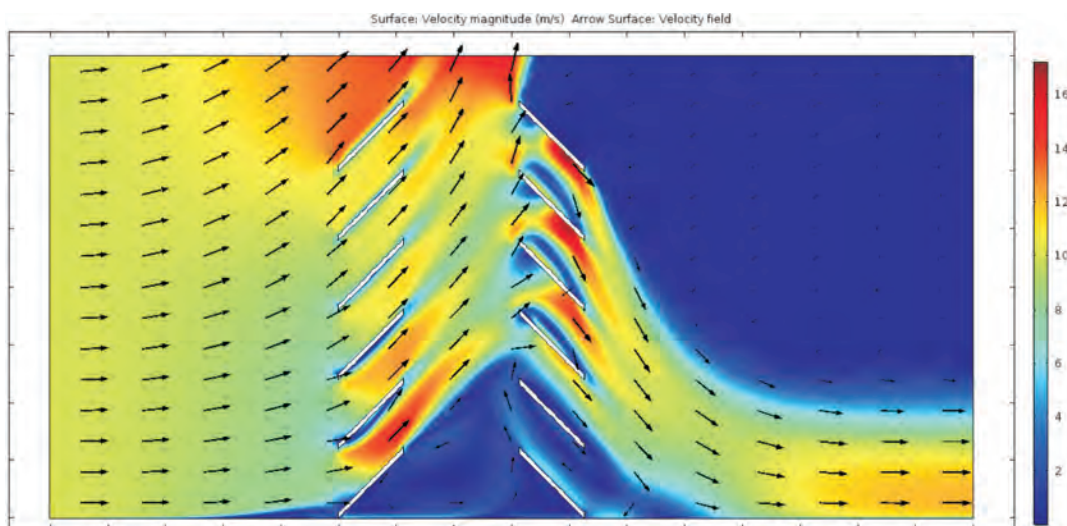
пользованию улучшенного варианта электростанции в крестьянских хозяйствах, населенных пунктах, удаленных от общих энергосетей. Прогнозные предложения о возможной мощности промышленных электростанций «Торнадо»: 2018 г. – 50 кВт, 2020 г. – 100 кВт.

В связи с продолжением работ по ВСУ «Торнадо» и коммерциализацией этой программы возникла необходимость проведения численного и реального моделирования обтекания воздушным потоком направляющих лопаток различной формы с целью роста эффективности установки.

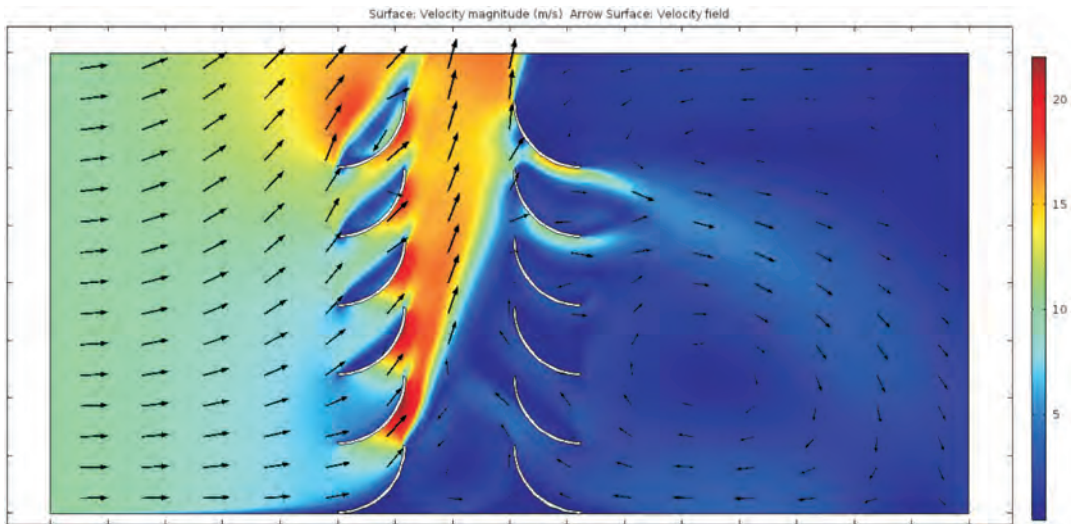
Для повышения максимальной мощности электростанции до 3 – 5 кВт проводятся выбор формы направляющих лопаток и изменение соотношения высоты установки к ее ширине. Эффективность этого подтверждена на модели электростанции.

Для улучшения имеющейся конструкции ВСУ «Торнадо» было проведено математическое моделирование обтекания воздухом трех видов лопаток: вариант №1 (6 прямых лопаток), вариант №2 (6 изогнутых лопаток) и №3 (одна изогнутая поверхность). Моделирование проводилось на базе уравнения Навье-Стокса для определения скоростей потока и уравнения переноса массы (закон Фика).

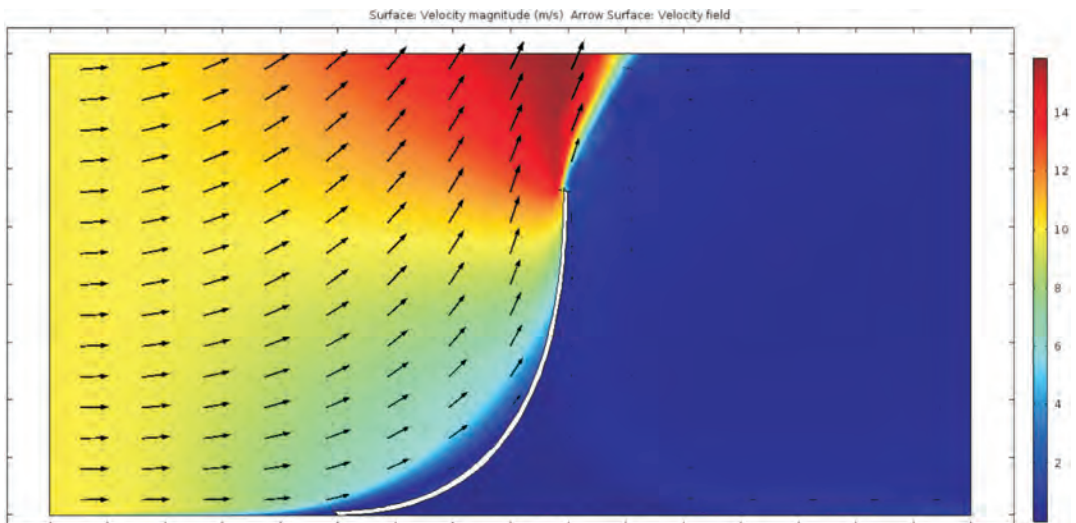
Была создана и отлажена математическая модель процесса. В среде COMSOL Multiphysics на плоскости была построена геометрическая модель в виде проекции установки сбоку (рисунки 1–3). В качестве начальных условий были выбраны температура 293,15 К, солнечная инсоляция 800 Вт/м<sup>2</sup>, скорость входящего потока 10 м/с. На рисунках скорости потока изображены в соответствии с цветовой шкалой, где синий цвет соответствует 0 м/с, а красный – максимуму.



**Рисунок 1** – Распределение скорости между лопатками варианта №1 (начальная скорость 10 м/с, мощность излучения 800 Вт/м<sup>2</sup>)



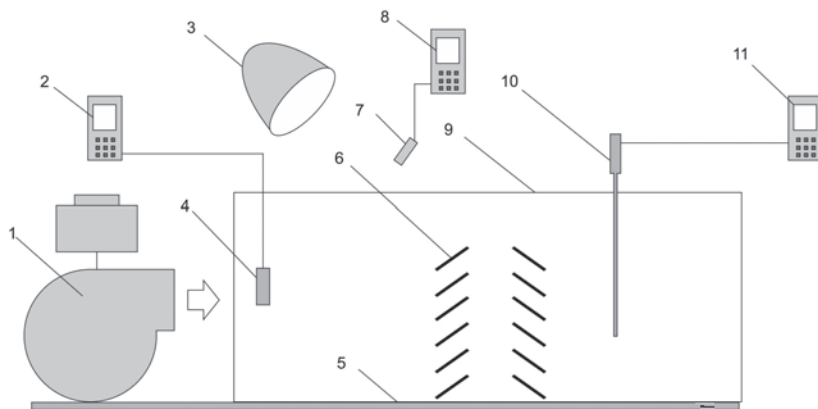
**Рисунок 2** – Распределение скорости между лопатками варианта №2 (начальная скорость 10 м/с, мощность излучения 800 Вт/м<sup>2</sup>)



**Рисунок 3** – Распределение скорости вокруг лопатки варианта №3 (начальная скорость 10 м/с, мощность излучения 800 Вт/м<sup>2</sup>)

Математическое моделирование показало, что наибольшая скорость потока достигается в плоскости над лопатками, перпендикулярной оси симметрии. С целью проверки полученных результатов был построен модельный стенд (рисунок 4)

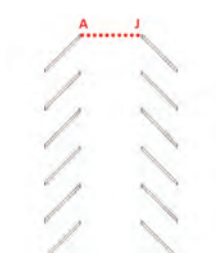
Вентилятор 1 (см. рисунок 4), оборудованный регулятором скорости, создает воздушный поток, поступающий в корпус стенда 9, установленного на основании 5. Входная скорость и температура входящего потока измеряются интегральным анемометром-термометром 2–4. Поток обтекает модель лопаток 6, которая освещается имитатором солнечного излучения 3, мощность излучения которого измеряется



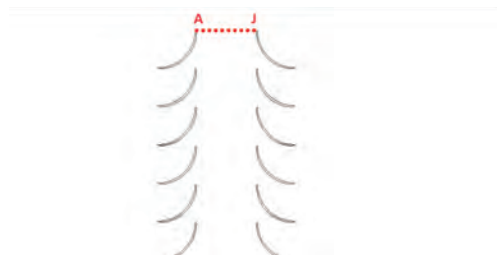
**Рисунок 4** – Схема стенда

люксметром 7–8. Распределение скорости и температуры воздуха в нужной точке определяется термоанемометром 10–11.

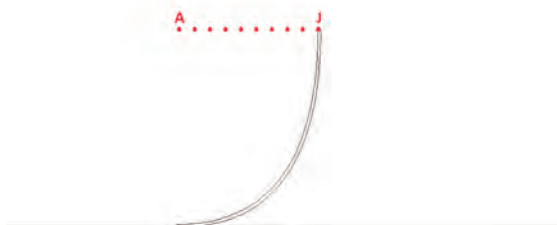
Были проведены стендовые испытания обтекания различного вида направляющих лопаток ВСУ «Торнадо». Для выяснения эффективной формы направляющих лопаток были осуществлены замеры скорости и температуры потока в десяти точках эффективного сечения (А–J) (рисунки 5–7) трёх видов лопаток при скоростях поступающего потока 5, 7 и 10 м/с и солнечной инсоляции 800 Вт/м<sup>2</sup>.



**Рисунок 5** – Контрольные точки в эффективном сечении лопаток варианта №1



**Рисунок 6** – Контрольные точки в эффективном сечении лопаток варианта №2

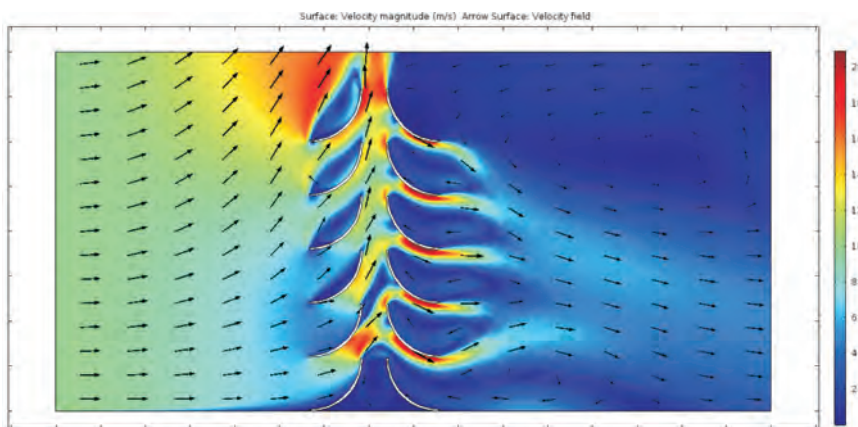


**Рисунок 7** – Контрольные точки в эффективном сечении лопаток варианта №3

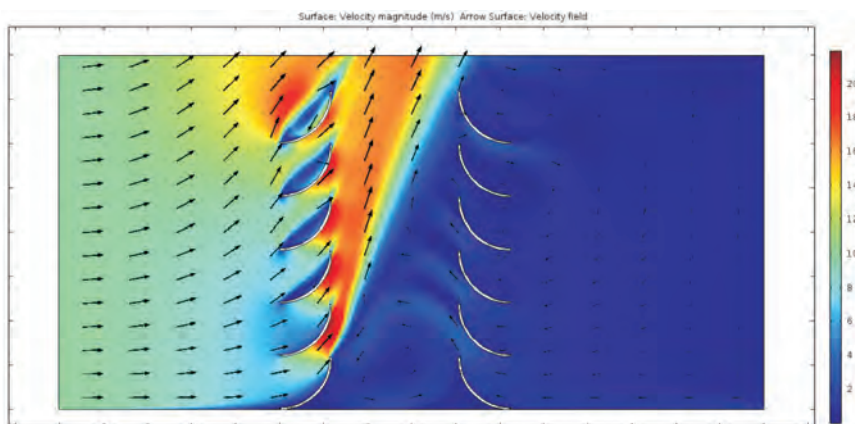
По результатам измерений был вычислен коэффициент концентрации потока в плоскости эффективного сечения, который является отношением скорости выходящего потока  $V_c$  в данной точке к скорости входящего потока  $V_0$ . Затем для лопаток каждого типа был найден средний арифметический коэффициент концентрации потока в эффективном сечении.

Исходя из данных было выяснено, что наибольшая концентрация потока достигается при обтекании воздухом варианта лопаток №2. Например, при скорости входящего потока 7 м/с коэффициент концентрации потока для варианта №2 достигает 1,43, в то время как для вариантов №1 и 3 он равен 1,20 и 1,12 соответственно.

Затем были проведены дополнительные исследования (измерения и математическое моделирование) обтекания потоком лопаток варианта №2 при различном отношении ширины модели к её высоте (0,08; 0,19; 0,26; 0,4; 0,42; 0,44; 0,46; 0,47; 0,49; 0,50 и 0,54) при скорости входящего потока 10 м/с в десяти точках эффективного сечения (А-Ж) с целью получения наибольшей концентрации потока (рисунки 8–10).

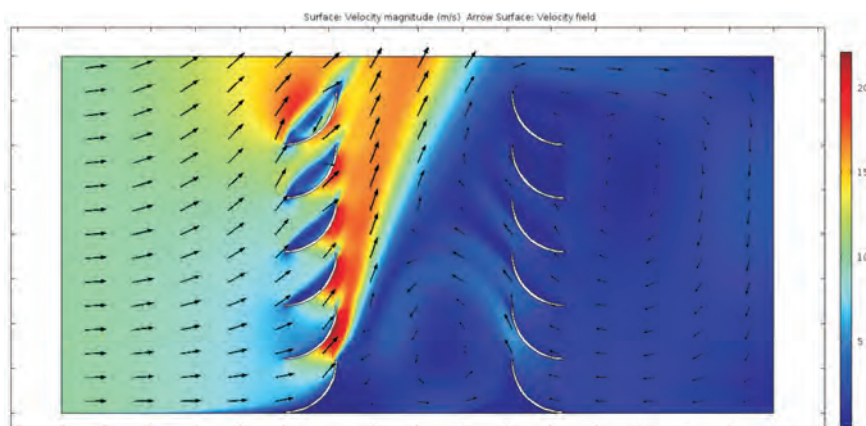


**Рисунок 8** – Распределение скорости вокруг лопаток варианта №2 при отношении ширины к высоте 0,08 (начальная скорость 10 м/с, мощность излучения 800 Вт/м<sup>2</sup>)



**Рисунок 9** – Распределение скорости вокруг лопаток варианта №2 при отношении ширины к высоте 0,4 (начальная скорость 10 м/с, мощность излучения 800 Вт/м<sup>2</sup>)



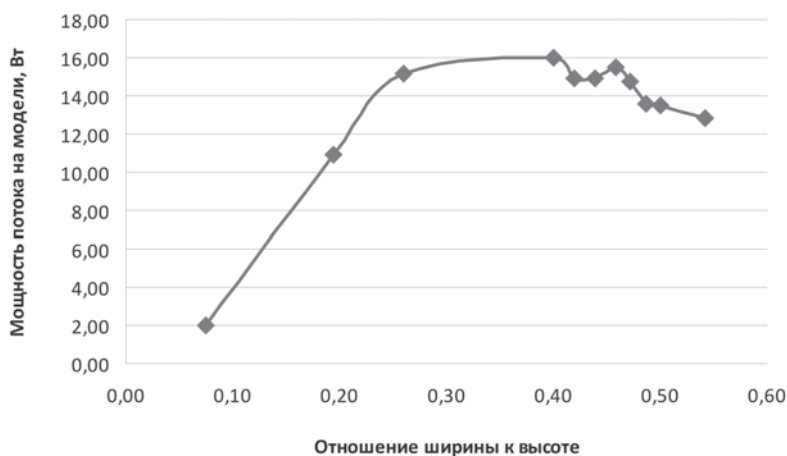


**Рисунок 10** – Распределение скорости вокруг лопаток варианта №2 при отношении ширины к высоте 0,54 (начальная скорость 10 м/с, мощность излучения 800 Вт/м<sup>2</sup>)

Для каждого отношения была вычислена средняя скорость потока  $V_{cp}$ . Была установлена мощность потока  $P$  в эффективном сечении модели, которая определяется как

$$P = \frac{\rho S V_{cp}^3}{2}, \text{ Вт}$$

где  $\rho = 1,2 \text{ кг/м}^3$  – плотность воздуха при температуре 20°C;  $S$  – площадь эффективного сечения модели, м<sup>2</sup>.



**Рисунок 11** – Зависимость мощности потока в эффективном сечении модели от отношения её ширины к высоте

По результатам вычислений мощности определено оптимальное отношение ширины модели к её высоте, при котором достигаются максимальная мощность и концентрация потока в эффективном сечении. Это отношение составляет 4:10.

Таким образом, в целях повышения эффективности работы ВСУ «Торнадо» рекомендуется:

1. Использовать лопатки варианта №2 (изогнутой формы) с отношением радиуса кривизны лопатки к высоте, равным 1:1.
2. Соблюдать отношение ширины установки к её высоте приблизительно 4:10.

По результатам расчетов и выработанных рекомендаций по изменению конструкции и дизайна ВСУ «Торнадо» возможна организация производства типорядов модернизированных электростанций «Торнадо» (20, 50, 100, 200, 500, 1000 кВт и более) в Казахстане и за рубежом.

Предполагается, что проведенные расчеты по оптимизации установки позволят электростанции «Торнадо» стать пионером в ряду мощных, промышленных солнечно-ветровых электростанций, вырабатывающих экологически чистую электроэнергию.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Гидродинамика. Изд. 5-е. – М., 2006. – 736 с.
- 2 Надиров Н.К., Низовкин В.М. Концентрация солнечно-ветровой энергии атмосферы и создание электростанций типа «Торнадо» // Нефть и газ. – 2015. – № 1. – С. 107 – 119.
- 3 Низовкин В.М., Надиров А.Б. Солнечно-ветровые электростанции башенные // Нефть и газ. – 2016. – С.91 – 96.
- 4 Низовкин В. М., Надиров Н.К. Ветросолнечная электростанция «Торнадо». Инновационный патент РК. – 2015. – №29993.
- 5 Надиров Н.К., Низовкин В.М. Солнечно-ветровая. электростанция «Торнадо». Патент РК на полезную модель. – 2016. – № 1611.
- 6 Надиров Н.К. Разработка и внедрение технологий по использованию возобновляемой энергетики. // Нефть и газ. – 2015. – № 3. – С. 38 – 39.
- 7 Низовкин В.М. Разработки и испытания оборудования альтернативной энергетики и транспорта // Нефть и газ. – 2015. – № 2. – С. 76 – 78.
- 8 Егоров И., Башкин В. Численное исследование задач внешней и внутренней аэродинамики. – Алматы, 2017. – 263 с.
- 9 Колесов Ю.Б. Моделирование систем. Практикум по компьютерному моделированию. – Алматы, 2007. – 352 с.
- 10 COMSOL Multiphysics User's Guide Version 4.3 – 2012.



---

---

# АГРОПРОМЫШЛЕННОСТЬ

УДК 621.865.8

**Е. В. ШУЛЕКА<sup>1</sup>, И. В. ИВАНОВА<sup>1</sup>, Н. А. БАГАНОВ<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Костанайский государственный университет им. А. Байтурсынова

<sup>2</sup> Костанайский инженерно-экономический университет им. М. Дулати

## РАЗРАБОТКА МЕХАТРОННОЙ СИСТЕМЫ ПОЛИВА РАСТЕНИЙ ДЛЯ МНОГОЯРУСНЫХ ТЕПЛИЦ

*Рассматриваются преимущества многоярусных теплиц. Определено оптимальное количество и расположение стеллажей для теплицы Т-100А. Рассчитаны габаритные размеры лотков для данного типа теплицы. Также продемонстрирован макет предлагаемой автоматической системы полива, которая должна обеспечить сохранение структуры почвы, высокий коэффициент использования орошаемой площади, возможность широкой механизации работ и высокую производительность труда. Рассмотрены задачи и алгоритм работы мехатронной системы полива. Сделаны выводы о преимуществах предлагаемой мехатронной системы полива многоярусных теплиц.*

**Ключевые слова:** многоярусная теплица, поверхностный полив, автоматизация полива, мехатронная система полива.

*Бұл мақалада көп деңгейлі жылыжайлардың артықшылықтары қарастырылады. Т-100А жылыжай үшін оңтайлы стеллаждар саны мен орналасуы анықталған. Жылыжайдың осы түріне арналған науалардың жалпы өлшемдері есептеледі. Қазақстан нарығында үлкен сандар бар бұрқуге арналған автоматты түрде ілулі рампалар көрсетілген. Сондай-ақ, ұсынылатын суару жүйесінің үлгісі көрсетіледі, ол топырақ құрылымын сақтауды, суармалы жерлердің жоғары пайдаланылу деңгейін, жұмыс көлемін механикаландыру және еңбек өнімділігінің жоғары болу мүмкіндігін қамтамасыз етуі тиіс. Мехатроникалық суару жүйесінің жұмысы мен алгоритмі қарастырылады. Көп деңгейлі жылыжайлар үшін ұсынылатын мехатроникалық суару жүйесінің артықшылықтары туралы қорытынды жасалды.*

**Кілттік сөздер:** көп деңгейлі жылыжай, жер үстін суару, суаруды автоматтандыру, мехатрондық суару жүйесі.

*The advantages of multi-tiered greenhouses are considered in this article. The optimal quantity and arrangement of racks for the T-100A greenhouse has been determined. The overall dimensions of the trays for this type of greenhouse are calculated. The existing automatic suspended ramps for watering by a dispersion method are shown in this article. They in large numbers are presented at the Kazakhstan market. Also the model of the proposed automatic watering system is demonstrated, it should ensure the stability of the structure, high utilization rate of the watering area, the possibility of extensive mechanization of work and high labor productivity. The tasks and the algorithm of operation of the mechatronic watering*

system are considered. The conclusions about the advantages of the proposed mechatronic system of multi-tiered greenhouses watering were reached.

**Keywords:** multi-tiered greenhouse, the surface watering, watering automation, mechatronic system of watering.

По данным комиссии ООН по народонаселению и развитию, до 2050 года количество землян вырастет с 6,1 до 9,3 млрд. Это приведёт человечество к рубежу, за которым существующие способы получения пищевых продуктов (в основе которых чаще всего лежит пахотное земледелие) уже не смогут удовлетворять потребности цивилизации [1].

Для получения максимально возможного количества продукции с единицы полезной площади нами были выбраны в качестве объекта исследования многоярусные теплицы. Они дают возможность использовать не только квадратные, но и кубические метры культивационного помещения. Традиционно высота теплицы составляет несколько метров. Летом и в межсезонье, когда выращиваются огурцы/помидоры, по высоте сооружение более-менее заполнено. Однако в зимние месяцы, если основные овощи не культивировать (многие хозяйства переходят на выращивание зелени и рассады), всё меняется. Отапливаемый объём используется нерационально, там, где воздух наиболее тёплый (он, как известно, поднимается вверх), растений нет. Пригодное по температурному режиму пространство в несколько метров высотой просто простаивает. Выгоночные культуры поднимаются над грунтом теплицы на 30–40 см, а высота теплицы в коньке достигает 6 м, то есть превышает рост самого растения в 15 раз. Над растениями остаётся ещё от 3 до 5 м свободного пространства.

Если установить в теплице 3–4 (или больше) стеллажа/яруса, то при неизменной площади помещения можно получить дополнительный урожай. Причём теми же остаются капитальные затраты и текущие расходы на энергию. По сути, мы имеем возможность использовать бесплатное тепло, которое и так уже сгенерировано.

В многоярусных теплицах выращивают невысокие растения, например цветы, грибы, рассаду, выгоночные культуры зелени (лук, петрушка, салат, сельдерей и т.д.), томат, перец, клубнику, столовую свеклу, морковь, баклажаны. Сорты подбираются исключительно низкорослые, которые отличаются повышенной активностью (имеют короткие пути движения основных веществ) и должны помещаться в несколько этажей. Кроме того, они должны быть скороспелыми, высокопродуктивными, с «дружной» отдачей урожая.

В каждом ярусе предлагается располагать растения со своим ассимиляционным аппаратом и корневой системой. Их организуют от 2 до 10, в зависимости от условий эксплуатации культивационного помещения. Как правило, выделяются места для нескольких стадий выращивания: для сеянцев, рассады и взрослых растений (овощные отделения теплицы).

Стеллажи располагаются по высоте на нескольких уровнях. Ширина стеллажей с почвосмесью обычно рассчитывается таким образом, чтобы можно было сделать одну или две грядки на каждом ярусе.

Для проведения исследований была выбрана блочная промышленная теплица типа Т-100А круглогодичного использования площадью 1000 м<sup>2</sup>, предназначенная для выращивания растений многоярусным методом.

Теплица состоит из пяти отделений:

отделение сеянцев площадью 56,4 м<sup>2</sup>;

рассадное отделение площадью 111,6 м<sup>2</sup>;

три овощных отделения общей площадью 761,4 м<sup>2</sup>.

Площадь теплицы.....	1000,0 м <sup>2</sup>
Размер теплицы в плане.....	14,0×71,28 м
Пролет.....	2,3 м
Шаг несущих стоек каркаса.....	1,5 м
Высота до конька.....	3,901 м
Ориентация коньков теплицы — С-Ю.	
Режим работы круглогодичный.	

Метод многоярусной технологии позволяет увеличить:

производительно используемый объем теплиц при размещении 25–30 растений на 1 м<sup>2</sup> площади теплицы;

количество культурооборотов – до 4–5 в год;

общий выход продукции – до 120 кг/м<sup>2</sup> в год.

Каркас теплицы из стальных оцинкованных профилей заводского изготовления совмещён с инженерно-технологическим оборудованием. Ограждение теплицы из поликарбонатных панелей (рисунок 1).

На стойках размещены технологические лотки в 5 ярусов для выращивания сеянцев, рассады, овощей и ягод.

Габаритные размеры лотка: 1500×700×100 мм. Отопление — система контурного, кровельного, напольного, подлоткового обогрева. Система досвечивания — облучательные установки УОРТ15-400-ДНaТ и УОРТ40-150-ДНaТ. Электроснабжение, водоснабжение — от внешнего источника. Водоотведение — во внешние сети канализации. Теплоснабжение — от собственной котельной или внешнего источника.



Рисунок 1 – Макет расположения ярусов в теплице

При выращивании овощной продукции в закрытом грунте используют различные способы и технические средства полива. Наиболее распространен поверхностный (полив вручную из шланга), реже дождевание, капельный и внутрипочвенный полив. Каждый из этих способов полива имеет недостатки, поэтому перед мелиоративной наукой была поставлена сложная народнохозяйственная задача – разработать и про-

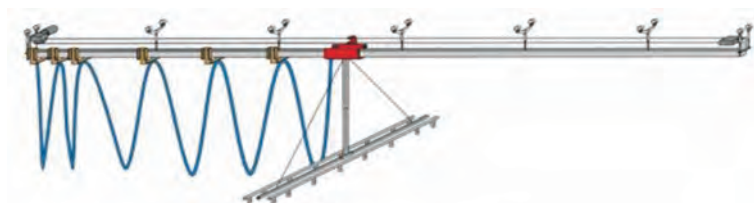
верить в производственных условиях новые технические средства технологии орошения для закрытого грунта, позволяющие регулировать мелиоративные режимы в оптимальных пределах и повысить эффективность использования водных, трудовых и энергетических ресурсов.

Основное назначение полива – подать на поливной участок определённое количество воды в нужные сроки, равномерно распределить ее на площади и обеспечить поглощение воды в почву. При этом техника полива должна обеспечить сохранение структуры почвы, высокий коэффициент использования орошаемой площади, возможность широкой механизации работ и высокую производительность труда.

При поверхностном орошении вода подаётся на поверхность грунта. Равномерное распределение поливной струи по участку и ее поступление в почву (поглощение) определяются тремя факторами: размером струи (расхода), скоростью движения воды и скоростью ее поступления в почву.

Рационализация техники (технологии) полива при поверхностном способе орошения должна рассматриваться в тесной взаимосвязи с конструкцией оросительной и дренажной сети, режимами орошения и промывок, различными технологическими средствами для очистки воды.

В качестве основы для разработки мехатронной системы полива предлагается использовать уже существующие автоматические подвесные рамы для полива методом распыления, которые в большом количестве представлены на рынке Казахстана. Автоматизированные поливочные рамы обеспечивают качественный и равномерный полив растений. Предусмотрены конструкции как для тоннельных, ангарных, так и для блочных теплиц. Имеются различные вариации подвеса шланга, конструкции однорельсового и двурельсового механизма (рисунок 2) [2].



**Рисунок 2** – Подвесная поливочная рама

Рампа состоит из модульных алюминиевых профилей со стандартной высотой 120 мм, чтобы избежать любого возможного изгиба. Независима от шага конструкции теплицы. Рампа безопасно и бесшумно движется внутри профиля благодаря специальным вулканизированным колёсам. При использовании алюминиевых профилей система становится лёгкой и простой в установке.

Панель управления с сенсорным экраном и графическим интерфейсом позволяет:  
выбрать ручной и автоматический режимы;  
установку данных полива—направление, скорость и количество циклов полива каждой зоны;

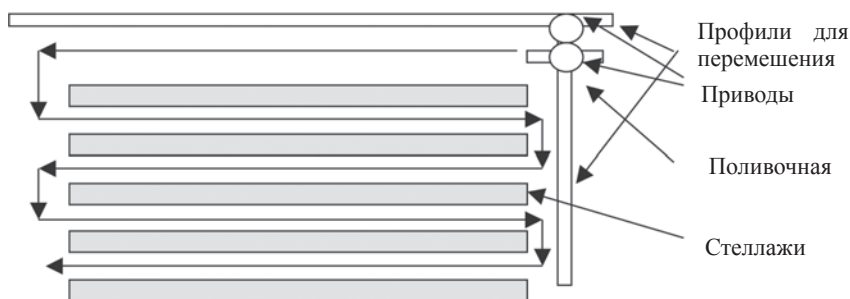
возможность программирования положения рамы по окончании полива и положение начала полива.

В отличие от имеющихся готовых поливочных рампы конструкция разрабатываемой рампы отличается тем, что имеются две степени свободы для ее движения, то есть она должна перемещаться не только по горизонтали, но и по вертикали. Этого можно достичь, добавив вертикальный профиль и привод на него (рисунок 3).



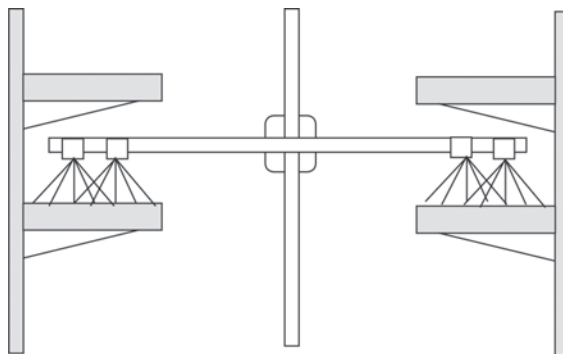
**Рисунок 3** – Перемещение поливочной рампы по профилям

Разрабатываемая поливочная рампа должна двигаться в проходе между двумя рядами вдоль теплицы. По окончании полива одного яруса рампа автоматически прекращает полив, перемещается к следующему ярусу и начинает его полив. Таким образом, могут быть политы все ярусы двух рядов (рисунок 4).



**Рисунок 4** – Схема движения поливочной рампы

Края лотков вдоль прохода не должны иметь вертикальных опор для свободного прохождения рампы. Целесообразно выполнить наклонные опоры под лотками (рисунок 5).



**Рисунок 5** – Расположение рампы между ярусами

Для достижения поставленной цели нами были определены задачи мехатронной системы полива растений:

1. Основная задача автоматического полива – это равномерное орошение всех растений в теплице, именно равномерное, что ни при каких условиях нельзя обеспечить при ручном поливе из шланга. Это преимущество исключает образование воздухопроницаемой корки на поверхности почвы, препятствующей полноценному дыханию растений.

2. Вторая задача автополива – это обеспечение индивидуальных норм полива каждого вида растений. Как известно, у всех растений разные потребности в количестве воды, что особенно проявляется в период активного роста и цветения. Поэтому одинаковое количество воды при поливе для двух разных растений в лучшем случае приведёт к гибели одного из растений, а в худшем – сразу обоих. С помощью автоматической системы полива можно настроить на любое количество осадков, которое в действительности необходимо растениям.

3. Дополнительно система автополива освобождает человека от выполнения рутинной работы.

Самый весомый аргумент в пользу автоматического полива заключается в том, что с помощью этой системы снимается главный с точки зрения растений вопрос – своевременный, качественный полив тогда, когда им это действительно необходимо, и в том количестве, в каком это действительно нужно.

Алгоритм работы мехатронной системы полива выглядит следующим образом:

1. Система полива периодически проверяет влажность грунта в лотках с растениями.

2. При получении сигнала от датчиков о недостаточной влажности почвы запускается полив.

3. После некоторой паузы (от 10 мин) система полива вновь запрашивает уровень влажности грунта. При необходимости, процесс повторяется.

4. При достижении необходимого уровня содержания влаги в почве система полива останавливается до нового срабатывания датчиков влажности.

Таким образом, многоярусные теплицы позволяют получить максимально возможное количество продукции с единицы полезной площади с теми же капитальными затратами на текущие расходы и энергию. Предлагаемая схема автоматизации полива обеспечивает более качественный полив и даёт возможность сделать тепличное сооружение менее зависимым от присутствия человека. Мехатронная система полива растений перспективна и экономически оправдана. Дальнейшие исследования будут направлены на детальное изучение всех характеристик и зависимостей.

## ЛИТЕРАТУРА

1 Вышпольский Ф.Ф., Бекбаев Р.К., Бекбаев У.К., Басманов А.В. Технология поверхностного полива и коэффициент использования воды. – СПб., 2012. – 253 с.

2 Егоров О.Д., Подураев Ю.В. Конструирование мехатронных модулей: Учебник. – М.: ИЦ МГТУ «СТАНКИН», 2004. – 360 с.



---

---

## ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ...

### *Лодыря гонять*

Искусственная минеральная вода – это вовсе не изобретение нашего времени. В Москве в 1825 году впервые в России открылось «Заведение искусственных минеральных вод» профессора Московского университета Х. И. Лодера. Располагалось оно на Остоженке над Москвой-рекой около Крымского брода. Лечение стоило немало – 300 рублей, но, судя по частому упоминанию в мемуарах, клиника была очень популярна. Вошло в моду быть нездоровым и лечиться водами, благо теперь не надо было ездить в Баден-Баден или хоть в Липецк. Так, Вяземский пишет в Петербург Пушкину о заболевшем Жуковском: «Убеди его куда-нибудь съездить, хоть в Москву, к искусственным водам». Больше всего лечились дамы и старики-сановники, видимо, от неизлечимой болезни – старости. А молодежь посещала курорт по другой причине – здесь был тогда самый популярный в Москве «рынок женихов и невест».

Уже в 6-м часу утра съезжались в Хилков переулок экипажи, и сразу же прибывшим раздавали кружки с водой. Христиан Иванович Лодер прописывал не только питье «кислых» вод, но и минеральные ванны и многочасовые прогулки на воздухе. В бодром темпе отдыхающие шагали по дорожкам парка к Москве-реке и обратно под музыку духового оркестра, спрятанного в одной из беседок. А скучающие в ожидании хозяев кучеры объясняли прохожим, что тут, мол, «Лодер бар гоняет» или «Лодерем ходят». Так от имени вполне трудолюбивого профессора Лодера и произошло выражение «лодыря гонять».

### *Неопределившиеся реки*

Существуют реки, в которых периодически меняются местами исток и устье.

Если озера расположены на одной высоте над уровнем моря, то уровень воды в них зависит от направления течения реки, соединяющей озера, и от колебаний уровня грунтовых вод. А последнее, в свою очередь, самым непосредственным образом влияет на направление реки. Ведь при повышении уровня грунтовых вод под одним озером в нем повышается и уровень воды, и течение реки направляется в сторону озера более мелководного и наоборот. Такое явление свойственно, например, реке Шуя, соединяющей Шотозеро с озером Суоярви.

Правда не всегда в изменении направления течения реки виноваты грунтовые воды. Это может быть вызвано также ветровыми волнами.

### *Как ветеринар шины придумал*

Пневматические шины изобрел ветеринар. Ветеринаром этим был англичанин Джон Данлоп. Он практиковал в Белфасте. Сам много ездил на велосипеде по окрестностям, выполняя свои обязанности, а его сын катался на трехколесном велосипеде. Тогда по краю обода закреплялся узкий слой резины для амортизации. Но не зря велосипед звали «костотрясом» – на камнях седока очень трясло, а в земле колеса проваливались. Глядя на сына, Данлоп решил модернизировать колеса, сделав ход мягче, и чтобы на дорожках не оставалось борозд от колес. Диск колеса обернул несколькими склеенными слоями резины, в которые накачал воздух. Сын был в восторге. Ход велосипеда стал легким, колеса не вязли, а тряска исчезла.

Местный торговец велосипедами помог Данлопу в получении патента. В июле 1888 г. изобретение было зарегистрировано. Интересный факт: Данлоп

получил патент и на вентиль. Как истинный врач, он описал его как маленькое отверстие, подобное «узкому каналу, который создает проход в кишечнике».

### *Алмазы горят*

Этот интересный факт был выяснен в результате экспериментов, проводимых с этим минералом. При больших температурах (850–1000°С) необычайно твердый минерал превращается в чистый углекислый газ, не оставляя иных веществ. Это было впервые доказано еще в 1694 году, когда итальянские учёные Дж. Аверани и К.-А. Тарджони попытались сплавить несколько мелких алмазов в один крупный. Температура горения алмаза в струе чистого кислорода несколько меньше – 720 – 800 °С. Причем в нем минерал горит красивым голубым пламенем.

Также интересен тот факт, что при полном отсутствии кислорода возможно сделать из алмаза обычный графит. Для этого необходимо всего лишь нагреть камень до температуры 2000 °С. Все эти факты были неоднократно доказаны учеными мира на практике, а позже научно обоснованы.

### *Тайна ревизора*

Основной сюжет бессмертного произведения Н. В. Гоголя «Ревизор» был подсказан автору А. С. Пушкиным. Эти великие классики были друзьями. Однажды Александр Сергеевич рассказал Николаю Васильевичу интересный факт из жизни города Устюжна Новгородской губернии. Именно этот случай и лег в основу произведения Николая Гоголя.

На протяжении всего времени написания «Ревизора» Гоголь часто писал Пуш-

кину о своей работе, рассказывал, в какой стадии она находится, а также неоднократно сообщал о том, что хочет её бросить. Однако Пушкин запрещал ему это делать, поэтому «Ревизор» все же был дописан.

Кстати говоря, Пушкин, присутствовавший на первом прочтении пьесы, остался от нее в полном восторге.

### *Не желаете ли примерить парик?*

А знаете ли вы, что парики как украшение для головы человечество использует с глубокой древности? Чтобы быть схожим с сильным быком или же с быстрым орлом, наши далекие предки сдирали с пойманной добычи часть шкуры или кожи и смолой крепили себе на голову. Такое украшение стало символом высокого положения в первобытном обществе. Со временем «звериные» парики из моды вышли. Хотя как отголосок тех нравов – рога на шлемах скандинавских воинов всем известны.

Еще одна функция парика – скрыть недостатки собственной шевелюры. Вот Юлий Цезарь был лысоват. Но прятал плешивость, нет, не париком – в Риме парики были не в ходу, а венком.

В Средние века зачастую в знак покорности богам волосы приносились в жертву богам. А взамен одевался парик. Или вот вельможи. Как король будет смотреться в шапке? Несолидно. А в парике? Другое дело! А в мороз надевались два-три парика.

Петр I в поездках по Европе заразился идеей париков. Русские бояре, крестьяне и чертыхаясь втихомолку, бороды брили, а на головы примеряли «басурманскую срамоту». Но смирились. Для статуса.

Парики и сейчас в ходу. Но в повседневной жизни, как правило, без экзотики.

*По материалам СМИ*

---

---

# ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА

УДК 541.138/546.56-121:539.2

**А. Л. КОЗЛОВСКИЙ**

*Астанинский филиал Института ядерной физики МЭ РК*

## **КРИСТАЛЛОГЕНЕЗИС НАНОСТРУКТУР НА ОСНОВЕ СПЛАВА ЖЕЛЕЗО-КОБАЛЬТА**

*Полые наноструктуры на основе сплава  $Fe_xCo_{100-x}$  были синтезированы в порах полимерных темплатных матриц на основе ПЭТФ с применением метода электрохимического осаждения. Морфология, элементный состав и структурные особенности были охарактеризованы с помощью растровой электронной микроскопии, энергодисперсионного анализа, рентгеновской дифрактометрии. Установлено, что синтезированные наноструктуры представляют собой полые  $Fe_xCo_{100-x}$  нанотрубки с объемно-центрированной кубической кристаллической структурой. Уменьшение параметра элементарной ячейки с увеличением концентрации кобальта связано с различием радиусов атомов Fe (1,227 Å) и Co (1,191 Å). Согласно полученным данным изменения среднего размера кристаллитов был сделан вывод о том, что увеличение концентрации Co в кристаллической структуре нанотрубок приводит к уменьшению среднего размера кристаллитов, которое обусловлено увеличением микродеформации в структуре.*

**Ключевые слова:** *трековые мембраны, нанотрубки, магнитные структуры, электрохимическое осаждение, магнитные свойства.*

*$Fe_xCo_{100-x}$  қорытпасына негізделген шұңқырлы наноқұрылымдар электрохимиялық тұндыру әдісімен ПЭТФ негізіндегі полимерлік шаблондардың кеуектерінде синтезделді. Морфология, элементтік құрам және құрылымдық ерекшеліктер сканерден өтетін электрондық микроскопиямен, энергия дисперсті талдауымен, рентгендік дифрактометриямен сипатталды. Синтезделген наноқұрылымдар орган бағдарланған текше кристалды құрылымы бар шұңқырлы  $Fe_xCo_{100-x}$  нанотүтікшелер болып табылады. Кобальт атомдарының арттыру концентрациясы параметрін ұяшық азайту Fe (1,227 Å) және Co (1,191 Å) радиусы арасындағы айырма байланысты. Алынған мәліметтерге сәйкес, кристалликтердің орташа өлшемдеріндегі өзгерістер жасалды. Нанотүтікшелердің кристалдық құрылымында Co концентрациясының ұлғаюы кристаллитдердің орташа мөлшерінің төмендеуіне алып келеді, бұл құрылымдағы микродеформацияның құнының өсуіне байланысты.*

**Keywords:** *трек мембрандар, нанотүтікшелерді, магнитті структуралар, электродтауды, магнитті қасиеттер.*

*Hollow nanostructures based on  $Fe_xCo_{100-x}$  alloy were synthesized in the pores of polymer templates based on PET using the electrochemical deposition method. Morphology, elemental composition and structural features were characterized by scanning electron microscopy, energy dispersive analysis, X-ray diffractometry. It is established that the synthesized nanostructures are hollow  $Fe_xCo_{100-x}$  nanotubes with*

*a body-centered cubic crystal structure. The decrease in the unit cell parameter with increasing cobalt concentration is due to the difference in the radii of the Fe (1.227 Å) and Co (1.191 Å) atoms. According to the data obtained, changes in the mean size of the crystallites concluded that an increase in Co concentration in the crystal structure of nanotubes leads to a decrease in the average size of crystallites, which is caused by an increase in microdeformation in structure.*

**Keywords:** track membrane, nanotubes, magnetic structures, electro deposition, magnetic properties.

В последнее время получение наноструктурных материалов является одним из наиболее привлекательных исследовательских направлений в основном из-за широкого поля потенциальных применений наноструктур, начиная от микроэлектроники, накопителей информации и средств связи до биотехнологий [1-3]. Наноструктуры имеют важное значение не только потому, что они позволяют миниатюризировать устройства, но и потому, что материалы, сконструированные на наноуровне, показывают свойства, сильно отличающиеся от макроразмерных объектов [4,5]. Одной из важных проблем современного материаловедения является производство наноматериалов, которая включает как научные, так и технологические аспекты. Способ производства влияет на структурные и магнитные свойства синтезируемых наноматериалов. При этом немаловажную роль в изменении физико-химических свойств наноматериалов играют такие факторы, как геометрические характеристики и кристаллическая структура [6]. Выбор материалов на основе железа-кобальта обусловлен потенциальным применением наноструктур на их основе в различных приложениях, например в катализе [7], биомедицине [8], магнитных носителях информации [9].

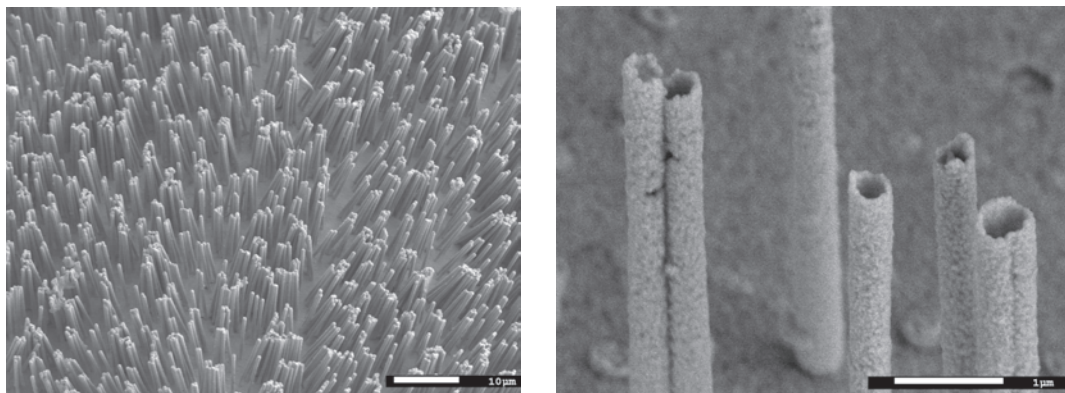
В статье представлены результаты систематического исследования структурных свойств  $\text{Fe}_x\text{Co}_{100-x}$  нанотрубок, полученных методом электрохимического синтеза. Морфология, элементный состав и структурные особенности были охарактеризованы с помощью растровой электронной микроскопии, энергодисперсионного анализа и рентгеновской дифрактометрии.

**Экспериментальная часть.** Электрохимическое осаждение в нанопоры шаблонных матриц на основе полиэтилентерефталата проводилось в потенциостатическом режиме при напряжении 2,0 В. Состав раствора электролита для получения железных и железо-кобальтовых наноструктур: 7-водные сульфаты железа и кобальта  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  в необходимом молярном соотношении, а также 6-водный хлорид железа  $\text{FeCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , борная  $\text{H}_3\text{BO}_3$  и аскорбиновая  $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$  кислоты. Все использованные химические реактивы имели чистоту «ч.д.а» или «х.ч.» Контроль за процессом роста наноструктур осуществлялся методом хроноамперометрии с использованием мультиметра Agilent 34410A.

Структурные характеристики и элементный состав полученных нанотрубок до и после облучения исследовались с использованием растрового электронного микроскопа Hitachi TM3030 с системой микроанализа Bruker XFlash MIN SVE при ускоряющем напряжении 15 кВ. Рентгеноструктурный анализ проводился на дифрактометре D8 ADVANCE ECO (Bruker, Германия) при использовании излучения  $\text{CuK}\alpha$ . Для идентификации фаз и исследования кристаллической структуры применялись программное обеспечение Bruker AXSDIFFRAC.EVA v.4.2 и международная база данных ICDD PDF-2.

**Результаты и их обсуждение.** Для изучения морфологии синтезированных нанотрубок была применена растровая электронная микроскопия. Перед исследовани-

ем образцы освобождались от полимерной матрицы путем растворения полимера в растворе 9,0 М NaOH при температуре 60°C в течение 1 ч. Для удаления остатков полимера после растворения образцы промывались в растворах уксусной кислоты и деонизированной воды в ультразвуковой ванне в течение 5 мин, процедура промывки повторялась 3 раза. На рисунке 1 представлены РЭМ изображения синтезированных нанотрубок.



**Рисунок 1** – РЭМ изображения синтезированных нанотрубок

Анализ РЭМ снимков полученных наноструктур показал, что высота нанотрубок равна толщине шаблона – 12 мкм, а диаметр – 110 нм. Из-за недостаточного разрешения РЭМ анализ внутренних диаметров полученных нанотрубок не проводили. Внутренние диаметры, находящиеся в ПЭТФ шаблонах наноструктур, изучали манометрическим методом определения газопроницаемости. В таблице 1 представлены данные измерения геометрических параметров синтезированных нанотрубок.

**Таблица 1** – Данные геометрических характеристик  $\text{Fe}_x\text{Co}_{100-x}$  нанотрубок, нм

Состав нанотрубок $\text{Fe}_x\text{Co}_{100-x}$	Внешний диаметр	Внутренний диаметр	Толщина стенок
$\text{Fe}_{100}$	110	80	15
$\text{Fe}_{80}\text{Co}_{20}$		79	15
$\text{Fe}_{60}\text{Co}_{40}$		78	16
$\text{Fe}_{40}\text{Co}_{60}$		75	17
$\text{Fe}_{20}\text{Co}_{80}$		74	18

Для определения элементного состава были применены методы ЭДА. В таблице 2 приведены данные элементного состава. Достоверность результатов подтверждалась снятием спектров с пяти точек по поверхности исследуемого образца, а также снятием карт распределения элементов в структуре при помощи метода картирования.



Таблица 2 – Данные элементного анализа синтезированных образцов, %

Состав нанотрубок $Fe_xCo_{100-x}$	Атомный вес Fe	Погрешность	Атомный вес Co	Погрешность
$Fe_{100}$	100	1,2	–	–
$Fe_{80}Co_{20}$	82,46	1,1	17,54	0,4
$Fe_{60}Co_{40}$	59,46	0,5	40,54	0,4
$Fe_{40}Co_{60}$	40,29	0,4	59,71	0,6
$Fe_{20}Co_{80}$	18,91	0,2	81,09	1,0

Как видно из представленных данных, атомное соотношение компонентов в синтезированных образцах соответствует весовому соотношению компонентов электролита, используемого для синтеза. Таким образом, применение метода электрохимического осаждения при заданных условиях позволяет получать полые наноструктуры с заданными геометрическими свойствами и контролируемым атомным соотношением.

Для определения влияния условий осаждения на кристаллическую структуру был проведен РСА синтезированных образцов при различных условиях синтеза. На рисунке 2 представлены рентгеновские дифрактограммы синтезированных образцов. Уширение пиков свидетельствует о поликристаллической структуре  $Fe_xCo_{100-x}$  нанотрубок. Основную часть синтезированных наноструктур составляют  $Fe_xCo_{100-x}$  нанотрубки с объемно-центрированной кубической кристаллической структурой (пространственная группа  $Im\bar{3}m$ ) с параметром элементарной ячейки, отличающимся от эталонного значения. Поскольку полученное значение параметра оказалось несколько больше величины стандартного образца, можно предположить, что наблюдаемая фаза является твердым раствором замещения кобальта в железе. Согласно литературным данным ОЦК структура характерна для массивов  $Fe_xCo_{100-x}$  нанотрубок с содержанием Co менее 90% [10] и пленок с содержанием кобальта < 85% [11].

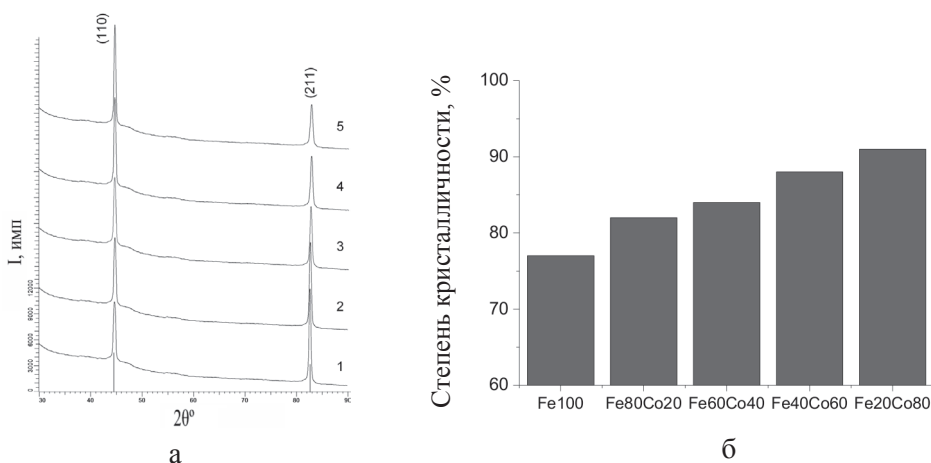


Рисунок 2 – РСА дифрактограммы исследуемых образцов  $Fe_xCo_{100-x}$  нанотрубок (а): 1 –  $Fe_{100}Co_0$ ; 2 –  $Fe_{82,46}Co_{17,54}$ ; 3 –  $Fe_{59,46}Co_{40,54}$ ; 4 –  $Fe_{40,29}Co_{59,71}$ ; 5 –  $Fe_{18,91}Co_{81,09}$ ; диаграмма изменения степени кристалличности в зависимости от фазового состава (б)



В результате обработки рентгеновских дифрактограмм были определены параметры элементарной ячейки для исследуемых образцов. Параметр кристаллической решетки рассчитывался с использованием экстраполяционной функции Нельсона – Тейлора. Значение и погрешность определения параметра  $a$  найдены путем линейной экстраполяции этой функции к нулевому значению аргумента ( $\theta = 90^\circ$ ). Средний размер кристаллитов определялся по уравнению Шерера. Результаты изменения основных характеристик кристаллической структуры для исследуемых образцов представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Данные изменения характеристик кристаллической структуры

Состав нанотрубок $\text{Fe}_x\text{Co}_{100-x}$	$a$ , Å	$L$ , нм	$K$
$\text{Fe}_{100}$	2,8627	21	9,91
$\text{Fe}_{80}\text{Co}_{20}$	2,8579	19	9,89
$\text{Fe}_{60}\text{Co}_{40}$	2,8501	15	10,01
$\text{Fe}_{40}\text{Co}_{60}$	2,8471	12	9,96
$\text{Fe}_{20}\text{Co}_{80}$	2,8421	10	9,93

Как видно, с увеличением концентрации кобальта в структуре  $\text{Fe}_x\text{Co}_{100-x}$  нанотрубок наблюдается снижение параметра кристаллической решетки. Уменьшение параметра элементарной ячейки связано с различием радиусов атомов Fe (1,227 Å) и Co (1,191 Å).

Изменение интенсивности и формы дифракционных пиков может быть обусловлено несовершенством кристаллической структуры, а также дефектами, сформировавшимися в процессе синтеза нанотрубок. Наличие в структуре дефектов первого рода (точечные дефекты, дислокационные петли, частицы новой фазы) приводит к смещению дифракционных максимумов, что не влияет на уширение дифракционных линий. Дефекты второго рода (дислокации, скопление дефектов) вызывают уширение дифракционных линий. Согласно теории кристаллографии уширение дифракционных линий обусловлено двумя факторами: 1) уменьшением среднего размера кристаллитов; 2) увеличением количества микронапряжений в кристаллической структуре. При этом на количество микронапряжений и изменение среднего размера кристаллитов оказывает воздействие изменение элементного состава нанотрубок, геометрии структуры.

В таблице 3 представлены результаты расчетов  $K$ . Согласно полученным данным на изменение формы дифракционных пиков влияют оба фактора. В процессе синтеза нанотрубок с увеличением концентрации кобальта в кристаллической структуре образуется большое количество дефектов, обусловленное разницей между диаметрами радиусов атомов железа и кобальта. Также рост концентрации кобальта приводит к появлению выделенного текстурного направления в направлении (110). Однако увеличение концентрации Co в структуре нанотрубок способствует большому смещению дифракционных максимумов (110) от эталонного значения, что может быть обусловлено появлением частиц новой фазы, характерной для фазы Co.

Изменение FWHM основной дифракционной линии (110) на рентгенограммах свидетельствует об увеличении степени кристалличности с уменьшением атомного содержания железа в нанотрубках. При аппроксимации линий на дифрактограмме необходимым числом симметричных функций псевдо-Фойгта была определена ширина зарегистрированных линий FWHM, которая позволила охарактеризовать совершенство кристаллической структуры и оценить степень кристалличности.

Согласно представленным данным на диаграмме (см. рисунок 2, б) видно, что с ростом концентрации кобальта в структуре увеличивается степень кристалличности, а также меняются основные характеристики кристаллической структуры: параметр элементарной ячейки, средний размер кристаллитов, текстурные коэффициенты.

Согласно представленным данным изменения среднего размера кристаллитов в таблице 3 можно сделать следующий вывод: увеличение концентрации Co в кристаллической структуре нанотрубок приводит к уменьшению среднего размера кристаллитов, что может быть обусловлено повышением величины микродеформации в структуре.

**Заключение.** Полые наноструктуры на основе сплава  $Fe_xCo_{100-x}$  были синтезированы в порах полимерных темплатных матриц на основе ПЭТФ с применением метода электрохимического осаждения. Обнаружена зависимость изменения структурных и магнитных свойств от атомного содержания компонентов в структуре нанотрубок. Установлено, что синтезированные наноструктуры представляют собой полые  $Fe_xCo_{100-x}$  нанотрубки с объемно-центрированной кубической кристаллической структурой (пространственная группа  $Im\bar{3}m$ ) с параметром элементарной ячейки, отличающимся от эталонного значения. Уменьшение параметра элементарной ячейки связано с различием радиусов атомов Fe (1,227 Å) и Co (1,191 Å).

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Wu D. // Inorganic Chemistry. – 2017. – DOI: 10.1021/acs.inorgchem.7b00304.
- 2 Cristea C., Galatus R. // Nanomaterials. – 2017. – V.7 – P. 119.
- 3 Wang P., Du M., Zhu H. // Chem. Eng. J. – 2014. – V. 248. – P.307-314.
- 4 Graham L. M., Cho S. // Chem. Commun. – 2014. – V.50 – P.527–529.
- 5 Alnassar M., Alfadhel A. // J. Appl. Phys. – 2015. – V.117. – P.170–711.
- 6 Zhou D., Wang T., Zhu M. G. // J. Magn. – 2011. – V. 16. – P. 413–416.
- 7 Prina-Mello A., Diao Z. // J. Nanobiotechnology. – 2006. – V. 4. – P.9.
- 8 Bucak S., Yavuztürk B. // Recent Adv. Nov. Drug Carr. Syst. – 2012. – V. 2. – P.165–200.
- 9 Zhang L., Petit T. // Biol. Med. – 2012. – V. 8. – P.1074–1080.
- 10 Chen Z., Zhan Q. // J. Phys. Condens. Matter. – 2002. – V.14. – P.613.
- 11 Hunter D., Osborn W. // Nat. Commun. – 2011. – V.2. – P.518.

---

---

# ЭКОНОМИКА

УДК 629.351:631

**Н. А. УМБЕТАЛИЕВ**

*Шымкентский университет, Институт экономики*

## **ФОРМЫ ГОСУДАРСТВЕННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ В СИСТЕМЕ ЛОГИСТИКИ НА ЗЕРНОВОМ РЫНКЕ**

*Рассмотрены вопросы государственного регулирования логистики на рынке зерна, основной целью которого является создание продовольственной безопасности страны с осуществлением комплекса мер, обеспечивающих использование ресурсов в пользу отечественных товаропроизводителей. Совершенствование логистической системы зернового рынка обеспечит повышение экономической эффективности, рост инвестиционной активности, приток финансовых ресурсов, осуществление инвестиционных проектов, техническое обновление. Современный уровень мультимодальности перевозок, дефицит подвижного состава, низкая контейнеризация перевозок сдерживают развитие транспортной логистики страны.*

**Ключевые слова:** логистика, зерновой рынок, сельские товаропроизводители, государственное регулирование, формы, методы, функции.

*Отандық тауар өндірушілер пайдасына ресурстарды пайдалануды қамтамасыз ететін шаралар кеішенін жүзеге асырумен байланысты негізгі мақсаты елдің азық-түлік қауіпсіздігін қамтамасыз ету болып табылатын астық нарығындағы логистиканы мемлекеттік реттеу мәселелері қарастырылған. Астық нарығының логистикалық жүйесін жетілдіру экономикалық тиімділікті арттыруды, инвестициялық белсенділіктің өсуін, қаржы ресурстарының ағынын, инвестициялық жобаларды жүзеге асыруды, техникалық жаңартуды қамтамасыз етеді. Тасымалдаудың мультимодальдік қазіргі заманғы деңгейі, жылжымалы құрамның тапшылығы, контейнерлік тасымалдаудың төмендігі елдің көліктік логистикасының дамуын тежейді.*

**Кілттік сөздер:** логистика, астық нарығы, ауыл тауарөндірушілері, мемлекеттік реттеу, нысандар, әдістер, қызметтер.

*Considered the issues in the state adjustment for the grain market, the main aim of which is the ensuring food security of the country, with the implementation of a set of measures with the using of resources in favor of domestic producers. Improvement of the logistic system of the grain market will ensure an increase in economic efficiency, growth of investment activity, inflow of financial resources, implementation of investment projects, technical renewal. The current level of multimodality of transportations, a lack of rolling stock, the low containerization of transport, prevent the development country's transport logistics.*

**Keywords:** logistics, grain market, rural commodity producers, state regulation, forms, methods, functions.

Зерновое хозяйство имеет особенности, которые существенно отличают его от всех других отраслей народнохозяйственного комплекса, и в силу специфики оно не может участвовать в свободной конкуренции при недостаточном регулировании государством происходящих процессов.

Социально-экономическое и стратегическое значение зерна таково, что в новых условиях ведения внешнеторговой деятельности отечественными экспортерами зерна, возникших с членством РК в ВТО, зерновое хозяйство следует еще в большей мере считать локомотивом развития всего сельского хозяйства и в целом АПК страны [1].

Логистическая система зернового рынка нуждается в оптимальном сочетании государственного регулирования и рыночных рычагов, в необходимости разработки теории государственного воздействия на макро- и микроэкономические процессы в системе транспортной логистики, совершенствования практики этого воздействия. В рамках Программы Президента РК «100 конкретных шагов по реализации пяти институциональных реформ» Казахстан глубоко интегрируется в международные транспортно-коммуникационные потоки. Планируется запустить проект по созданию мультимодального транспортного коридора «Евразийский трансконтинентальный коридор», который позволит осуществить беспрепятственный транзит грузов из Азии в Европу. Транспортный коридор будет проходить: первое направление – через территорию Казахстана, Российской Федерации и далее в Европу; второе направление – через территорию Казахстана от Хоргоса до порта «Актау», далее по Каспийскому морю в Азербайджан, а затем через Грузию. Этот проект откроет дорогу экспорту казахстанского зерна автомобильным и водным путями в перспективные направления сбыта зерна [2].

В связи со сказанным особое внимание приобретают институциональные проблемы: низкий уровень развития сети агентств по продажам транспортно-логистических услуг, в том числе транзитных, в зерносеющих регионах страны, инфраструктурные проблемы – неразвитая транспортная сеть, нехватка вагонов и зернохранилищ, ограничения пропускной способности.

Решение задач развития экспортного потенциала зерна на основе обеспечения эффективного государственного регулирования связано с осуществлением ряда мер по основным приоритетным направлениям. Так, в области нормативного правового обеспечения функционирования зернового рынка необходимо в первоочередном порядке разработать и принять республиканскую целевую программу восстановления и развития зернового производства, которая должна предусматривать долгосрочное комплексное регулирование рыночных процессов в производстве и сбыте зерна на внутренние и внешние рынки. Предметом правового обеспечения зернового рынка должны стать меры по увеличению качественных показателей товарного ресурса зерна и развитию рыночной инфраструктуры (см. рисунок).

Совершенствование логистической системы зернового рынка необходимо для повышения экономической эффективности зерновой отрасли, роста инвестиционной активности и притока финансовых ресурсов, осуществления высокоэффективных инвестиционных проектов, технического обновления зернового производства и транспортировки, ускоренного развития информационной и производственной инфраструктуры АПК.



Направления государственного регулирования совершенствования логистической системы зернового рынка

Государственная поддержка осуществляется за счет средств бюджетов всех уровней. Механизмы этой поддержки на разных уровнях должны дополнять друг друга и содействовать становлению и нормальному функционированию рынка [3]. В соответствии с этой системой предполагается участие органов местного самоуправления в государственной поддержке развития экспорта зерна через использование мер стимулирования кооперации и интеграции с предприятиями смежных отраслей.

На данном этапе создание устойчиво развивающейся системы логистики зернового рынка выдвигает ряд проблем. Реализация теоретических положений и направлений воздействия государства на развитие системы логистики зернового рынка во

многим predeterminedena постоянным развитием методов и форм государственного регулирования. В то же время оно должно быть достаточно мобильным и гибким, включать множество рычагов и методов экономического, юридического и кадрового, то есть неэкономического, характера. При этом весьма важно обладать четким научным представлением о современной системе и механизме государственного регулирования логистической системы экспорта зерна страны. Сегодня зерновое производство нуждается в объективной оценке проведенной перестройки организаций и хозяйств аграрного сектора экономики, их работы в условиях многоуровневой экономики.

В современных условиях рынок зерна подвержен воздействию многих факторов, что отражается в ежегодном колебании цен. Выравнивание спроса и предложения в течение года достигается при проведении государством зерновых интервенций. Основной причиной проведения всех зерновых закупочных интервенций служило стремительное падение цен после сбора больших и рекордно больших урожаев зерновых в нашей стране. Всего за период зерновых интервенций было закуплено 523,6 тыс. т пшеницы при урожае 27 235 тыс. т, что составило 1,9%. Эта мера позволяет сельским товаропроизводителям получать необходимые после затратной уборочной кампании деньги для текущей хозяйственной деятельности, а также дополнительную прибыль. Вместе с тем в стоимость при такой продаже будут закладываться затраты на хранение зерна на элеваторах, его страхование, а также налоги. Товарные интервенции (поставки продовольственных товаров на рынок) осуществляются, если на рынке складывается обратная ситуация, то есть возникает дефицит, либо в случае чрезмерного роста цен. Регулирование зернового рынка путем проведения государственных зерновых закупочных и товарных интервенций довольно часто используется в экономически развитых странах.

В Японии с целью поддержки производства пшеницы и риса разработана специальная программа, согласно которой субсидирование выращивания этих культур и реализация зерна осуществляются через Министерство сельского, лесного хозяйства и рыболовства. Особое внимание в ней уделено различным компенсационным выплатам. Государство устанавливает цены, по которым ежегодно закупается национальный резервный фонд риса собственного производства. Пшеница и ячмень закупаются по выгодным для фермерских хозяйств ценам в полном объеме производства [4]. Торговые операции с зерном осуществляет Продовольственное агентство, жестко контролирующее внутренний рынок риса, пшеницы и ячменя, а также их импорт.

В Канаде основным законодательным актом, регулирующим зерновые хозяйства, является Закон о «Стабилизации сельскохозяйственного производства», согласно которому закупка зерна по базовым ценам, устанавливаемым в начале производственного сезона, осуществляется Канадским комитетом по пшенице. В случае, если средневзвешенная цена на определенную категорию зерна, реализуемого конечному потребителю, формируется на уровне, превышающем базовую цену закупки, то эта разница за вычетом накладных расходов выплачивается фермерам. Закон предусматривает меры по регулированию и сглаживанию колебаний цен на зерно с целью компенсации затрат труда и инвестиций для его производства, обеспечения справедливого соотношения между доходами, получаемыми фермером, и теми расходами,



которые он производит, покупая товары и услуги, связанные с ведением зернового хозяйства.

Российский опыт проведения интервенций показывает, что наличие интервенционного фонда оказывает относительно стабилизирующее влияние на зерновой рынок страны. Это относится и к рынку семян зерновых культур. Особая роль государства в стабилизации и развитии семеноводства зерновых культур через субсидирование части затрат, связанных с приобретением элитных семян, не уменьшает значения рыночной самоорганизации, а, наоборот, способствует поддержанию на необходимом уровне научного потенциала.

На казахстанском рынке зерна в современных условиях не отработаны процессы его функционирования, ценовая политика государства четко не обозначена, доходы производителей товарного зерна практически не гарантируются, что наиболее отчетливо проявляется в урожайные годы при резком падении цен на зерно. Такая неустойчивая ценовая ситуация на зерновом рынке требует обязательного вмешательства государства.

Если западные фермеры стабильно имеют двойную защиту, опирающуюся на мощную государственную и кооперативную, то отечественные производители зерна вынуждены выживать поодиночке при достаточной государственной поддержке и менее активном государственном регулировании зернового рынка и неразвитой кооперации [5]. Во Франции удельный вес кооперативов на рынке зерна составляет 75%. При этом фермерские кооперативы приобретают компании и зерноперерабатывающие предприятия, берут на себя функции государственных закупочных организаций, а также создают межгосударственные кооперативные объединения.

Сегодня большинство отечественных сельских товаропроизводителей при производстве зерна привлекают краткосрочные кредиты для формирования оборотных средств в достаточном объеме. По завершении производственного цикла возникает потребность в реализации части зерна и выполнении своих обязательств перед работниками организации, государством, поставщиками и кредитными учреждениями. Усугубляет положение высокая закредитованность отрасли вследствие её активного технического переоснащения. При получении высокой урожайности сельскохозяйственных культур можно наблюдать резкое снижение цен, что провоцирует увеличение объемов реализации в осенний период. Эффективность зерновых интервенций остается по-прежнему низкой. Для стабилизации уровня цен на зерно Казахстана необходимо использовать опыт Италии, а именно выдавать краткосрочные кредиты под залог произведенной продукции (зерна) по ставке, установленной Национальным банком РК, при этом зерно на хранении остается у сельхозтоваропроизводителя либо сдается на элеватор. По истечении кредитного периода и реализации продукции сельхозтоваропроизводитель возвращает займ и выплачивает проценты в размере ставки рефинансирования.

В случае неплатежеспособности заемщика банк забирает товар в счет долга и реализует его по рыночной цене, получая большую прибыль, чем размер начисленных процентов. Если нарушаются условия договора или качество продукции утрачено в период хранения, сельский товаропроизводитель отвечает своим имуществом. Например, в Италии банк *Credito Emiliano* недавно объявил о возвращении старого, но

востребованного вида услуг: выдача кредитов фермерам под залог сыра Parmigiano-Reggiano местного производства. В нескольких отделениях банка уже оборудован ряд специальных помещений, где специалисты создали идеальный микроклимат для процесса созревания сыров. С каждым годом сыр продолжает прибавлять в цене [6]. Но если фермеры не смогут вернуть кредиты, банк реализует «сырный капитал». Возможно, что благодаря «сырному банку» производители подлинного итальянского Пармезана смогут сохранить свои фермы, несмотря на экономические трудности. Реализация этого механизма на зерновом рынке Казахстана позволит существенно повысить доходность сельхозпроизводства и эффективность регулирования цен.

Таким образом, значительные проблемы государственного регулирования рынка зерна и его логистической оптимизации будут решены при реформировании системы административного контроля безопасности и качества зерна. Разработка законодательных актов в области зерновой логистики станет основой его правового, а на этой базе и экономического управления, все это будет способствовать совершенствованию зернового рынка.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Жиентаев С.М. Продовольственная безопасность страны как одна из составляющих экономической политики Казахстана // Труды научно-практической конференции «Интеграция науки, образования и производства - основа реализации Плана нации» (Сагиновские чтения №7). – Караганда, 2015. – Ч. 5. – С. 17.
- 2 Хан Ю.А., Таипов Т.А., Бекбосынова А.Б. Транспортно-логистическая инфраструктура экспорта зерна в Казахстане и пути снижения рисков // Известия Национальной академии наук Республики Казахстан. – 2016. – Вып. 6, № 36. – С. 192–198.
- 3 Есин К.С., Севостьянов А.Л. Логистика перевозок зерна: программное обеспечение расчета оптимального количества транспортных средств // Вестник Тихоокеанского государственного университета. – 2014. – №4. – С. 117 – 124.
- 4 Fuller S., Makus L., Taylor M. Effect of railroad deregulation on export-grain rates // North Central journal of agricultural economics. –1983. – N5. – P. 51–63.
- 5 Рустамов Р.Ш. Оценка перспектив развития зерновой логистики в Украине // Сб. научн. трудов Днепрпетровского национального университета железнодорожного транспорта: Серия “Транспортные системы и технологии перевозок”. – Днепрпетровск.: ДНУЖТ, 2014. – Вып. 8. – С. 127-133.
- 6 Смирнов О.А., Селиванов В.В. Мировой рынок перевозки зерна морским транспортом: возможности и ограничения интеграции России // Экономика: вчера, сегодня, завтра. – 2016. – № 3. – С. 102–110.

**Е. ӘМІРБЕКҰЛЫ, Г. С. УКУБАСОВА, Т. Т. КАСКИН**

*Казахский университет экономики, финансов и международной торговли*

## **ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ ДИВЕРСИФИКАЦИИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА**

*Исследован зарубежный опыт диверсификации промышленных предприятий, позволивший выявить тенденции и причины обращения к диверсификации в различных странах. Определены условия ее применения в казахстанской экономике.*

**Ключевые слова:** диверсификация, промышленность, структура управления, диверсифицированная компания, зарубежный опыт.

*Мақалада шетелдік тәжірибе мысалында өнеркәсіптік өндіріс мекемелерінің нарықтық ортадағы бәсекеге қабелеттіліктерін арттырудың негізі ретінде әртараптандыруды жүргізудің қажеттілігі мен тиімділігі көрсетілген. Әртараптандыруды жүргізу мүмкіндіктері, тетіктері жан-жақты сипатталған, шетелдік кәсіпорындардың озық тәжірибелерін қазақстандық экономикаға бейімдеу жолдары сараланған.*

**Кілттік сөздер:** әртараптандыру, өнеркәсіп, басқару құрылымы, әртараптанған компания, шетелдік тәжірибе.

*In this article, in the example of foreign experience, the objectivity of diversification at industrial enterprises, as a necessary condition for ensuring their competitiveness at the present stage is shown. The foreign experience of realizing the diversification of industrial enterprises has been studied, which made it possible to identify trends and reasons for resorting to diversification in various countries, and the conditions for its application in the Kazakh economy have been determined.*

**Keywords:** diversification, industry, management structure, diversified company, foreign experience.

Диверсификация экономики Казахстана остается важнейшим приоритетом развития страны на протяжении последних 15 лет. Она означает переход экономики, в которой доминирует один или несколько секторов, к всесторонне развитому, относительно устойчивому к экономическим кризисам многоотраслевому хозяйству.

В мировой практике термин был впервые использован в середине 50-х годов ХХ в. и обозначал новое явление в экономике развитых стран, связанное со структурной перестройкой хозяйственных систем, а именно одновременное развитие многих не связанных друг с другом видов производства, расширение ассортимента производимых изделий и услуг [1,2].

В Казахстане термин стал широко применяться с 2002 г., когда был принят первый Закон «Об инновационной деятельности», который, в свою очередь, трансформировался в Государственную программу индустриально-инновационного развития РК на 2015–2019 годы (ГПИИР), которая была принята в 2014 году [3].

ГПИИР разработана в соответствии с долгосрочными приоритетами Стратегии «Казахстан-2050», с реализацией ключевого направления «Ускорение диверсификации экономики» Стратегического плана развития Республики Казахстан до 2020 года, Концепцией по вхождению Казахстана в число 30-ти развитых государств мира, а также во исполнение поручения Главы государства, данного на XXVI пленарном заседании Совета иностранных инвесторов при Президенте Республики Казахстан, и в

рамках реализации Послания Президента Республики Казахстан народу Казахстана «Третья модернизация Казахстана: глобальная конкурентоспособность» от 31 января 2017 года [4].

Программа является логическим продолжением Государственной программы по форсированному индустриально-инновационному развитию Республики Казахстан на 2010–2014 годы. Она сфокусирована на развитии обрабатывающей промышленности с концентрацией усилий и ресурсов на ограниченном числе секторов, региональной специализации с применением кластерного подхода и эффективном отраслевом регулировании.

Прежде чем приступить к диверсификации предприятий в казахстанских условиях, необходимо знать опыт других стран в этом деле.

Достаточно успешные примеры целенаправленного изменения структуры можно найти в странах Азии – Японии, Китае, Южной Корее и Индии. В политике, проводимой правительствами этих стран, много общего, хотя решали они разные задачи: Япония – восстановления промышленности после войны, Китай, Индия и Южная Корея, будучи аграрными странами, – индустриализации. Соответственно одни страны опирались на государственный сектор (Китай, Южная Корея), другие – на частный.

Зарубежный опыт показывает, что период формирования стратегии в промышленных отраслях в стабильно развивающейся экономике – около 10–15 лет, в сфере потребительских товаров – около 3–5 лет. Если учесть нестабильность нашего рынка, то видно, что выбираемая стратегия должна быть гибкой по отношению к внешним условиям.

Как правило, выделяются два типа политики диверсификации в зависимости от этапов развития: активное государственное регулирование или либерализация. В частности, в Китае на первом этапе индустриализация осуществлялась фактически в авторитарном режиме, с 1978 г. проводились либерализация режима, децентрализация экономического управления, происходило ослабление системы государственного планирования, привлекались иностранные инвестиции.

Практически во всех странах при диверсификации структуры экономики правительства выбирали приоритетные отрасли, в которые и направлялись инвестиции. Приоритетным отраслям предоставлялись налоговые и иные льготы. В Японии вначале приоритетными отраслями были металлургия и угольная промышленность, в конце 1950-х годов – автомобильная промышленность [2].

Состав приоритетных отраслей со временем менялся. В Китае на начальном этапе реформ приоритетными отраслями были признаны сельское хозяйство, пищевая промышленность и другие отрасли, производящие предметы потребления, позднее – машиностроение, производство строительных материалов, автомобильная и химическая промышленность. Во второй половине 1990-х годов приоритетными отраслями стали производство микросхем, персональных компьютеров, телекоммуникационных компонентов и разработка новых материалов [5].

В Индии в рамках первого пятилетнего плана (1951–1956 гг.) приоритетными отраслями были признаны сельское хозяйство, энергетика и транспорт, т.е. инфраструктура для будущего развития промышленности. В соответствии со вторым пятилетним планом (1956–1961 гг.) в качестве приоритетных областей были выделены отрасли

тяжелой промышленности. В 1960–1970 гг. проводилась политика импортозамещения и национализации стратегических отраслей (энергетики, банков, страхования). В середине 1980-х годов эта политика усугубила ряд экономических проблем. В 1991 г. правительство приняло программу структурных преобразований экономики (новая промышленная политика), предполагавшую либерализацию внешней торговли и рынков капитала. Приоритетом стало привлечение прямых иностранных инвестиций в отрасли производственной инфраструктуры (энергетику, связь, порты), в машиностроение всех видов, химическую промышленность и фармацевтику. Стимулировалось развитие отраслей, связанных с сельским хозяйством.

Диверсификация экономики осуществлялась в соответствии с правительственными планами и программами. В Южной Корее применялось централизованное планирование с установлением конкретных производственных заданий и сроков их выполнения, со строгой системой контроля. В рамках пятилетних планов правительство указывало, какие сферы экономики будут открыты, а какие закрыты для крупных предприятий и иностранного капитала.

В Китае принят трехэтапный план на период до середины XXI в., предусматривающий на первом этапе (до 1990 г.) удвоение валовой продукции промышленности и сельского хозяйства, обеспечение населения страны продовольствием и одеждой (выполнено); на втором этапе (1991–2000 гг.) – утроение валового национального продукта, что, согласно расчетам, должно создать в стране общество «среднего достатка» (практически выполнено); на третьем этапе (до 2050 г.) – достижение уровня среднеразвитых стран по величине ВВП на душу населения и в основном завершение комплексной модернизации народного хозяйства. В ряде стран активно применялась политика консультаций с бизнесом. В Японии были созданы различные консультативные советы, в которые вошли представители деловых кругов. Бизнесу давались неофициальные рекомендации, к которым, как правило, он прислушивался. После кризиса второй половины 1990-х годов правительство Южной Кореи и крупный бизнес заключили так называемый «большой договор» о согласованных мерах по оздоровлению финансового положения крупнейших компаний и структурной перестройке бизнеса.

Отношение к иностранным инвесторам в этих странах было различным – от создания максимально благоприятного климата до существенных ограничений. В Южной Корее начало 1970-х годов отмечено своеобразным инвестиционным бумом. Поэтому правительство, опасаясь негативных последствий массового притока иностранного капитала, пересмотрело правила. Приоритет был отдан совместному предпринимательству, устанавливались достаточно жесткие критерии выбора иностранного инвестиционного проекта. Доля иностранного капитала в совместном предпринимательстве, как правило, ограничивалась 50% от общей его суммы. Начиная с 1980 г. правительство значительно либерализовало правила прямых иностранных инвестиций. В частности, было снято ограничение доли иностранного капитала в совместном предприятии.

В Индии было введено ограничение на иностранные инвестиции – 40% капитала предприятия, которое действует и до настоящего времени. Исключения делаются для отраслей, являющихся приоритетными с точки зрения привлечения новых технологий.

В Китае были созданы максимально благоприятные условия для иностранных инвесторов. Активно используется механизм привлечения инвестиций через особые экономические зоны. Предприятиям, как правило, предоставляются налоговые каникулы, они освобождаются от налогов на импорт сырья и компонентов, от акцизов (налог на производство).

Правительства нередко стимулировали слияние компаний. В Южной Корее это поддерживалось формированием южнокорейских финансово-промышленных групп. Государство жестко ограничивало конкуренцию в приоритетных отраслях, вынуждая частные компании к объединению или уходу с этого сегмента рынка. Правительство страны нередко шло на прямую компенсацию убытков «главным экспортерам». Государственные льготы привели к тому, что в первой половине 1980-х годов доля 30 крупнейших южнокорейских конгломератов в обрабатывающей промышленности достигла трети, а в экспорте превысила половину.

В Индии обеспечивалось 30-процентное снижение налогооблагаемой базы на период до 10 лет по отдельным промышленным проектам и предоставлялись пятилетние налоговые каникулы. В Китае законодательство допускает налоговые каникулы и льготы, льготные импортные тарифы, облегченные правила приема и увольнения работников. Дополнительные стимулы для прямых иностранных инвестиций, в том числе специальный налоговый режим и освобождение от пошлин, создаются в особых экономических зонах региональными властями. Налоговые льготы предоставлялись отдельным отраслям (в Японии для автомобильной промышленности была установлена специальная ставка амортизации оборудования на первый год работы в размере 50%).

Чрезмерное вмешательство правительства Южной Кореи в деятельность предприятий, искусственное стимулирование слияний и поглощений предприятий привели к усилению коррупции в экономике, жесткости в принятии решений из-за чрезмерного влияния политики на экономику и т.д. Опыт Китая малоприменим в Казахстане вследствие особенностей его политического и экономического строя, уровня социального развития и структуры экономики. В качестве альтернативной модели диверсификации экономики можно рассмотреть опыт таких стран, как Ирландия и Финляндия.

В начале 1980-х годов Ирландия не входила в число промышленно развитых стран Западной Европы, в большей степени развивая отрасли агропромышленного комплекса. Уровень ВВП на душу населения составлял 60% среднего уровня стран ЕС, экспорт – 10,5 млрд долл. (50% ВВП), высокой была инфляция – 11%. В конце 1990-х годов экспорт достиг 81,2 млрд долл. (79% ВВП), уровень ВВП на душу населения – 90% среднего уровня стран ЕС, снизилась инфляция. Средние темпы роста реального ВВП составляли 8% в течение 2003–2010 гг. На сектор высоких технологий сейчас приходится 1/3 всего экспорта страны.

Столь резкий скачок объясняется эффективной политикой, проводимой правительством страны, в сочетании с рядом благоприятных факторов. В 1987 г. были снижены расходы бюджета, одновременно проведена налоговая амнистия, которая существенно расширила налоговую базу и сбор налогов. Экономическая политика в этот период осуществлялась по трем направлениям: фискальная стабилизация; открытость торгового и инвестиционного режимов; активная структурная политика. Принад-



лежность Ирландии к Европейскому экономическому сообществу, с одной стороны, сняла торговые и иные барьеры для вхождения на европейские рынки и обеспечила значительные масштабы субсидирования страны из фондов ЕС, с другой – усилила конкуренцию, создав стимулы к повышению эффективности. Положительную роль в проводимых реформах сыграл относительно высокий стартовый уровень развития, страна смогла использовать собственные технологии.

Ирландия предоставила значительные налоговые льготы иностранному бизнесу. В частности, в секторе информационных технологий была установлена пониженная ставка налогообложения прибыли – 10% при общей ставке 28%. Для привлечения иностранных инвестиций немалое значение имело снятие административно-правовых барьеров. В стране развита система государственных субсидий.

Опыт Ирландии дает яркий пример того, как страна за очень короткий срок принципиально изменила структуру экономики, став экспортером высокотехнологичной продукции и услуг. Однако прямо использовать этот опыт в Казахстане довольно сложно: несопоставимы масштабы стран, небольшие размеры ирландской экономики позволяют обеспечивать жесткий контроль за расходованием средств в рамках предоставляемых государственных субсидий. Кроме того, Ирландии пришлось резко увеличить государственный долг, который превысил 110% ВВП, что неприемлемо для Казахстана.

Интересным примером европейского типа является также диверсификация, проведенная в Финляндии. За четыре десятилетия страна прошла путь от экономики, основанной на промышленности, связанной с лесными ресурсами, до экономики, где электроника и лесная отрасли являются одинаково важными для производства и экспорта.

Одной из особенностей диверсификации является наличие значительного внутреннего спроса на высокотехнологичную продукцию. Финские потребители и компании активно внедряли технические новинки. Плотность сети мобильной связи в Финляндии самая высокая в мире. По количеству пользователей Интернета она занимает первое место в мире. Начиная с 1990-х годов особый акцент делался на инновациях, установлении национальных приоритетов при распределении ограниченных научно-технических ресурсов. В то же время подчеркивалось, что рынок сам должен определить победителей.

Необходимо учитывать, что ресурсная отрасль может инициировать развитие технологий в других отраслях, что и произошло в Финляндии. Подъем машиностроения в 1960–1980-х годах, затем химической промышленности, отраслей электроники и автоматизации был во многом связан с лесной промышленностью. Кроме того, она дала импульс развитию сектора услуг — консультированию, проектному финансированию, исследованиям и разработкам.

Особенностью является и то, что в Финляндии всегда была велика роль государства, но не в производстве, а в обеспечении стабильных институциональных отношений, в построении системы социальной поддержки и т.д. Трехстороннее сотрудничество государственных университетов, частных компаний, государственных исследовательских институтов было и остается одним из важных факторов развития технологий. Доля НИР в ВВП выросла с 1,2% в 1982 г. до 5,6% в 2011 г. В Финляндии

2/3 НИР финансируется предприятиями и незначительная доля направляется на военные НИР.

Как видим, опыт Финляндии доказывает возможность успешного решения задачи диверсификации структуры экономики при определенных условиях. Однако о его прямом перенесении в Казахстан не может быть и речи с учетом различий между двумя странами, прежде всего масштабов экономики. Небольшим странам приходится специализироваться на одном или нескольких секторах из-за отсутствия ресурсов для развития всего спектра промышленности и услуг. Казахстан имеет достаточное количество трудовых и природных ресурсов и емкий внутренний рынок. Использование опыта других стран по диверсификации производства вполне приемлемо по ряду направлений, но с учетом особенностей казахстанской экономики.

На основе анализа зарубежного и отечественного опыта проведения диверсификации установлено, что зарубежные модели и методы выбора варианта диверсификации адаптированы в основном к эволюционному характеру развития внутренней среды и внешнего окружения организации, поэтому факторы выбора направления диверсификации в казахстанских условиях существенно отличаются. Казахские промышленные предприятия проводят диверсификацию основной деятельности эмпирическим путем, без опоры на научную базу, что существенно снижает эффективность этих проектов. Вместе с тем установлено, что методологические основы по диверсификации основной деятельности организаций в Казахстане слабо проработаны.

Таким образом, не все закономерности, характерные для диверсификации производства за рубежом, могут быть реализованы в нашей стране. Мировой опыт диверсификации экономики не дает готовых решений, необходимо искать наиболее «подходящий и реализуемый» сценарий диверсификации в каждой конкретной стране исходя из тех стартовых условий и механизмов, которые уже сложились на данной территории.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Gort M. Diversification and integration in American industry. – Princeton University Press, 1962.
- 2 Yoshinara E. e. a. Strategy of diversification in the Japanese enterprise. – Tokyo: NiponKeirai, 1979.
- 3 Государственная программа индустриально-инновационного развития Республики Казахстан на 2015–2019 годы [Электронный ресурс] // Министерство по инвестициям и развитию РК: сайт URL: <http://mid.gov.kz/>.
- 4 Послание Президента Республики Казахстана народу Казахстана: «Третья модернизация Казахстана: глобальная конкурентоспособность» от 31 января 2017 года [Электронный ресурс] // Официальный сайт Президента РК: сайт URL: <http://www.akorda.kz/>.
- 5 Костромин А.Г., Сергеев Д. В. Объективность диверсификации промышленности в современных условиях // Вестник Чувашского университета. – 2010. – № 1. – С. 368-377.
- 6 Buehner R. Strategic und Organisation.Analyse und Planung der Un-temehmens diversification mitFallbeispielen. – Wiesbaden, 1995.

**Б. БЕКБЕНБЕТОВА, Л. М. СЕМБИЕВА, М. О. РЫСПЕКОВА**

*Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті*

## **ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ АЙМАҚТАРЫНДАҒЫ ШАҒЫН ЖӘНЕ ОРТА КӘСІПкерліктің даму жағдайы**

*Мақалада Қазақстан аймақтарында шағын және орта кәсіпкерліктің даму жағдайы бірішама көрсеткіштер негізінде қарастырылып бағаланған. Статистикалық мәліметтерге сүйене Қазақстанның аймақтары шеңберінде нақты жұмыс істеп тұрған шағын және орта кәсіпкерлік субъектілерінің саны, жұмыспен қамтылғандар саны, өнім шығарылымы анықталып график түрінде беріліп отыр..*

**Кілттік сөздер:** *шағын және орта кәсіпкерлік, ұлттық экономика, дара кәсіпкерлер, экономикалық әлеует, аймақтар, аймақтық саясат, заңды тұлғалар, шаруа (фермер) қожалықтары.*

*В статье рассматривается состояние развития малого и среднего предпринимательства в регионах Казахстана на основе ряда показателей. По статистическим данным определены и представлены в виде графиков: количество функционирующих субъектов малого и среднего предпринимательства, численность занятых, объем продукции по регионам Казахстана и др.*

**Ключевые слова:** *малое и среднее предпринимательство, национальная экономика, индивидуальные предприниматели, экономический потенциал, регионы, региональная политика, юридические лица, крестьянские (фермерские) хозяйства.*

*In the article development of small and middle enterprise status is examined in the regions of Kazakhstan on the basis of row of indexes. On the basis of statistical data, certain and presented as charts: amount of functioning small and middle business entities, quantity of busy, volume of products on the regions of Kazakhstan of and other.*

**Keywords:** *small and AV enterprise, national economy, individual businessmen, economic potential, regions, regional politics, legal entities, peasant (farmer) economies.*

Қазақстан өзінің тәуелсіздігінің алғашқы күнінен бастап жеке меншік институтын қорғау және кәсіпкерлік бастамаларды жан-жақты қолдау іс-әрекетіне негізделген нарықтық экономиканы құруды көздеген. Сол кезден бастап, республикада жүргізілген экономикалық реформалар шағын және орта кәсіпкерлік (ШОК) субъектілерінің санының қарқынды өсуіне өз ықпалын тигізді. 2015 жылдың нәтижесі бойынша шағын және орта кәсіпкерлік секторында 3,2 млн. адам жұмыс атқарды, яғни бұл көрсеткіш жалпы жұмыспен қамтылғандардың 38%-н құрап отыр.

Қазақстан дамыған елдердің нәтижелі тәжірибесіне үлкен зер қоюда, сондықтан шағын және орта кәсіпкерлік дамуында маңызды орын алатын мемлекеттік қолдау тетіктерін жетілдіру Үкіметтің басты назарында. Нарықтық экономика жағдайында дамыған мемлекеттер тәжірибесіне сәйкес шағын және орта кәсіпкерлік халық шаруашылығын дамытуға, әлеуметтік проблемаларды шешуге, жұмыспен қамтылған қызметкерлер санын ұлғайтуға, сатылатын тауарлардың, орындалатын жұмыстар мен қызметтердің көлемінің өсуіне айтарлықтай әсер ететіні белгілі. Қазіргі уақытта Еуро Одақтың (ЕО) дамыған елдерінде шағын және орта кәсіпкерліктегі кәсіпорындарда халықтың жұмыспен қамтылған бөлігі 50% құрап отыр. Мысалы, Данияда атылмыш цифр 65%, Испанияда –74%, Италияда – 80%, Германияда –63% АҚШ-та –53%,

Жапонияда –72%-ға жетеді. Жоғарыда айтылғандай, Қазақстанда, 2015 жылдың қорытындысы бойынша жұмыс басты жандардың 38% шағын және орта бизнес кәсіпорындарында қызмет етуде (2014 жылы –33%) [1].

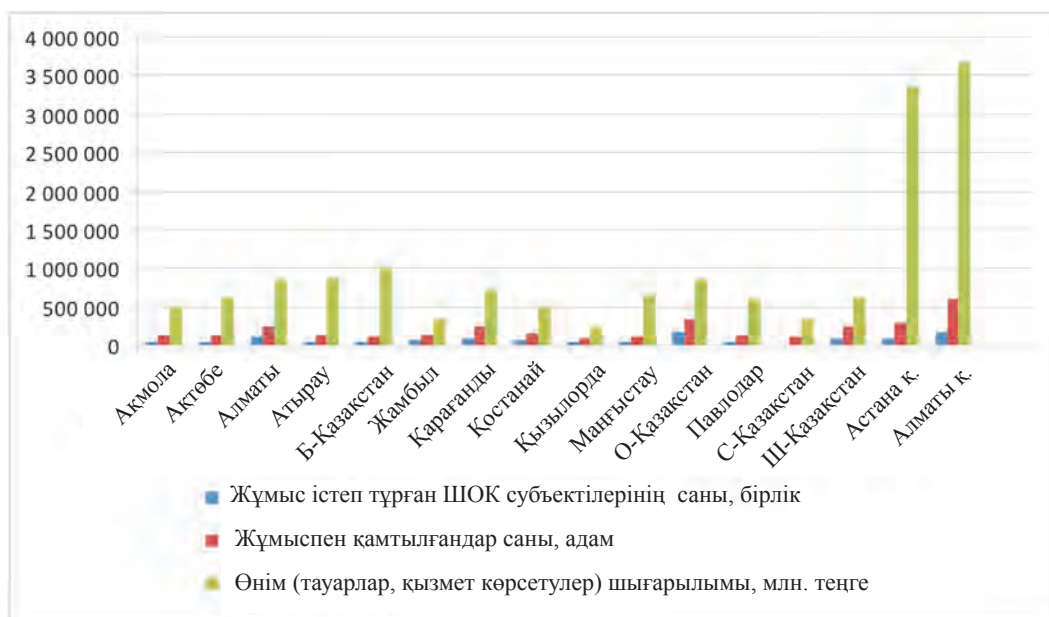
Сонымен қатар, жаңа өңірлік және жергілікті экономиканы құруда, яғни белгілі бір дәрежеде жүйе қалыптастырушы ретінде де шағын және орта кәсіпкерліктің рөлі өте маңызды. Шағын және орта кәсіпкерліктің нақты территориялды мамандануының қалыптасуы, оған ұлттық экономика дамуын толықтыруға және аймақтар, қалалар мен ауылдық аудандар шаруашылығының біртұтас, кешенді құрылымын қалыптастыруға мүмкіндік береді. Шағын және орта кәсіпкерліктің заңды тұлғаларының экономикалық қызметі барынша өңірлік және жергілікті қажеттіліктерге бағдарланған. Бүгінде олар, тауарлар мен қызметтер өндірісінде тиімді қызмет атқаруда. Қазақстанның өңірлерінде шағын бизнестің 80%-дан астамы ішкі аймақтық нарықтарға бағдарланған (сауда мен құрылыста 90%-дан астамы – жергілікті, яғни қалалық және аудандық нарыққа бейімделген). Өнеркәсіптің өзінде ішкі аймақтық нарыққа бағдарлану 70%-ды құрап отыр [2].

Сондықтан, қазіргі уақытта шағын және орта кәсіпкерлікті мемлекеттік қолдау мәселесі өзекті болып отыр. Аймақтың әлеуметтік-экономикалық деңгейі мемлекет экономикасының басты даму бағытын анықтаушы негіз десек артық болмайды. Өйткені, аймақтық саясатты елемеу орталықтың аймақтармен қарым-қатынасының тиімділігін төмендетеді, одан туындайтын мәселелер: аймақтардың әлеуметтік-экономикалық жағдайының өз уақытында дұрыс анықталмағаны, аймақтық экономиканы жаңғыртумен әртараптандыруды жеделдету жұмыстарының орындалмауы және т.б. Сонымен қатар, мемлекеттің жеке аймақтары арасында орын алатын әлеуметтік және экономикалық диспропорцияларды тегістеу жұмыстарын дер кезінде жүргізу де маңызды [3].

Статистикалық мәліметтер бойынша 2015 жылы республика шеңберінде ШОК-ің белсенді субъектілерінің саны жалпы 1 242 579 бірлікті құраса, ал аймақтар шеңберінде жоғары үлеске Оңтүстік Қазақстан мен Алматы облысы иеленіп, сәйкесінше 183 367 (14,8%) және 185 133 (14,9%) бірлікке ие болып отыр. Ал осы көрсеткіштің ең төменгі мәні Батыс Қазақстан 39 588 (3,2%) мен Солтүстік Қазақстан 34 306 (2,8%) облыстарында тіркелген. 2015 жылғы ШОК субъектілері қызметінің аталған көрсеткіштері төменгі диаграммада берілген (1-сурет).

2015 жылы шағын және орта кәсіпкерлік негізінде жұмыспен қамтылғандар саны жалпы республика бойынша 3183844 адамды құраса, оның ішінде аймақтар бойынша Алматы қаласы (607 684 –19,1%), Оңтүстік Қазақстан облысы (329 043–10,3%), Астана қаласы (290 273 – 9,1%), Алматы облысы (255 898 –8,0%) көшбасшылар болып отыр. Ең төмен деңгейде жұмыспен қамтылғандар саны Қызылорда (86 610–2,7%) және Манғыстау (111 665–3,5%) облыстарында тіркелген.

Шағын және орта кәсіпкерлік бойынша шығарылған өнім мен көрсетілген қызмет көлемі республика деңгейінде 15 699 405 млн.теңгені құрады. Ал аймақтар бойынша осы көрсеткіштің ең жоғарғы үлесі Алматы (3 665 873 млн.тг – 23,4%) және Астана қалаларында (3 359 227 – 21,4%) тіркелген, олардан кейін Батыс Қазақстан (1 006 828 млн.тг – 6,4%), Атырау (869 820 млн.тг – 5,5%), Алматы (854 769 млн.тг –5,4%), Оңтүстік Қазақстан (848 239 млн.тг – 5,4%) және Қарағанды (717 269 млн.тг – 4,6%)



*1-сурет* – 2015 жылғы ШОК субъектілерінің қызмет нәтижелері [4]

облыстары келеді. Бұл көрсеткіштің ең төменгі деңгейлері Қызылорда (236 518 млн. тг – 1,5%), Солтүстік Қазақстан (334 893 млн.тг –2,1%), Жамбыл (337 936 млн.тг –2,2%) облыстарында тіркеліп отыр.

Сонымен, 2015 жылдың нәтижесі бойынша республикада шағын және орта кәсіпкерліктің белсенді субъектілерінің саны 2014 жылмен салыстырғанда (926 844/15 699 405) 5,9%-ға, жұмыспен қамтылғандар саны 2,0%-ға, ал шығарылған өнім мен көрсетілген қызмет көлемі өткен жылға қарағанда 0,3 %-ға артқан.

Шағын және орта кәсіпкерлік дамуының жалпыға танымал өлшемі ретінде - 1000 адамға шаққандағы кәсіпкерлік субъектілерінің саны, яғни ШОК тығыздығы өте күрделі көрсеткіш болып табылады. Бұл көрсеткіш мәндерін үш бағыт бойынша нәтижелеп отырмыз (2-сурет).

Бірінші бағытта – ең маңызды көрсеткіш ретінде саналынатын 1000 тұрғынға келетін ШОК-гі заңды тұлғалар саны. Қазақстан бойынша оның деңгейі 1000 тұрғынға –10,2 кәсіпорынды құрап отыр. Бұл көрсеткіштің, яғни 1000 тұрғынға келетін ШОК заңды тұлғалар санының ең жоғары көрсеткіштері Алматы (1000 тұрғынға 33,5 кәсіпорын) және Астана қалаларында (1000 тұрғынға 31,4) тіркелген. Алматы қаласы бойынша бұл көрсеткіштің мәні 2015 жылы 2014 жылмен салыстырғанда 2,8 есе, ал Астана қаласы бойынша 3,5 есе өскенін байқаймыз. Сонымен қатар, Қарағанды қаласы (1000 тұрғынға 10,2 ШОК), Атырау (1000 тұрғынға 10,3) және Маңғыстау (1000 тұрғынға 9,8) облыстары былтырғы көрсеткіштерін едәуір жақсартқан. Ең төменгі ұстаным Жамбыл (1000 тұрғынға 3,6) және Алматы (1000 тұрғынға 3,4) облыстарының үлесінде, бірақ 2014 жылмен салыстырғанда бұл көрсеткіштің өзі осы екі облыс бойынша екі есе өсіп отыр.

Екінші бағыт ретінде қарастырылып отырған 1000 тұрғындарға келетін жұмыс істеп тұрған шаруа қожалықтары бойынша, басқа облыстарға қарағанда Оңтүстік





**2-сурет** – Өңірлер бойынша 2015 жылы жұмыс істеп тұрған ШОҚ субъектілерінің 1000 тұрғынға келетін саны, дана [4]

Қазақстан (24,3) және Алматы (23,4) облыстары айтарлықтай алда көрінеді. Ал осы көрсеткіштің ең төменгі мәні Маңғыстау (1,7) және Қызылорда (1,9) облыстарында орын алған. Республикалық деңгейде 1000 тұрғындарға келетін жұмыс істеп тұрған шаруа қожалықтарының орта көрсеткіші 10,8 құрап отыр.

Үшінші бағыт – 1000 тұрғындарға келетін дара кәсіпкерлер шаруашылығы. Республикалық деңгейде 1000 тұрғындарға келетін дара кәсіпкерлер шаруашылығы 50,3 дананы құрап отыр. Бұл көрсеткіш бойынша алдыңғы қатарда Астана (76,9) және Алматы (83,6) қалалары, олардан кейін Атырау (65,8), Маңғыстау (63,6) және Қостанай (56,2) облыстары көрінеді. Бұл бағыттағы ең төменгі көрсеткіш Алматы облысы (33,9) бойынша тіркелген.

ШОҚ-ң дүниежүзілік тәжірибесі – мемлекеттің экономикалық дамуы мен инновациялық әлуетінің құрылуына ШОҚ-тің маңызды әсер ететінін айғақтайды. ШОҚ кәсіпорындары ірі бизнеспен салыстырғанда талассыз артықшылықтарға ие, өйткені олар ірі ұйымдастырушылық шығындар мен көп инвестицияны қажет етпейтін ғылыми зерттемелердің бір бағытында ғана маманданады. Сонымен қатар, ШОҚ субъектітері нарықтық ортаның өзгерістеріне және ықтималды қатерлерге тез ыңғайлану және қолда бар ресурстарды барынша тиімді басқару мүмкіндігіне ие. Қазақстанның және әлемнің басқа елдерінің шағын және орта бизнес субъектілері дамуының өзекті көрсеткіштері төменгі кестеде ұсынылып отыр (кесте).



## Әлем елдерінде ШОК субъектілерінің даму деңгейі

Әлем елдері	АҚШ	Канада	Австралия	Япония	Малайзия	Чехия	Венгрия	Ұлыбритания	Оңтүстік Африка	Ресей	Қазақстан
1000 адамға келетін ШОК субъектілер саны, дана	20	33	40	45	21	85	55	27	39	39	39
ШОБ кәсіпорындарында жұмыспен қамтылғандар үлесі, %	42	47	69	77	56	51	48	35	60	25	38
ШОБ-гі ЖІӨ салымы, %	2	7	5	3	7	5	50	50	60	21	27

Ескерту-«Атамекен» Ұлттық кәсіпкерлер палатасында елдегі кәсіпкерлік белсенділігі жағдайы жөніндегі Ұлттық баяндама: <http://palata.kz> [1].

Кесте мәліметі бойынша шағын және орта бизнес субъектілерінің 1000 адамға келетін саны Қазақстанда 39 кәсіпорынды құрап отыр. Бұл Ұлыбритания, Малайзия, Канада және АҚШ сияқты мемлекеттердегі осы көрсеткіш мағынасынан едәуір жоғары. Бірақ жұмыспен қамтылғандар саны және жалпы ішкі өнім (ЖІӨ) үлесі бойынша біздің мемлекет біршама төмен орын алады. Қазақстанда шағын, орта және ірі бизнес, экономиканың –халықты жұмыспен қамтитын, ЖІӨ қалыптастыратын негізгі буыны болып табылады, бірақ бүгінде оның қаржы, техника-технологиялық жағдайы онша жақсы болмай тұр. Сонымен қатар инновациялық бағытта қызмет атқаруға талпынатын шағын және орта бизнес кәсіпорындары үшін үлкен мәселе, бұл – олардың меншікті қаржы ресурстарының жеткіліксіз және әр түрлі формадағы сыртқы ресурстарға қол жеткізудің шектеулі болуы. Яғни, Қазақстан дамуының әлеуметтік-экономикалық саясатында мәлімделген мақсаттарға қол жеткізу үшін, инновациялық қызмет атқаратын шағын және орта бизнес субъектілерін қолдайтын мемлекеттік шаралардың тиімділігін жоғарылату қажет, ол үшін оны дұрыс іске асыратын тетіктерді зерттеп толықтыру керек.

«Қазақстан-2050» стратегиясы бойынша ШОК елдің ЖІӨ үлесі 2050 жылы 50% кем болмауға тиіс [5]. Қазақстанда бұл көрсеткіштің бүгінгі күнгі деңгейі 27% (15,7 трлн.тг) құрап отыр, ал 2014 жылы 26,2% (10,7 трлн тенге) тең болған. Мемлекеттегі барлық ШОК субъектілері шығарған жалпы өнім көлеміндегі аймақтар үлесі келесідей:

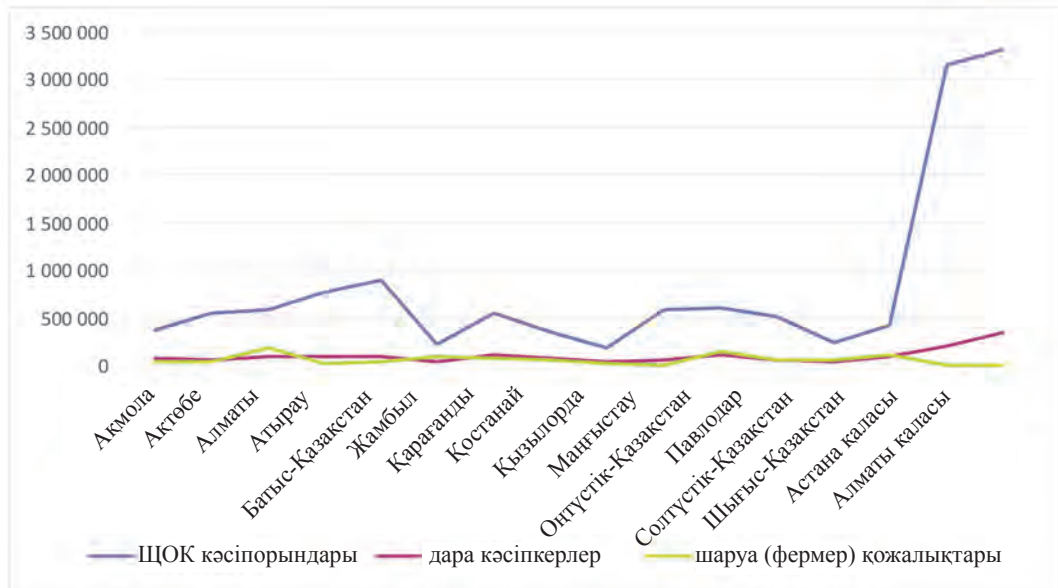
а) қалалар бойынша: Алматы (23,4%), Астана (21,4%);

б) облыстар шеңберінде: Батыс Қазақстан (6,4%), Атырау (5,5%), Алматы (5,5%), Оңтүстік Қазақстан (5,4%) және т.б.

Қазақстан аймақтарының 2015 жылы шағын және орта кәсіпорындар субъектілерінің ұйымдастырылу формалары бойынша өнім шығарылымының көрсеткіштері төменгі суретте беріліп отыр (3-сурет).

Суретте берілген мәліметтері бойынша мемлекеттегі барлық ШОК субъектілері қызметінің ең дамыған бағыты заңды тұлға ретінде қызмет атқаратын кәсіпорындар

бойынша тіркелген. Бұл бағыттағы ШОК субъектілерінің 2015 жылы шығарған өнім көлемі (13 276 625 млн.тг) жалпы шығарылымның 84,6% құрады, ал дара кәсіпкерлер (1518237 млн.тг) мен шаруа (фермер) қожалықтарының (904 543 млн.тг) жалпы ШОК субъектілері шығарған өнім көлеміндегі үлестері сәйкесінше 9,7% және 5,7% болып отыр.



**3-сурет** – Өңірлер бойынша 2015 жылғы ШОК субъектілерінің өнім шығарылымы, млн тенге [4]

Аймақтар шеңберінде заңды тұлға ретіндегі кәсіпорындар қызметінің көрсеткіштері бойынша алдыңғы ретте елдің екі үлкен бас қалалары көрінеді: а) Алматы (25,0%), Астана (23,8%);

б) екінші ретте жоғары көрсеткіштерді иеленген облыстар, олар: Батыс Қазақстан (6,7%), Атырау (5,8%), Оңтүстік Қазақстан (4,5%), Манғыстау (4,4%), Алматы (4,3%), Ақтөбе облыстары (4,1%), осылардан кейін жәйлеп басқа облыстар келеді.

Дара кәсіпкерлердің жалпы ШОК субъектілерімен шығарылған өнім көлеміндегі үлесі 9,7% ғана. Бұл бағытта Алматы (22,5%), Астана (13,0%) қалалары және Оңтүстік Қазақстан (7,1%) мен Қарағанды (6,7%) облыстары алдыңғы қатарда.

Шаруа (фермер) қожалықтарының жалпы ШОК субъектілері шығарған өнім көлеміндегі үлесі 5,7% құрайды. Шаруашылық іс әрекетімен айналысқан аймақтар ішінде Алматы (20,5%), Оңтүстік Қазақстан (16,0%), Шығыс Қазақстан (11,8%) облыстары алда келеді.

Бүкіл Қазақстан экономикасының негізін құрайтын әрине аймақтық экономикалар болып табылады. Осы талдау негізінде анықтағанымыз, кейбір аймақтарда шағын және орта кәсіпкерліктің даму көрсеткіштері өте төмен, ал аймақ дамуында оны ролі маңызды десек артық болмайды, сонымен қатар біраз аймақтардың жалпы экономикалық даму деңгейі де төмен.

2016 жылы ШОК бойынша біршама көрсеткіштердің, соның ішінде жұмыс істеп тұрған шағын және орта кәсіпкерлік субъектілері санының 1,3% -ға (1 285287-ден 1 302 562) өсуіне қарамастан, оның экономикадағы үлесінің төмендегенін байқаймыз (ШОК ЖІӨ-ге үлесі 2015 жылы 26,2% болса, 2016 жылы бұл көрсеткіш 25,6% құрап отыр).

Бұл жағдай, ұлттық шаруашылықтың сыртқы конъюнктурасының нашарлауы және екінші деңгейдегі банктердің экономиканы несиелеу үдерісінің қысқаруы салдарынан орын алып отыр. Нақты айтсақ, шағын және орта бизнес дамуының негізгі мәселелері ретінде қаржыландырудың жеткіліксіздігін, ірі қалалардан басқа жерде өтімді кепілдік мүлкінің болмауын, екінші деңгейдегі банктерде шағын және орта бизнеске несие беру кезінде орын алатын кедергілері, өткізу (сату) нарықтарына қол жеткізу үшін жағдайдың болмауын атап кетуге болады [6].

Бірақ бұл проблемалардың шешімін табуға болады деп есптейміз, егер, болашақта кәсіпкерлерге әлемнің алдыңғы қатарлы елдерінің тәжірибесін және алдыңғы дағдарыстар сабағын зерттеу негізінде дағдарыстармен байланысты тәуекелдер және олардың салдарымен күресуді (жеңуді) үйрену үшін мүмкіндіктерді мемлекет деңгейінде құра білсек. Сонымен қатар ШОК жан-жақты қолдау тауып, тиімді дамуына қажетті негіздермен қамтылуы қажет деп есептейміз. Ойкені жалпы ел экономикасының, яғни Қазақстанның индустриалдық және әлеуметтік жаңғыруында ШОК-тің өзіндік маңызды орны бар [6].

Қазақстан экономикасында бүгінгі жетістіктер де аз емес, кәсіпкерлік, нарықтық экономиканың өтпелі кезеңінің негізгі буындарының бірі бола отырып, бүкіл мемлекет деңгейінде жеке адамдардың нарықтық заңдарға, ережелерге сәйкес дағдыларының қалыптасуын қамтып жеделдетті [7].

## ӘДЕБИЕТ

1 Атамекен Ұлттық кәсіпкерлер палатасында елдегі кәсіпкерлік белсенділігі жағдайы жөніндегі Ұлттық баяндама: <http://palata.kz>

2 ҚР статистика жөніндегі Агенттігі. Қазақстан өңірлері. Статистикалық жинақтар. – Астана, 2016. [stat.gov.kz](http://stat.gov.kz)

3 Бекбенбетова Б. Приоритеты структурной модернизации экономики Казахстана: Теория и практика реализации: – Астана, 2015.

4 Қазақстан Республикасы Ұлттық экономика министрлігі Статистика комитетінің ресми сайты [www.stat.gov.kz/](http://www.stat.gov.kz/)

5 [strategy2050.kz](http://strategy2050.kz) «[www.strategy2050.kz](http://www.strategy2050.kz)».

6 «Даму» Қорының бағдарламалары [Электронды ресурс] // Қол жетімді нүктесі. / <http://www.damu.kz/>

7 «Теріс пиғылды бәсеке туралы» 1998 жылғы 9 шілдедегі №232 Қазақстан Республикасының Заңы // «Шағын және орта бизнес» заңнамалық-құқықтық актілер жинағы: Қазақстан Республикасының Заңнамасы. – Алматы, 1999.

*А. С. АБДРАХМАНОВА<sup>1</sup>, С. К. КАПЫШЕВА<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Карагандинский экономический университет, Астанинское представительство*

*<sup>2</sup>Казахский университет экономики, финансов и международной торговли*

## **ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН**

*Рассматриваются различные вопросы по созданию системы менеджмента качества на предприятии. Особое внимание уделяется проблеме повышения качества и конкурентоспособности потребительских товаров. В связи с необходимостью интегрирования экономики Республики Казахстан в мировое экономическое пространство на условиях равноправного сотрудничества с другими странами предлагаются мероприятия по решению проблемы управления и организации контроля качества продукции.*

**Ключевые слова:** *система менеджмента качества, конкурентоспособность, качество, управление, продукция.*

*Мақалада кәсіпорындағы сапа менеджменті жүйесін құру бойынша әртүрлі мәселелер қарастырылды. Тұтыну тауарларының сапасы мен бәсекеге қабілеттілігін арттыру мәселесіне ерекше назар аударылады. Қазақстан Республикасының экономикасын басқа елдермен теңдей ынтымақтастық жағдайында әлемдік экономикалық кеңістікке біріктіру қажеттілігіне байланысты өнімдерді сапалы басқаруды ұйымдастыру мен басқару мәселесін шешу ұсынылады.*

**Кілттік сөздер:** *сапа менеджменті жүйесі, бәсекеге қабілеттілік, сапа, басқару, өнімдер.*

*Various issues on the creation of a quality management system are being considered. Particular attention is paid to the problem of improving the quality and competitiveness of consumer goods. In connection with the need to integrate the economy of the Republic of Kazakhstan into the world economic space on the conditions of equal cooperation with other countries, measures are proposed to address the problem of management and organization of quality control of products.*

**Keywords:** *quality management system, competitiveness, quality, management, products.*

Наиболее эффективный способ развития бизнеса, успешного участия в конкурентной борьбе, снижения внутренних издержек и одновременного повышения имиджа компании за её пределами, роста управляемости компанией, мотивации сотрудников и удовлетворенности клиентов – создание системы менеджмента качества. Многие руководители предприятий уже осознали необходимость внедрения стандартов и создания системы качества. Получение сертификата, подтверждающего соответствие системы менеджмента качества этим стандартам, является важным моментом для продвижения продукции на внутренний и зарубежный рынки.

В области управления качеством на данном этапе Правительством Республики Казахстан приняты следующие постановления:

«О республиканской программе качество», предусматривающей переход от сертификации продукции к сертификации систем качества;

«О конкурсах в области качества», по итогам которых должны присуждаться премии Правительства за достижения в области качества и премии за «Лучшие товары Казахстана»;

утверждена программа по разработке и внедрению систем качества на предприятиях республики в соответствии с требованиями международного стандарта.

Важной особенностью стандартов ИСО серии 9001 является то, что они базируются на 8 принципах всеобщего управления качеством (TQM). Принцип TQM – это всестороннее и фундаментальное правило менеджмента для продвижения и действия предприятия, нацеленное на долгосрочное, непрерывное повышение эффективности, ориентированное на потребителей при учете потребностей всех других заинтересованных сторон.

Все предприятия сформированы из систем, которые содержат один или более процессов. Система менеджмента качества является важной частью общей системы управления. Предприятие должно определить свои системы и процессы, содержащиеся внутри них, чтобы давать возможность системам быть управляемыми и улучшенными. Успех может быть достигнут в результате внедрения и поддержания в рабочем состоянии системы менеджмента качества, разработанной для постоянного улучшения деятельности с учетом потребностей организации и всех заинтересованных сторон.

Создание системы менеджмента качества на любом предприятии – это сложный, длительный процесс, требующий доведения до сознания работников предприятий того, что система качества – это не столько грамотно изложенные в соответствующих документах принципы и правила, сколько во всем соответствующая им целенаправленная и слаженная работа всего коллектива предприятия. Только постоянное обучение, обмен информацией, овладение принципами и методами стандартизации, метрологии и сертификации формируют новый тип мышления, необходимый для решения практических задач обеспечения качества и конкурентоспособности продукции [1].

Проблема повышения качества и конкурентоспособности потребительских товаров не только актуальна, но и одна из важнейших экономических проблем нашей страны на современном этапе. Успешный менеджмент качества позволит повысить взаимосвязь между отделами и их руководителями, снизит количество недостатков, улучшит качество работы персонала и повысит конкурентоспособность продукции.

Конкурентоспособность продукции определяется совокупностью свойств, входящих в состав ее качества, важных для потребителя, оправдывающих затраты потребителя по приобретению, потреблению (эксплуатации) и утилизации продукции. Оценка конкурентоспособности начинается с определения цели исследования:

если необходимо определить положение данного товара в ряду аналогичных, то достаточно провести их прямое сравнение по важнейшим параметрам;

если целью исследования является оценка перспектив сбыта товара на конкретном рынке, то в анализе должна использоваться информация, включающая сведения об изделиях, которые выйдут на рынок в перспективе, а также сведения об изменении действующих в стране стандартов и законодательства, динамики потребительского спроса [2].

Независимо от целей исследования основой оценки конкурентоспособности является изучение рыночных условий, которое должно проводиться постоянно, как до начала разработки новой продукции, так и в ходе ее реализации. Задача состоит в выделении той группы факторов, которые влияют на формирование спроса в определенном секторе рынка:

рассматриваются изменения в требованиях постоянных заказчиков продукции;

анализируются направления развития аналогичных разработок;  
рассматриваются сферы возможного использования продукции;  
анализируется круг постоянных покупателей.

Документом, подтверждающим соответствие системы менеджмента качества требованиям стандарта ИСО 9001, является сертификат соответствия, выдаваемый специально уполномоченными на право проведения этой деятельности органами по сертификации систем качества. Сертификат соответствия системы менеджмента качества выступает независимым ручательством способности предприятия удовлетворять минимальным требованиям потребителя к качеству продукции (услуг) [3].

Сертификат на систему менеджмента качества даёт предприятиям следующие преимущества в конкурентной борьбе:

повышение шансов на победу при участии в тендерах, конкурсах, а также при заключении как внутренних, так и внешних контрактов;

увеличение объема сбыта продукции;

формирование общественного мнения о прочном и стабильном положении предприятия на рынке и, как следствие этого, оказание поддержки в формировании портфеля заказов;

увеличение доверия со стороны инвестиционных компаний, возрастание инвестиционной поддержки на развитие мощностей и совершенствование производственных процессов;

увеличение доверия со стороны страховых компаний при заключении соответствующих договоров с предприятием о страховании;

увеличение доверия со стороны юридических фирм для юридической защиты интересов предприятия при возникновении каких-либо претензий у потребителей;

повышение качества продукции/услуги;

рост эффективности производства, снижение его издержек;

улучшение управляемости предприятия путем строгого распределения ответственности при выполнении процедур;

увеличение мотивации персонала за достижение конечных результатов;

обеспечение прозрачности внутренних процессов;

снижение затрат на исправление брака.

#### Эффективность внедрения системы качества

Уровень конкурентного статуса предприятия	Индекс рентабельности	Коэффициент экспорта продукции	Прибыль на одного работающего	Инвестиции в расчете на один проект
0,7<КСП<1,0	7,1/2,7	1,92/1,86	4,2/1,4	27,6/25
0,4<КСП< 0,7	6,3/2,7	1,74/1,56	3,2/1,4	25,9/17,0
0<КСП<0,4	5,4/2,7	1,56/1,45	3,0/1,4	22,3/17,0
<i>Примечание.</i> В числителе – стандарты ISO 9000, в знаменателе – средние показатели в отрасли.				



Система менеджмента качества повышает прозрачность предприятия в части его организационной структуры, бизнес-процессов и функций. При разработке процедур, представляющих собой алгоритм деятельности, связанной с качеством, определяются или уточняются и организационная структура (как обязательства, полномочия и взаимоотношения, представленные в виде схемы, по которой предприятие выполняет свои функции), и бизнес-процессы и функции. Главная задача стандартизации – создание системы нормативно-технической документации, определяющей прогрессивные требования к продукции, изготавливаемой для нужд народного хозяйства, населения, обороны страны, экспорта. Сюда же входит и контроль за правильностью использования этой документации [4].

Действующая система стандартизации позволяет разрабатывать и поддерживать в актуальном состоянии:

- единый технический язык;

- унифицированные ряды важнейших технических характеристик продукции (допуски и посадки, напряжение, чистоты и т.д.);

- типовые конструкции изделий общемашиностроительного применения (подшипники, крепеж, режущий инструмент);

- систему классификаторов технико-экономической информации;

- достоверные справочные данные о свойствах материалов и веществ.

Нормативные документы по стандартизации подразделяются на следующие категории:

- государственные стандарты Республики Казахстан (СТ РК);

- отраслевые стандарты (ОСТ);

- технические условия (ТУ);

- стандарты предприятий (СТП).

Сертификация продукции является одним из способов подтверждения ее соответствия заданным требованиям. Для проверки фактического соответствия качества поставляемой продукции используются различные организационно-технические процедуры, формы и методы, в том числе:

- контроль;

- диагностирование;

- испытание;

- анализ причин брака, отказов, рекламаций и других несоответствий.

Все эти процедуры выполняются независимой организацией, третьей стороной. В качестве третьей стороны выступает Госстандарт Казахстана или по его лицензии аккредитованные им органы. Сертификация в ГСС республики обеспечивается компетентностью и независимостью от производителей, аккредитованных Госстандартом органов по сертификации, инспекционного контроля и испытательных лабораторий (центров).

Правовые основы стандартизации и сертификации продукции, услуг и иных объектов в Казахстане регламентируются Законом «О стандартизации и сертификации». В соответствии со статьей 2 данного закона основными целями стандартизации и сертификации являются:

- нормативно-техническое обеспечение продукции, процессов и услуг;

защита интересов потребителей в определении качества продукции;  
обеспечение безопасности продукции для жизни и здоровья людей, охраны окружающей среды;  
устранение технических барьеров в торговле, обеспечение конкурентоспособности продукции на мировом рынке;  
обеспечение совместимости и взаимозаменяемости продукции;  
ресурсосбережение;  
повышение качества продукции, динамичность и гармонизация производственно-хозяйственной деятельности в соответствии с развитием науки, техники, потребностями населения и народного хозяйства [5].

Международная экономическая интеграция предполагает сотрудничество в области стандартизации и сертификации и поэтому Госстандарт представляет Республику Казахстан как национальный орган в международных и межгосударственных организациях. Для международного признания работ в области стандартизации и сертификации Госстандарт РК тесно взаимодействует со странами СНГ, принимая активное участие в деятельности Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации (МГС). Ведущие специалисты Госстандарта РК входят в состав рабочих групп ГС, что повышает эффективность системы управления качеством в Республике Казахстан.

Таким образом, с целью совершенствования процесса управления качеством продукции при разработке отечественных стандартов учитываются требования Международной организации по стандартизации.

В государственные стандарты Республики Казахстан включаются:

обязательные требования к качеству продукции, работ и услуг, обеспечивающие безопасность для жизни, здоровья и имущества, охрану окружающей среды, обязательные требования техники безопасности и производственной санитарии;  
обязательные требования по совместимости продукции;  
обязательные методы контроля, требований к качеству продукции, работ и услуг, обеспечивающих их безопасность для жизни, здоровья людей и имущества, охрану окружающей среды, совместимость и взаимозаменяемость продукции;  
параметрические ряды и типовое конструирование изделий;  
основные потребительские и эксплуатационные свойства продукции, требования к упаковке, маркировке, транспортированию и хранению, а также утилизации продукции;  
положения, обеспечивающие техническое единство при разработке, производстве, эксплуатации продукции и оказании услуг, правила обеспечения качества продукции, сохранность и рациональное использование всех видов ресурсов, термины, определения и обозначения и другие общетехнические правила и нормы.

Итак, в связи с необходимостью интегрирования экономики Республики Казахстан в мировое экономическое пространство на условиях равноправного сотрудничества с другими странами государственным структурам следует осуществить конкретные мероприятия по решению проблемы управления и организации контроля качества продукции.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Горелов А.С. Комплексная экономико-статистическая оценка системы контроля качества продукции и состояния оборудования. Внешнеэкономическая деятельность: организация и управление: Учебное пособие / Под ред. к.э.н., проф.Е.П. Пузаковой. – М.: Экономистъ, 2005. – 123 с.

2 Аверьянов О.И., Аверьянова И.О., Зинева В.В. Оценка эффективности обработки товаров //СТИН. – 2012. – №3. С.12-31.

3 Лапина М.А. Сущность государственного контроля (надзора) и генезис его законодательного определения //Вестник финансового университета. – 2016. – №4. – С.152-158.

4 Бутко Г.П. Качество товара как основной элемент системы обеспечения конкурентоспособности //Известия высших учебных заведений. – 2004. – №6. – С.109.

5 Тихонов Р.М. Конкурентоспособность промышленной продукции. Переизд. – М.: Изд-во стандартов, 2010.

**О. В. ЛАШКАРЕВА**

*Евразийский национальный университет им. Л. Н. Гумилева*

## **ИСТОЧНИКИ, ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ ПРИВЛЕЧЕНИЯ ИНВЕСТИЦИЙ В АПК КАЗАХСТАНА**

*Актуальность работы обусловлена важностью активизации инвестиционной деятельности как определяющего фактора развития сельского хозяйства. Исследуются источники привлечения инвестиций в сельское хозяйство. Проанализировано современное состояние привлечения инвестиционных ресурсов для формирования АПК. Выявлены основные причины, сдерживающие приток инвестиций в отрасль. Для активизации инвестиционного процесса предложены меры по эффективному регулированию инвестиционной деятельности в сельском хозяйстве.*

**Ключевые слова:** сельское хозяйство, АПК, инвестиции, основной капитал, модернизация.

*Жұмыстың өзектілігі ауыл шаруашылығының даму факторы ретінде инвестициялық қызметтің активтілігінің маңыздылығымен негізделген. Мақалада ауыл шаруашылығына инвестицияны тарту көздері зерттелген. Қазақстан Республикасында АӨК қалыптастыру үшін инвестициялық ресурстарды тартудың қазіргі жағдайына талдау жасалды. Салаға инвестициялар ағымын тежеуші негізгі себептер анықталды. Инвестициялық процесті активтендіру мақсатында ауыл шаруашылығында инвестициялық қызметті тиімді реттеу үшін ұсыныстар берілді.*

**Кілттік сөздер:** ауыл шаруашылығы, АӨК, инвестициялар, негізгі капитал, жаңғырту.

*Significance of the research is due to the importance of activating investment activities as a determining factor in the development of agriculture. The article studies the sources of attracting investments in agriculture. The actual conditions of attracting investment resources for the formations of the agroindustrial complex of the Republic of Kazakhstan has been analyzed. Major attractiveness of investments inflow of the industry have been identified. To enhance the investment process, measures are proposed to effectively regulate investment activities in agriculture.*

**Keywords:** agriculture, agro-industrial complex, investment, fixed assets, modernization.

Агропромышленный комплекс Казахстана имеет ряд характеристик, которые делают его привлекательным как для отечественных, так и для иностранных инвесторов. По мнению аналитиков Всемирного банка, именно сельское хозяйство может стать одним из главных локомотивов развития Казахстана [1]. Между тем доля сельского хозяйства в ВВП Казахстана неуклонно снижалась до 2010 года, после чего остановилась на отметке примерно 4,5%. По итогам 2015 года составила 4,8%. Однако, несмотря на незначительную долю, в сельском хозяйстве занята почти пятая часть трудового населения (19%). Общая культивируемая площадь в Казахстане – 23,48 млн га, площадь пастбищных угодий одна из самых больших в мире и равна 181 млн га. Незадействованных земель эксперты Всемирного банка насчитали «почти 15% пахотных и неопределенную площадь пастбищных угодий Казахстана». Кроме того, сельское хозяйство является важным направлением диверсификации экономики.

В целом источники инвестиций подразделяются по двум признакам: собственные и привлеченные (сторонние); государственные и частные (коммерческие). Источни-

ками собственных средств формирований отрасли являются прибыль, амортизационные отчисления, реализация акций (в АО с целью привлечения дополнительных ресурсов).

Источниками государственных средств для инвестиций служат республиканские и региональные целевые программы, льготы по налогам и платежам, субсидии и компенсации (на приобретение ресурсов, содержание социальной сферы).

Источниками коммерческих инвестиций являются банки и иные кредитные учреждения, инвестиционные, лизинговые и страховые компании.

В последние годы объемы и условия предоставления инвестиционных ресурсов для формирований АПК Республики Казахстан несколько улучшились. Так, по данным 2015 года, объем субсидий агропромышленному комплексу составил 173,3 млрд тенге, что на 18,1 % больше, чем в 2014 году. В 2016 году объем государственной поддержки АПК увеличился до 182,7 млрд тенге. Следует отметить, что значительная доля расходов на АПК передана в базу местных исполнительных органов, с 32 млрд тенге в 2011 году до 155,2 млрд тенге в 2016 году, или рост в 4,9 раза.

За последние 5 лет НУХ «КазАгро» и его дочерние компании привлекли в сектор АПК более 1,3 млрд долларов США, 600 млн евро и около 1,5 млрд рублей, что составляет более 375 млрд тенге иностранных инвестиций. За 2016 год объем капитальных вложений вырос более чем в 1,5 раза, достигнув 252,9 млрд тенге [2].

Более половины (56,8%) инвестиций пришлось на Северный макрорегион, включающий СКО (56,8 млрд тг, или 28,5% за год), Акмолинскую область (51,7 млрд тг, рост за год более чем вдвое) и Костанайскую область (35,3 млрд тг, прирост 31,1%). Области данного региона специализируются на зерновом сельском хозяйстве, за 2016 год обеспечили 71% валового сбора зерновых и бобовых культур, 80% валового сбора озимой и яровой пшеницы.

Инвестиции в основной капитал возросли с 2,2% (2011 г.) до 3,3% в конце 2016 года (рисунок 1, см. таблицу). В течение 8 месяцев 2017 г. на предприятиях отрасли основных средств введено на сумму 116 млрд тенге, что на 55% больше, чем годом ранее [3].

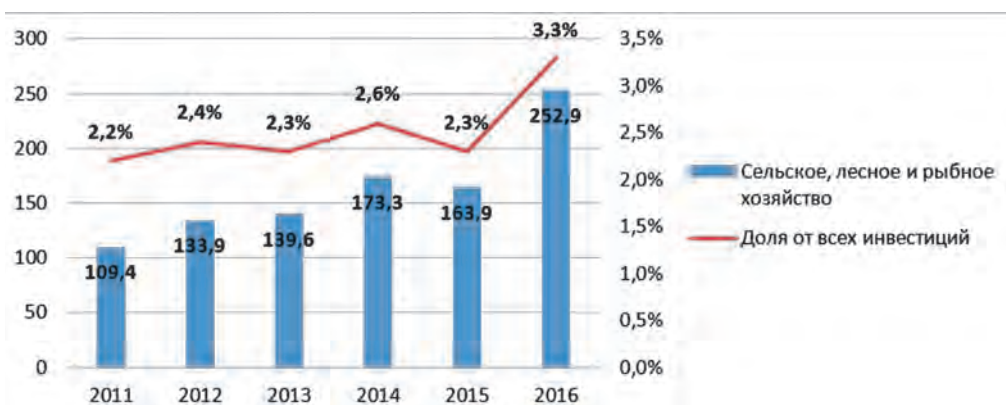


Рисунок 1 – Инвестиции в основной капитал. Сельское, лесное и рыбное хозяйство, млрд долл. Расчеты на основе данных КС МНЭ РК [4]

Кроме того, по данным таблицы видно, что 98,9% от общего объема инвестиций в АПК приходится на растениеводство и животноводство – 250,3 млрд тенге, прирост почти 52,4% за год. На рыболовство и аквакультуру остается лишь 0,8%, на лесоводство и лесозаготовки – всего 0,2%.

Инвестиции в основной капитал. Сельское, лесное и рыбное хозяйство\*

Показатели	Всего, млрд долл.		Рост к итогу		Доля от РК	
	2016	2015	2015		2016	2015
Казахстан	252,9	167,1	151,4%	85,9	100,0%	100,0%
Растениеводство и животноводство, охота и предоставление услуг в этих областях	250,3	164,2	152,4%	86,1	98,9%	98,3%
Рыболовство и аквакультура	2,1	2,4	87,9%	-0,3	0,8%	1,5%
Лесоводство и лесозаготовки	0,5	0,5	113,5%	0,1	0,2%	0,3%

\*Составлено на основе данных КС МНЭ РК [4].

В растениеводстве и животноводстве 64,4% инвестиций направлены на выращивание сезонных культур (161,1 млрд тенге, что выше уровня предыдущего года на 60,5%). Еще 21,2% пришлось на животноводство (53,2 млрд тенге, рост – 38,9%) (рисунок 2). В январе-июле 2017 г. в сегмент выращивания сезонных культур было инвестировано 83,96 млрд тенге, что почти на четверть превышает объем инвестиций за аналогичный период 2016 года. В то же время рост капложений в сферу животноводства превысил 40% и достиг почти 38 млрд тенге. Из этого следует, что бизнес больше вкладывает средств в развитие животноводческого комплекса.

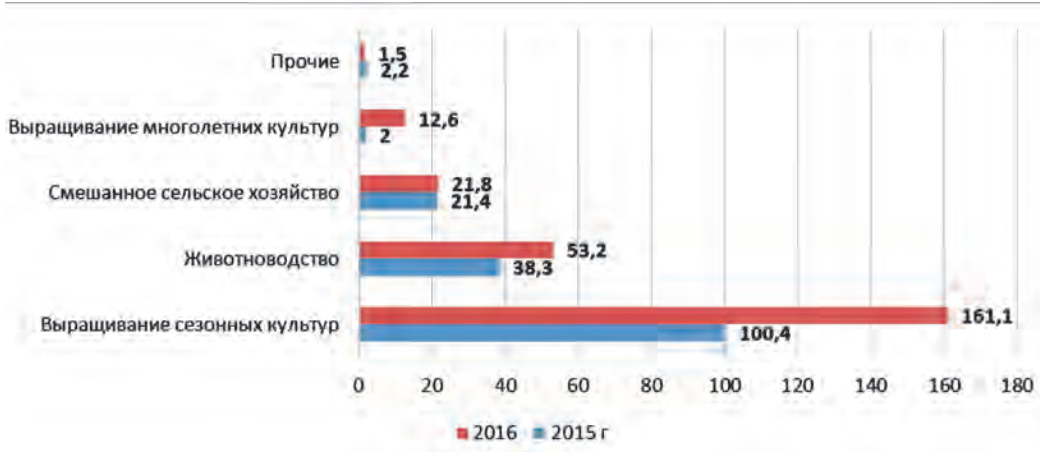


Рисунок 2 – Инвестиции в основной капитал. Растениеводство и животноводство, охота и предоставление услуг в этих областях, млрд тенге.

Составлен на основе данных КС МНЭ РК [4]



Увеличивали объемы вливаний в модернизацию основных фондов как сами предприятия отрасли, так и внешние источники фондирования. В текущем году объем собственных инвестиций предприятий вырос на 41%, до 115 млрд тенге с 82 млрд тенге за такой же период прошлого года. Объем привлеченных средств в структуре инвестиций увеличился, причем более значительно – с 12 млрд тенге до нынешних 37 млрд тенге (в 3 раза).

Что касается поддержки сельского хозяйства из бюджета, то здесь объемы падают. В структуре инвестиций в основной капитал сельскохозяйственных производителей прямые инвестиции из бюджетных фондов не отражены. Однако, по данным Минфина, за 7 месяцев 2016 года из государственного бюджета Казахстана на поддержку сельского хозяйства было потрачено порядка 139 млрд тенге, а это на 23% меньше объемов за аналогичный период 2015 года (рисунок 3).



**Рисунок 3** – Расходы госбюджета РК на поддержку сельского хозяйства, млрд тенге.  
Составлен на основе данных КС МНЭ РК [4]

В целом, принятые в республике меры по стимулированию инвестиций недостаточны для их массового притока в агропромышленное производство. Анализ показал, что основными причинами, сдерживающими приток инвестиций в отрасль, являются:

для крупного бизнеса – проблемы, связанные с приобретением земель и возможные риски (политическая и социальная нестабильность в обществе, коррупция, недостаточная защищенность прав собственности и др.);

для действующих формирований АПК – недостаток собственных ресурсов, неудовлетворительные условия кредитования, лизинга (высокие процентные ставки, малые сроки предоставления).

Также следует признать, что отечественная наука не является источником передовых знаний о земледелии по причине недофинансированности.

Из отмеченного следует, что в современных условиях создание благоприятного инвестиционного климата в АПК Казахстана возможно лишь при более активном участии государства в регулировании рыночных процессов. Об этом убедительно свидетельствует как зарубежный, так и отечественный опыт, прежде всего такая практика, когда помощь государства в субсидировании процентных ставок по кредитам способствует стабилизации в АПК страны.

К числу мер, которые государство может принять с целью активизации инвестиционного процесса, относятся:

1. Полное освобождение от налогообложения средств, направляемых на модернизацию формирований АПК.

2. Предоставление налоговых льгот компаниям, участвующим в программе модернизации.

3. Увеличение объема инвестиций в аграрные научные исследования, которые будут востребованы на производстве.

4. Полное субсидирование из республиканского и местного бюджетов процентных ставок по долгосрочным кредитам, используемым на модернизацию, а также по лизингу.

5. Введение в практику 50% субсидирования первоначального взноса на приобретение сельскохозяйственной техники на условиях лизинга (для сельскохозяйственных товаропроизводителей).

6. Проведение информационной кампании по привлечению инвесторов в село (освещение в средствах массовой информации положительных примеров прихода в село частного капитала в виде инвестиций).

7. Проведение в регионах хорошо подготовленных ярмарок инвестиций в сельское хозяйство, с приглашением потенциальных инвесторов.

8. Сбор во всех регионах информации, представляющей интерес для инвесторов. Составление на её базе региональных сборников инвестиционных проектов с последующим их распространением.

9. Введение в практику гарантированных цен на зерно и продовольственных интервенций в случаях резкого повышения цен на сельхозпродукцию и продовольствие.

10. Инициация корпоративных соглашений между сельскохозяйственными товаропроизводителями и другими формированиями АПК, заводами-изготовителями сельскохозяйственной техники и оборудования, представителями топливно-энергетического и электроэнергетического комплексов и другими с целью создания и обеспечения благоприятных условий для развития агропромышленного производства и привлечения инвестиций в него.

11. Принятие действенных мер по защите отечественных сельскохозяйственных товаропроизводителей, сделав упор на развитие конкуренции между ними (а не между ними и зарубежными сельхозтоваропроизводителями) на основе введения ограничений на импорт сельхозпродукции и продовольствия (повышение пошлин не всегда дает желаемый результат из-за субсидирования развитыми странами экспортной продукции).

12. Обеспечение доступности кредитных и иных ресурсов для предприятий АПК, КФХ и ЛПХ на основе расширения и развития сети кредитных учреждений, включая кредитные кооперативы.

13. Создание эффективной рыночной инфраструктуры, включая заготовительные и снабженческо-сбытовые кооперативы

14. Разработка и реализация системы мер по повышению занятости и доходов населения.

Многие из перечисленных мер носят организационный характер, являются мало-затратными, т.е. не обременительны для республиканского и местных бюджетов. Эффект же могут дать весьма значительный.

Таким образом, для привлечения инвестиций в аграрный сектор страны необходимо обеспечить устойчивую экономическую рентабельность сельскохозяйственных земель, в том числе путем усиления государственной поддержки с учетом их местоположения в зоне рискованного земледелия, предоставления «длинных дешевых» кредитов, улучшения механизмов субсидирования, развития страхования сельскохозяйственных культур и аграрной науки. Кроме того, важным условием, стимулирующим инвестиции, является обеспечение прозрачности рынка, развитие рыночных механизмов на земельном рынке, передача земель в качестве залога для инвестиций, формирование механизмов финансирования сельского хозяйства, а также «равноправие» всех участников рынка.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Почему поддержка агропрома не дает нужного эффекта? – Всемирный банк [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://365info.kz/2017/05/pochemu-podderzhka-agroproma-ne-daet-nuzhnogo-effekta-vsemirnyj-bank/> (дата обращения 05.09.2017г.).

2 Какие страны инвестируют в сельское хозяйство Казахстана [Электронный ресурс] Режим доступа: [https://forbes.kz/news/2017/08/17/newsid\\_152726](https://forbes.kz/news/2017/08/17/newsid_152726) (дата обращения 22.08.2017г.).

3 АПК – центр притяжения инвестиций в новой экономической реальности [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://etmai.kz/kk/news/989> (дата обращения 11.09.2017г.).

4 Официальный Интернет-ресурс Комитета по статистике Министерства национальной экономики Республики Казахстан / <http://stat.gov.kz/>

**У. С. АЛИМБЕТОВ, Г. З. ЗАЙНЕЛОВА**

*Восточно-Казахстанский государственный университет*

## **ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ ЭКОНОМИКИ КАЗАХСТАНА**

*Сфера инноваций сегодня является сферой формирования конкурентных преимуществ любой национальной экономики. В целом Казахстан имеет достаточно высокие конкурентные позиции в глобальном масштабе. Но наиболее слабым звеном в числе факторов, обеспечивающих конкурентоспособность страны, остаются инновации.*

**Ключевые слова:** экономика, инновации, инновационная деятельность, индустриально-инновационное развитие, конкурентоспособность, национальная экономика.

*Бүгінгі таңда инновация саласы кез-келген ұлттық экономиканың бәсекелестік артықшылықтарын қалыптастыру саласы болып табылады. Жалпы, Қазақстан жаһандық деңгейде бәсекеге қабілетті жоғары деңгейге ие. Бірақ елдің бәсекеге қабілеттілігін қамтамасыз ететін факторлардың санының ең әлсіздігі инновация болып табылады.*

**Кілттік сөздер:** экономика, инновациялар, инновациялық қызмет, индустриялық-инновациялық даму, бәсекеге қабілеттілік, ұлттық экономика.

*The sphere of innovations today is the sphere of formation of competitive advantages of any national economy. In general, Kazakhstan has quite a high competitive position on a global scale. But the weakest link in the number of factors that ensure the country's competitiveness is innovation.*

**Key words:** economy, innovation, innovative activity, industrial-innovative development.

Инновационная деятельность – важная составляющая инновационного потенциала развития любой экономической системы. В условиях рыночной экономики продукт инновационной деятельности является товаром и обязан обладать коммерческим эффектом для всех участников технологического бизнеса. При создании такого продукта требуются разнообразные ресурсы, в том числе и инвестиции.

В соответствии со Стратегией индустриально-инновационного развития Казахстана предполагалось довести величину произведенной добавленной стоимости в наукоемких и высокотехнологичных отраслях с 2 млрд тенге в 2000 году до 126,6 млрд тенге к 2016 году (более чем в 60 раз) [1].

К числу показателей результата инновационной деятельности в Казахстане относят инновационную активность предприятий, объем инновационной продукции, количество приобретенных и переданных новых технологий. Анализ инновационной деятельности промышленности Казахстана в 2015–2016 гг. показал, что в 2016 г. количество предприятий, имеющих законченные инновации, увеличилось в 3 раза по сравнению с 2015 г., а уровень инновационной активности – почти в 2 раза.

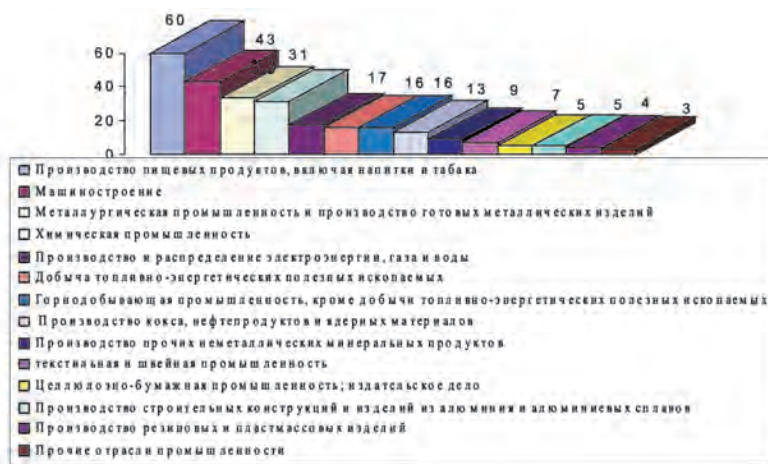
Результаты исследования инновационной активности предприятий по формам собственности показали, что наибольший удельный вес в общей структуре инновационно активных предприятий принадлежит частному сектору. В 2016 году инновационно активных предприятий в частном секторе насчитывалось 361 из 9938. Вторую позицию занимают инновационно активные предприятий государственного сектора.

Важным фактором эффективности использования новых технологий и техники промышленными предприятиями считается продвижение инновационного продукта на рынки технологических инноваций. В Казахстане за 2007–2016 гг. экспорт инновационной продукции увеличился в 2,3 раза, т.е. с 65 020,3 млн. тенге в 2007 году до 152 500,6 млн тенге в 2016 году. Экспорт услуг инновационного характера также имеет тенденцию роста. За анализируемый период этот показатель вырос в 1,7 раза, т.е. с 4380,9 млн тенге в 2010 г. до 7518,0 млн тенге в 2016 году (рисунок 1).



**Рисунок 1** – Инновационная активность предприятий по формам собственности за 2011–2016 годы

Если рассмотреть структуру экспорта инновационной продукции за 2011-2016 годы, то на долю экспорта инновационной продукции приходится в среднем 53,0%. Резкий рост экспорта услуг инновационного характера наблюдался в 2016 г., который по сравнению с 2015 годом вырос на 14,9%. Распределение объема инновационной продукции по видам экономической деятельности промышленных предприятий свидетельствует о том, что наибольший объем инновационной продукции приходится на обрабатывающую промышленность, которая в 2016 г. составила 12 7174,0 млн. тенге, или 83,4%. По сравнению с 2011 г. этот показатель увеличился на 4832,2 млн тенге, т.е. на 19,5% (рисунок 2).



**Рисунок 2** – Структура инновационной продукции за 2011–2016 гг.

В горнодобывающей промышленности объем инновационной продукции в 2016 г. составил 25166,1 млн тенге, или 16,6%. По сравнению с 2013 г. этот показатель больше на 7275,3 млн тенге, или на 28,9%.

В 2016 г. из 506 ед. использованных новых технологий и техники на промышленность пришлось 257 ед., или 50,7% от общего количества инноваций. Ранжирование отраслей промышленности Казахстана (рисунок 3) по уровню использования инноваций показало, что первые три позиции занимают пищевая промышленность, машиностроение и металлургия.

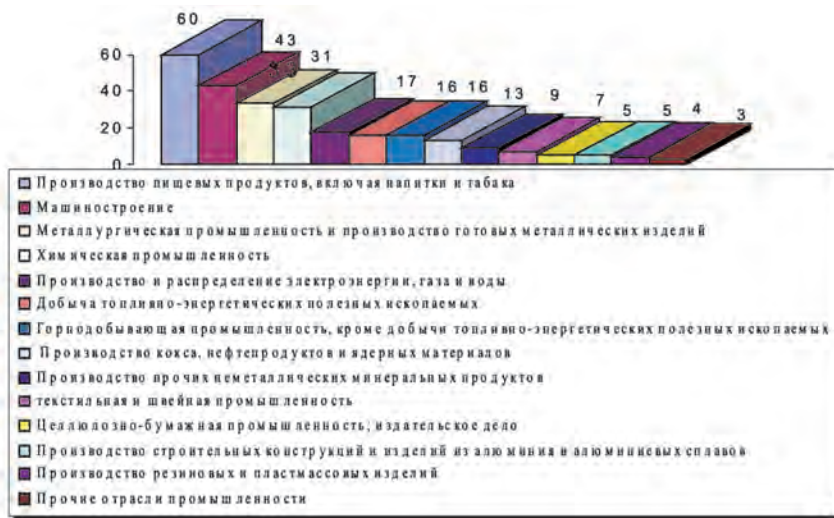


Рисунок 3 – Ранжирование отраслей промышленности Казахстана по уровню использования новых технологий и техники в 2016 году

Рассмотрим основные показатели, характеризующие уровень затрат на технологические инновации в промышленности Казахстана за 2011–2016 гг. Положительным фактором является то, что за анализируемый период общие технологические затраты выросли почти в 3 раза, т.е. с 26 933,1 млн тенге в 2011 г. до 83 523,4 млн. тенге (таблица 1).

Таблица 1 – Затраты на технологические инновации

Показатели	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Изменение 2011 г. к 2016 г.
Общие затраты, млн тенге	26933,1	35360,3	67088,9	79985,9	83523,4	113460,1	В 4,2 раза
В том числе:							
республиканский бюджет	430,2	1905,9	5381,8	6478,4	4359,7	5613,2	В 13 раз
местный бюджет	31,3	10,3	106,1	2321,2	184,5	36,9	В 1,2 раза
собственные средства предприятий	26225,3	32058,3	43936,9	68407,3	70576,3	96860	В 3,7 раза
иностраннные инвестиции	246,3	1385,8	14994,7	2762,7	8379,7	9413,6	В 38,2 раза
институты развития	-	-	2669,4	16,3	23,2	1536,3	-



Анализ структуры затрат по источникам финансирования показал, что наибольший удельный вес приходится на собственные средства предприятий, которые в 2015 году составили 48472,1 млн. тенге, или 57,9%.

Как видно из рисунка 4, в общей структуре затраты на приобретение машин и оборудования, связанных с технологическими инновациями, и новых технологий в 2016 г. составили 75%, а в 2015 г. – 52,8%. Таким образом, в общей структуре затрат на технологические инновации больше половины приходится на долю приобретенных технологий и техники.



Рисунок 4 – Структура затрат на технологические инновации

Модернизация экономического развития – основа успеха и процветания развитых и новых индустриальных стран мира. Уровни экономического развития стран по существу определяются уровнем осуществляемого передела вещества на основе использования знаний и умения производить новую продукцию, обладающую конкурентным спросом на рынке (таблица 2).

Таблица 2 – Соотношение технологических переделов и уровней экономического развития

Уровень экономического развития	Уровень технологического передела	Главный продукт
1	2	3
Доиндустриальная и индустриальная экономика	Первый	Получение сырья (нефти, руды, дерева, продукции сельского хозяйства)

Окончание таблицы 2

1	2	3
	Второй	Первичная обработка сырья (производство металлов, пластмасс, бумаги, пищи)
	Третий	Производство машин, оборудования, различных строительных конструкций (домов, мостов, дорог)
Постиндустриальная информационная экономика	Четвертый	Тонкая механика (смежные приборы, компьютеры, видеотехника и т.д.)
	Пятый	Молекулярная сборка (сверхсложные интегральные схемы, биотехнология)
	Шестой	Нанотехнология (атомная сборка, нанoeлектроника), самовоспроизводящие процессы сборки

Уровень развития конкретной воспроизводственной системы (национальной экономики) обусловлен стадией эволюции национального производителя и ее компонентов (прежде всего разделения труда и обмена) и со всей очевидностью проявляется в инновационных характеристиках формируемой производителями поотраслевой промышленной специализации [2].

В 2011 году на отечественных предприятиях было внедрено 107 новых технологий. В 2016 году наблюдалось увеличение количества внедрений до 278 (рост составил 2,6 раза).

По истечении шести лет уровень инновационной активности остается предельно низким.

На наш взгляд, система показателей результатов и затрат инновационной деятельности должна быть дополнена такими показателями, как удельный вес объема инновационной продукции в общем объеме промышленного производства и ее динамика; удельный вес затрат на технологические инновации в объеме инновационной продукции.

Как видно из таблицы 3, удельный вес инновационной продукции в общем объеме промышленного производства в 2016 году составил 2,2%, а в 2015 г. – 2,0%.

**Таблица 3** – Показатели инновационной деятельности промышленности Казахстана

Показатели	2008	2009	2010	2011	2012
1	2	3	4	5	6
Объем промышленного производства, млн тенге	2836000	3876900	5253000	6509900	7815865

Окончание таблицы 3

1	2	3	4	5	6
Объем инновационной продукции, млн тенге	64370,0	73971,3	120234,5	155822,1	152500,6
Доля инновационной продукции в общем объеме промышленного производства, %	2,2	2,1	2,4	2,4	2,0
Затраты на технологические инновации в промышленности, млн тенге	22980,9	32564,7	56016,5	71513,4	76264,4
Доля затрат на технологические инновации в объеме инновационной продукции промышленного производства, %	35,7	44,0	46,6	45,9	50,0

Казахстан, привлекая иностранные инвестиции, при благоприятной конъюнктуре на мировом рынке не использовал шанс осуществить структурные преобразования и диверсификацию. Динамика иностранных инвестиций определила направление структуры экономики Казахстана. Не произошло роста инвестиций в развитие основ инновационной экономики: образование и науку, развитие наукоемких производств, отрасли обрабатывающей промышленности.

Важнейшим фактором формирования инновационной экономики выступает человеческий капитал. Инновационная экономика не может существовать без широко развитой науки и образования. Это связано не только со способностью генерировать инновации, но и адаптировать заимствованные знания и технологии, что находит отражение и в структурных параметрах экономики: занятости, системе кадров в этих отраслях [3].

Инновационное развитие обусловлено характером формальных и неформальных институтов. Несмотря на то, что доля услуг в ВВП возросла, структурные изменения здесь носят неоднозначный характер. В сфере услуг преобладают торговые и посреднические, а не инжиниринговые и другие инновационные услуги. Как положительный момент можно отметить рост доли услуг транспорта и связи в структуре ВВП, где с 2000 по 2016 г. сократилась доля интеллектуальных услуг – образования, науки, здравоохранения как основы формирования инновационной экономики в Казахстане.

Среди секторов, составляющих ядро инновационной экономики, особое место занимает наука. Одним из наиболее часто используемых является показатель численности научных работников на 1 млн населения. Здесь Казахстан имеет уровень, сопоставимый с такими странами, как Китай и Мальта, и значительно отстает от ведущих государств мира и ряда стран СНГ.

Создание институциональных основ инновационной экономики является важнейшим условием нового качества роста, повышения конкурентоспособности страны в посткризисный период. Опыт показывает, что различия в уровне благосостояния

между странами в их конкурентоспособности во многом объясняются гибкостью и изменчивостью институтов, характерных для их культуры и связанной с этим величиной разрыва между институтами формальными и неформальными, правовыми нормами и социальными практиками: чем более гибки и адаптивны институты, тем меньше разрыв в формальных и неформальных институтах. В итоге эти институты и практика их функционирования формируют позитивные мотивации для предпринимательской деятельности и инноваций.

Если с этих позиций оценивать институциональную среду в Казахстане, то она может характеризоваться как нестабильная или неблагоприятная.

Инновационная деятельность, будучи сопряженной с определенным риском, как и спекулятивная деятельность, коренным образом отличается от нее. Инновационная деятельность предполагает создание новой ценности, нового блага, а спекулятивная – извлечение выгод только на основе перераспределения ресурсов.

Современный мировой кризис заставляет по-новому рассматривать и возможности формирования инновационной экономики. Инновации сами выступают источником неустойчивости и открывают новые возможности для роста и обновления. Следует выделить две основные черты современного кризиса: во-первых, кризис глобальной экономики, во-вторых, это первый кризис инновационной экономики. Так, в качестве одной из причин современного глобального кризиса называют финансовые инновации и избыток производных финансовых инструментов. Это подтверждает известные теоретические выводы о том, что не всякие инновации являются позитивными, а некритическое их восприятие имеет негативные последствия и в глобальном масштабе.

Реализация комплекса мероприятий, направленных на восстановление отдельных отраслей обрабатывающей промышленности, таких, как политика импортозамещения, реализация отраслевых (секторальных) программ, предоставление налоговых льгот преференций, позволила начиная с 2000 г. обеспечить стабильный рост объемов производства. В 2016 г., по сравнению с 2014 г. темпы прироста обрабатывающей промышленности достигли 17,4%. В целом за пять лет (2011–2016 гг.) среднегодовой рост составил порядка 10,2%. В 2014 г. прирост по сравнению с 2010 г. составил 2,5 раза, а в 2012 г. по сравнению с предыдущим годом – 7,3%. Анализ данных показывает, что с 2011 по 2016 год обрабатывающая промышленность выросла в 2,5 раза, внутри нее произошли изменения. Значительный рост производства наблюдается по следующим видам деятельности: производство пищевых продуктов, включая напитки и табак, – 176%, целлюлозно-бумажная промышленность, издательское дело – в 2,9 раза, производство кокса, нефтепродуктов, ядерных материалов – в 2,1 раза, производство нефтепродуктов – 199,1%, химическая промышленность – в 2,3 раза, производство резиновых и пластмассовых изделий – в 5,4 раза, металлургическая промышленность – в 2,7 раза, черная металлургия – в 2,1 раза, производство цветных металлов – в 3,1 раза, производство готовых металлических изделий – в 4 раза, машиностроение – в 3,3 раза. Снижение в отрасли наблюдается по текстильной промышленности. За анализируемый период производство снизилось и в 2016 году составило 89,2% к уровню 2011 г. Аналогичная ситуация сложилась в производстве кожи, изделий из кожи и обуви:

к уровню 2016 года – 77%. На 5% снизилась обработка древесины и производство изделий из дерева.

Таким образом, разрыв между лидерами мирового развития и периферией по уровню валового внутреннего продукта на душу населения превысил пороговые значения. Логическим завершением кризиса станет появление новых глобальных лидеров, колоссальные структурные изменения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Четвернин В.А. Государство: сущность, понятие, структура, функции // Проблемы общей теории права и государства. – М., 1999. – 551 с.

2 Эрхард Л. Благосостояние для всех: Пер. с нем. – М., 1993. – 236 с.

3 Голубкин В.Н., Клева Л.П. Современные факторы инновационного развития экономики: управление знаниями // Переход к инновационной экономике: Сб. ст. – М.: Институт экономики РАН, 2008. – С. 45–49.

---

---

## МАТЕРИАЛЫ КРУГЛОГО СТОЛА WSEC-2017

**ROLF KATZENBACH<sup>1</sup>, JIE ZHENG<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *Technical University Darmstadt, Institute and Laboratory of Geotechnics, Germany  
katzenbach@geotechnik.tu-darmstadt.de*

<sup>2</sup> *Technical University Darmstadt, Darmstadt Graduate School of Excellence Energy  
Science and Engineering, Germany  
zheng@geotechnik.tu-darmstadt.de*

### **DEVELOPED SOLUTIONS FOR THE STORAGE OF FUTURE ENERGY FOR HEATING AND COOLING**

*The growing energy demand forces to exploit more renewable energy sources rather than continuously seizing fossil fuels, meanwhile, widespread use of renewable energy (e.g. geothermal energy, solar energy, wind power) depends on finding suitable and efficient ways of storing the energy and products [1]. The geothermal use of subsoil can be a solution since it is independent on extern climate impact and subsoil possesses a much higher thermal capacity than many other materials. On the one hand, geothermal energy as a reliable energy source enables an economical energy supply and storage better than traditional fossil fuels, which are very limited in reserve and availability, on the other hand, as a renewable energy source it contributes to reduction of greenhouse gas emissions significantly and therefore ensures a green and sustainable energy exploitation, i.e. future energy. This paper summarizes current energy consumption situation worldwide and the underlying problem of energy storage, presents the practical application of energy storage technology - energy piles with local examples. A discussion concludes with the perspective of the further development of geothermal energy.*

**Keywords:** *sustainability, energy balance, geothermal energy, energy storage, energy pile, borehole heat exchanger system.*

**Introduction.** The rising extent of the challenge in pursuing sustainability and safety of energy exploitation has been proved by the trend in the usage of fossil fuels and the traditional/inefficient energy storage systems. Currently, the efficiency of primary energy use is limited in the worldwide energy system, average more than one-third of that is lost in the processes of transmission and distribution. Such information for recent years is provided in Table 1 for describing and comparing the energy utilization among Germany, Kazakhstan and other countries. The majority of energy supply still depends on fossil energy sources (Table 2). Meanwhile, on global scale, energy storage systems are set up mainly with mechanical or electrochemical storage technologies, for instance batteries, flywheel energy storage and pumped hydro-power, and the thermal energy storage has still substantial room for development.

The key demands on an energy storage system are high efficiency, high capacity, high performance, low costs, high storage period (i.e. hours, days, weeks and months for sea-



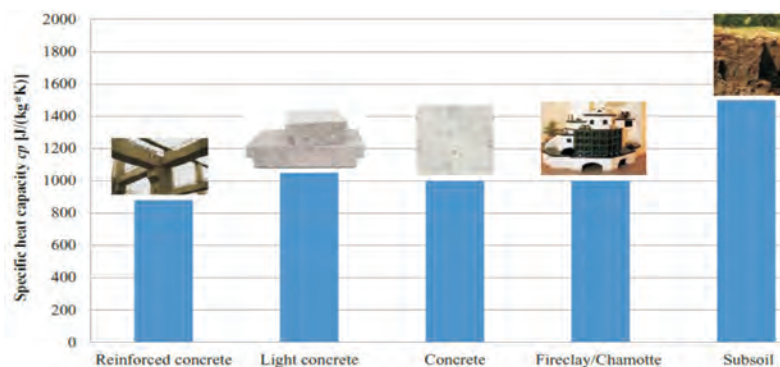
sonal storage), high self-circulation of energy coupled with high degree of feasibility in both technological advancement and public acceptance [2]. Even though the available energy storage technologies are able to fulfill all these requirements at present, from the perspective of sustainability geothermal energy has a comparative advantage on account of the thermal characteristic of its storage medium – subsoil. Subsoil has comparable higher thermal capacity than other materials based on the results of thermal experiments (Figure 1), and this attribute determines that geothermal energy could be more applicable for heating and cooling of buildings and settlement, since average one-third energy is consumed for heating and cooling in the building sector.

**Table 1** – Primary energy consumption by sector

Country	Industry (%)	Traffic & Transport (%)	Buildings (residential, commercial and public) (%)	Losses (%)	Total (in TWh/a)
Germany [3]	19%	20%	27%	34%	3700
USA [4]	22%	28%	11%	39%	28500
China [5]	63%	8%	19%	10%	32740
Kazakhstan [6]	40%	9%	16%	35%	670
Russia [7]	18%	14%	34%	34%	8020

**Table 2** – Primary energy consumption by source

Country	Coal (%)	Oil (%)	Gas (%)	Nuclear energy (%)	Hydro power (%)	Renewables (%)
Germany [3]	25%	34%	21%	8%	13%	
USA [4]	16%	37%	29%	10%	9%	
China [5]	66%	17%	6%	11%		
Kazakhstan [6]	61%	23%	12%	-	3%	
Russia [7]	13%	22%	54%	11%		-



**Figure 1** – Thermal characteristics of materials

**Geothermal use of subsoil.** As one of the seasonal thermal energy storage technologies, the geothermal energy storage system makes use of the subsoil as a storage medium for both heat and cold storage. Various technical solutions for the thermal use of underground are available, such as the relative well-developed borehole heat exchanger, aquifer energy storage, ground source heat pumps and energy piles, as well as cavern/pit storage with limited application owing to high costs at present. Subsoil as storage medium for energy pile technology stocks and release thermal energy from external heat sources (e.g. solar and waste heat) when heating and cooling is needed, its operation mechanism is illustrated in Figure. 2 [8].

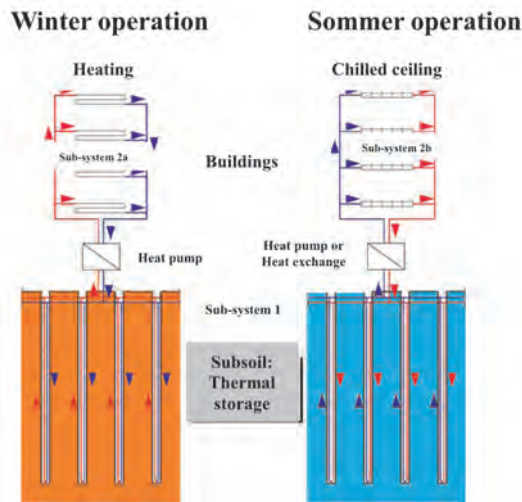


Figure 2 – Seasonal Thermal Energy Storage System - Energy pile

The whole system is divided into two sub-systems: sub-system 1 consists of energy piles in the subsoil, which stocks, transports and releases available thermal energy. Sub-system 2a consists of the installation of the building services for heating and sub-system 2b consists of the installation of the building services for cooling. To assure a sustainable functionality of the storage system the annual energy extraction and deposit should be well-balanced over the long term so as to maintain the proper functioning of system.

**Theoretical principles of heat transfer.** Heat transfer, the flow of energy in the form of heat, is the exchange of thermal energy between physical systems with temperature differences and takes place as material-bound or non-material-bound transport from higher temperature level towards the lower one [9]. Heat transfer can be described by the differential equation:

$$div\left(\left(\lambda + (\rho c)_f \delta_\lambda |v|\right) grad T\right) - (\rho c)_f div(vT) + \dot{Q}_i = \rho c \frac{\partial T}{\partial t}, \quad (1)$$

where  $\lambda$  = soil thermal conductivity [W/(m·K)],  $\delta_\lambda$  = heat dispersity [m],  $v$  = mean velocity of fluid [m/s],  $T$  = temperature of soil [K],  $(\rho c)_f$  = volumetric heat capacity of the fluid phase [J/(m<sup>3</sup>·K)], and  $(\rho c)_s$  = volumetric heat capacity of the solid phase [J/(m<sup>3</sup>·K)].

**Geothermal technology.** Different technologies are available to utilize geothermal energy for heating and cooling, which can be categorized into so-called open and closed systems. Open systems use the groundwater directly by pumping water from an extraction well to the tempered structure and re-injecting it after using through another well into the aquifer. Closed systems use a closed circuit for the energy transfer between the soil and the tempered structure. Common closed systems are borehole heat exchangers, energy piles and collector mats [10].

• **Borehole Heat Exchanger**

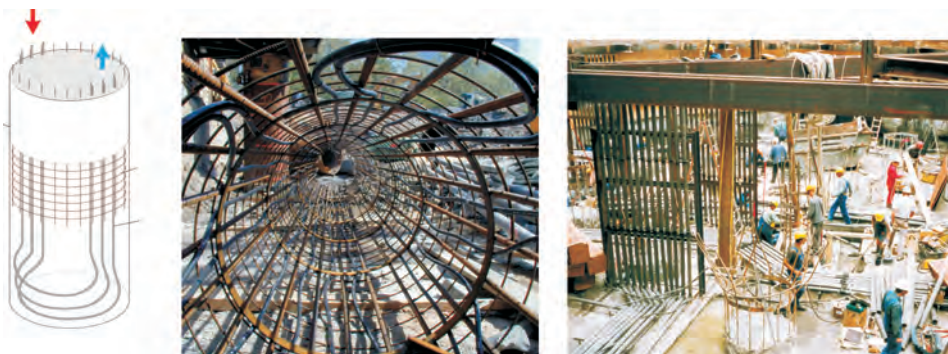
Borehole heat exchangers are usually installed into a vertical borehole with a diameter of 10 cm to 16 cm and a length of 50 m to 200 m. The energy exchanger units, usually plastic tubes with a few centimeter diameter, are placed in U-loops or as a coaxial form centered in the borehole, adjusted by distance pieces. The borehole space between the tubes and soil has to be well grouted with thermally optimized materials. In these energy exchangers, an energy transfer medium is circulating.



*Figure 3 – Installation of Double-U-Tubes for borehole heat exchanger*

• **Energy Piles**

As an economic technical solution energy piles have a double purpose: the main one is load transmission into the foundation soil, the other is to use the energy piles as energy exchanging elements for a sustainable heating and cooling of buildings [11]. Figure 4 shows the installation of energy piles reinforcement cage in the heat exchanger tubes.



*Figure 4 – Energy piles reinforcement cage and collecting pipes in the base slab*

**High-rise building project: palaisquartier in Frankfurt am Main, Germany.** As a remarkable geothermal project in Germany, the project PalaisQuartier adequately interpreters the success of geothermal energy to satisfy the heating and cooling requirement on high-rise buildings by using energy piles. It is located in the commercial center of Frankfurt am Main and next to one of the most frequented shopping streets in Germany, the “Zeil”. Figure 5 shows the top image of PalaisQuartier and the layout of its energy piles.



Figure 5 – Top image and layout of energy piles of PalaisQuartier, Frankfurt am Main

The building complex was built on the area of 17,400 m<sup>2</sup> and includes a large shopping mall, a 130 m office-tower and a 100 m tall hotel tower. The whole complex is founded on 302 bored piles with a diameter up to 1.86 m and a length up to 27 m, among them 262 piles are thermally activated as energy piles. Additional every two reinforced pile of the 543 retaining wall piles are equipped as energy piles, in sum 130 piles. Its seasonal thermal storage offers a peak load of 915 kW, energy supply can be achieved 2,350 MWh/a during winter operation and 2,410 MWh/ during summer operation. Figure 6 shows the numerical simulation results of temperature distribution after summer and winter operation.

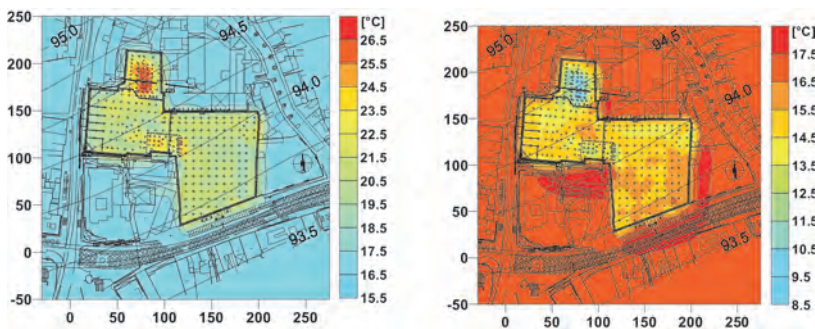


Figure 6 – Numerical simulation of heat transfer in subsoil after summer/winter operation

**Conclusion.** Energy demand fluctuates during the day, the week, and the month and across the seasons. A proven energy storage system and developed technologies are crucial to ensure smooth and productive activities, supply more flexibility and balance the energy grid, which improves energy management in transmission and distribution phases



and enable to achieve a sustainable development against energy crisis and climate change. Energy storage needs to be integrated in network-based energy systems including the electrical grid system, gas network and heating and cooling network, which take industry, transport and building sector into account [12].

Particularly geothermal energy affords a safe, sustainable and efficient energy supply and storage. Various technical solutions for geothermal heating and cooling systems have been developed and are used more and more with high technical standard, however, it remains to be optimized in both technology and application in the domain of scientific research and industrial corporation.

## REFERENCES

- 1 F. Daniels Energy Storage Problems // Solar Energy. - 1962. - № 6, Issue 3. – pp. 78-83.
- 2 F. Ausfelder *et al.* Position Paper: Energy Storage Systems - The Contribution of Chemistry. – May 2016.
- 3 BMWi (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie) Zahlen und Fakten Energiedaten - Nationale und International Entwicklung. –Recently updated on 18. December 2016.
- 4 U.S. EIA (U.S. Energy Information Administration) Monthly Energy Review February 2017.
- 5 NBSC (National Bureau of Statistics of China) 2016 China Statistical Yearbook. – 2016.
- 6 S. Katyshev, R. Zhampiisov, O. Arkhipkin *et al.* Review of the National Policy of the Republic of Kazakhstan in the Area of Energy Saving and Energy Efficiency. – Kazenergy Association, 2014 – 189-190 pp.
- 7 IEA (International Energy Agency) IEA Statistics: Russian Federation Balance for 2014. - 2014.
- 8 A. Ennigkeit Energiepfahlanlagen mit Saisonalem Thermospeicher. Mitteilungen des Institutes und der Versuchsanstalt für Geotechnik der Technische Universität Darmstadt, Heft № 5, 2002.
- 9 R. Katzenbach, D. Adam, A. Ennigkeit, T. Waberseck Innovation bei der Nutzung geothermischer Energie durch erdberührte Bauwerke, wie z.B. Pfahlgründung mittels Energiepfählen. Geothermie-Symposium Bremerhaven „Erdwärme - Energieträger der Zukunft“, 2002 - 11 p.
- 10 R. Katzenbach, F. Clauss, T. Waberseck Geothermal Energy • Sustainable and Efficient Energy Supply and Storage in Urban Areas. The 6<sup>th</sup> China Urban Housing Conference, Beijing, March 2007.
- 11 R. Katzenbach, K. Knoblich, E. Mands, A. Rückert, B. Scanner Energiepfähle – Verbindung von Geotechnik und Geothermie. Tagungsbericht 3. Symposium Erdgekoppelt Wärmepumpen, Schloss Rauschholzhausen, Informations-Zentrum Wärmepumpen + Kältertechnik, Fachinformationszentrum Karlsruhe. 1997.
- 12 European Commission (EC) DG ENER (Directorate-General for Energy) Working Paper: The future role and challenges of Energy Storage. 2012.

**A. ZH. ZHUSSUPBEKOV, R. E. LUKPANOV, D. V. TSYGULYOV  
and D. K. ORAZOVA**

*Department of Civil Engineering, Eurasian National University, Astana, Kazakhstan  
astana-geostroi@mail.ru*

## **RESEARCHES OF VIBRATING INFLUENCE OF WIND POWER TOWER TO THE FOUNDATION**

*The paper shows results of vibromonitoring of wind power tower (WPT). The analysis of vibrating influence from the tower fluctuating load on WPU foundation had been made by the results of in-situ monitoring. The results of research are presented in diagram dependence of vibrating characteristics (frequency, amplitude, acceleration) from wind pressure intensity. There was given an extrapolation of potential efforts arising in the foundation at maximum wind load in that region. There also were given the recommendations in choosing optimal foundation in engineering-geological and climate conditions of WPU.*

**Introduction.** Wind power is the most dynamically developing type of renewable energy sources. Having studied the energy potential of wind in Kazakhstan, the Government of the Republic of Kazakhstan together with the UN development Program “Kazakhstan is the initiative of the development of wind power market” has resolved that the Ereymentau district of Akmola region is the most perspective area for the construction of wind power stations (National program 2007).

The first steps in the Program realization were taken in Ereymentau district of Akmola region.

Currently 22 WPUs have been maintained. They are connected to Ekibastuz power transmission line and supply Ereymentau district, Erkenshilik settlement, and Astana city (partially) with electrical power.

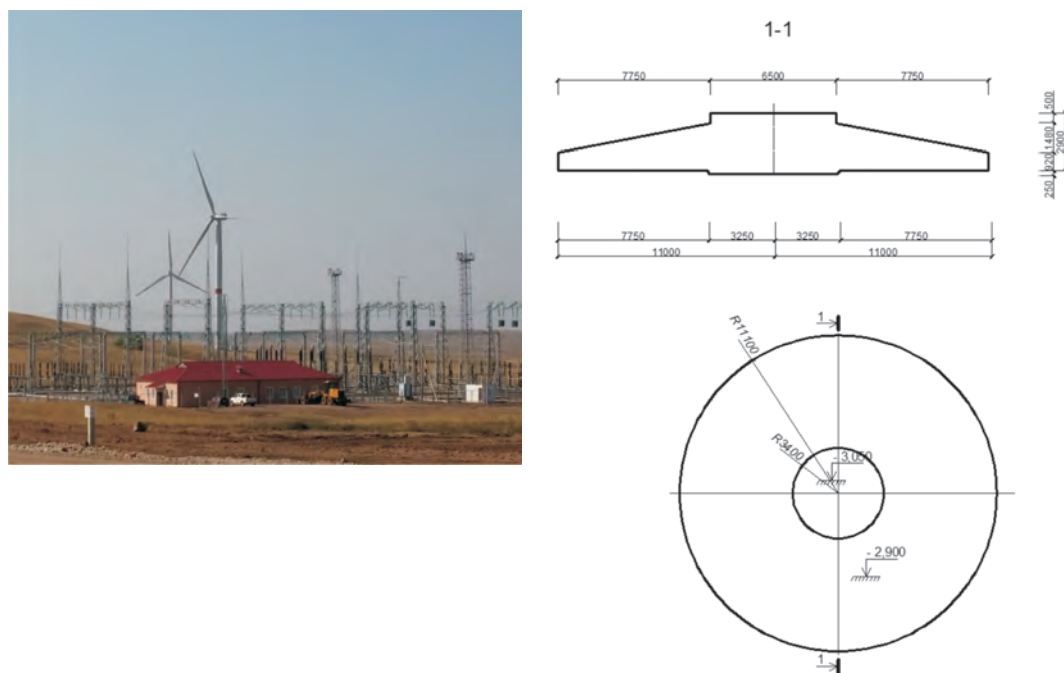
Within the context of an upcoming exhibition “EXPO-2017” in Astana it is planned to provide power supply of the exhibition facilities by using the energy of Ereymentau WPS.

**Construction site description.** The areas for WPU building are located on the territory free from construction. The prevailing forms of relief are dome-shaped bald mountains composed of dense rocks. The bald mountains are separated by dry small ravines and blind creek lowlands which are confined to less resistant rocks. The relative excess of bald mountains ranges from 30 to 110 meters .

The geological structure of this territory includes sedimentary and metamorphic rocks of the Proterozoic and Paleozoic periods which are broken out by intrusions in the North-Eastern part of the city, overlaid by residual and talus quaternary sediments consisted of clay loams, sand loams and loams with land waste and broken stone, loam and clay loam saprolites, broken stone-land waste and land waste-broken stone subsoil with sand and clay loam filler (Technical Norms and Regulations 1987).

**The procedure of variations and vibrations measuring with the help of vibra profound indicator.** The field studies and measuring vibrational effect on WGU foundation were made with the help of VIBRA Profound indicators. These instruments allow defining





**Figure 1** – Current Ereymentau WPS and slab foundation

It was decided to use slab foundation with the diameter of 22 m as the foundation.

the speed, acceleration, vibration frequency and foundation displacement caused by wind pressure.

The instrument system meets national and international standards SBR 2002, DIN 4150 and DIN 45669.

The procedure of measuring included:

Vibrational effect measurements were made at the site in Ereymentau in September, 26-27, 2015.

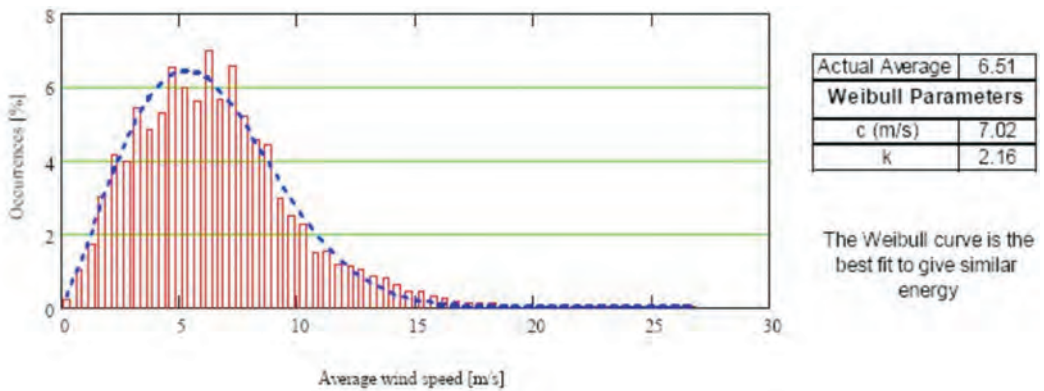
First, the indicator was set on WGU foundation at the distance of 100 mm from the tower block. Then it was set on WGU tower block.

The standard of measuring meets international standards DIN 4150 and DIN 45669.

Temporary measuring was counted out every 10 seconds.

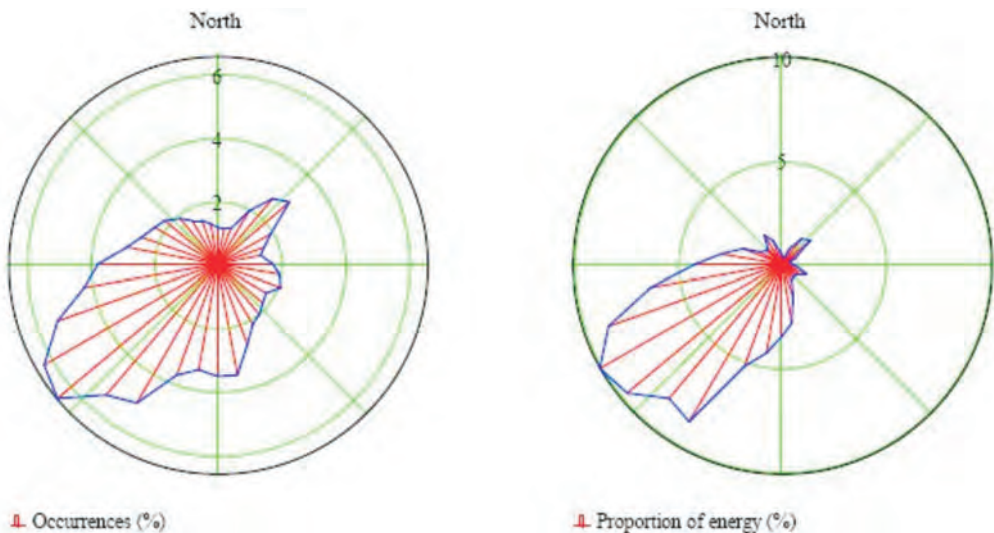
**The estimation of wind potential at WPS sit.** Annual measurements of speed and direction of wind were made at the site within the context of UNDP project on wind power. Measurements were performed in accordance with international standards in the field of measuring wind speed in order to estimate wind potential (IEA/IEC) [2].

The distribution of wind speed and Weibull parameters at the height of 51 m (the axis of the gondola) for the site of Ereymentau WPS are shown in Figure 2.



**Figure 2** – Distribution of wind speed and Weibull parameters at the height of 51 m

Wind direction rose and wind power rose at the height of 50 m are presented in Figure 3. Wind direction rose shows that a prevailing wind direction is from the South-East. Wind power distribution shows that the main part of the wind energy is from the South-East.



**Figure 3** – Wind direction rose (left) and wind power rose (right)

According to the results of wind pressure measurements the diagram of seasonal distribution of wind speed was made. It demonstrates the changes in the wind flow speed by month in relation to average annual wind speed in Figure 4.

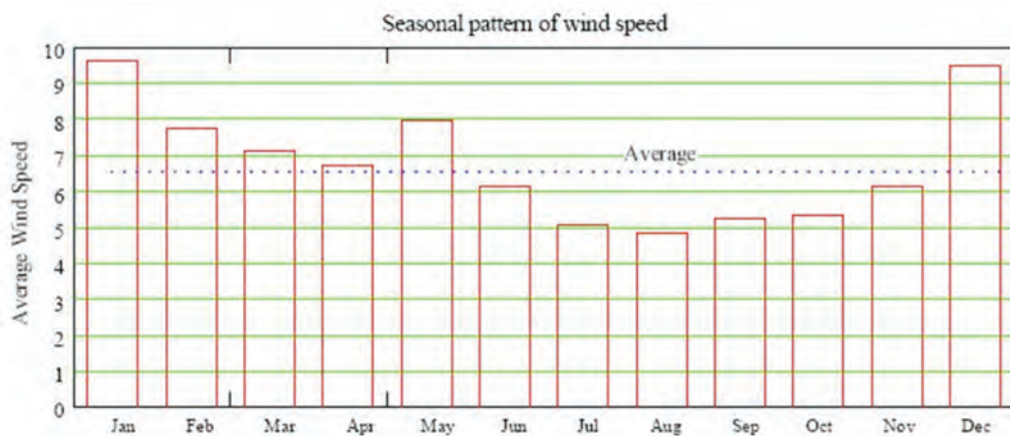


Figure 4 – Monthly average wind speed at the height of 50 m

**Testing WPU foundation.** Vibration effect of WPU foundation was tested at the site with the use of VIBRA Profound indicator. Before the measuring the vibration indicators are set on WGU foundation at the distance of 100 mm from the tower block to avoid a direct contact with the excitation source (the tower block) in Figure 5 (Zhussupbekov 2016).

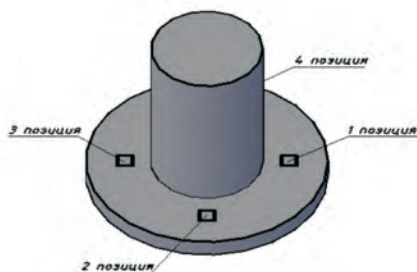


Figure 5 – Fixing a vibration indicator on WPU foundation

With the help of the instrument we got the diagram of dependence of foundation absolute displacements and the time in this area (Figure 6). The diagram shows the maximum values of displacements for each position. The maximum values of displacements for the 1 position

are 0.1 mm, the maximum values of displacements for the 2 and 3 positions are 0.2 mm, and 0.3 mm – for the 4 position, at the maximum wind pressure of 4.75 m/s.

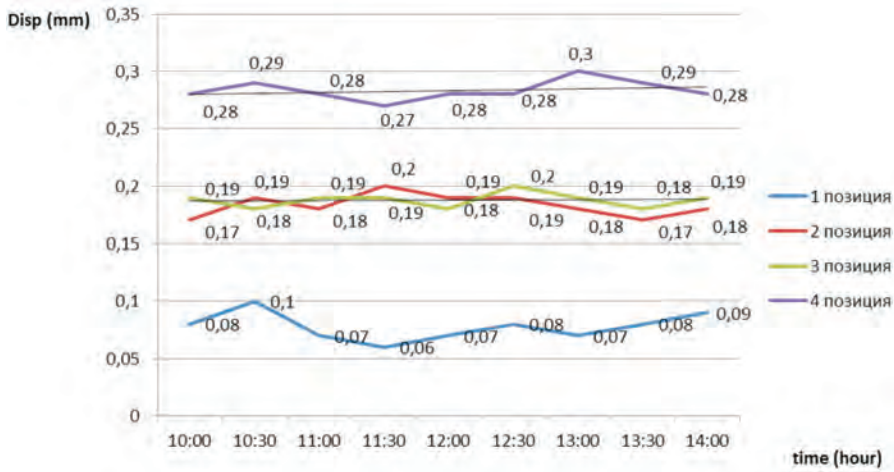


Figure 6 – Graph of dependence of displacement from to time

The second stage was the setting the vibration indicator on the excitation source (the tower block) of WPU.

The measurement results of vibration shown in the graphs of dependence of displacements, accelerations, frequencies of vibration, velocity of vibration from wind speed in Figure 7.

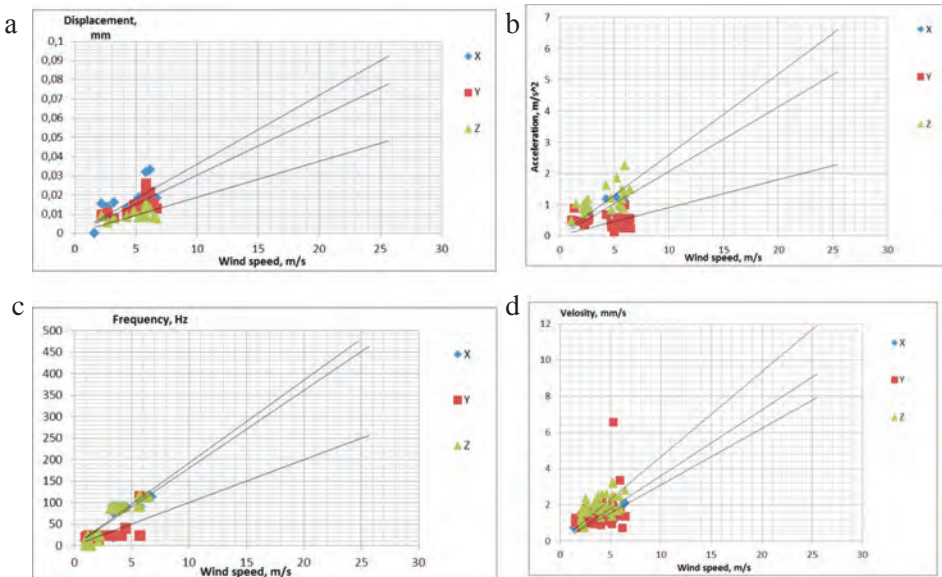
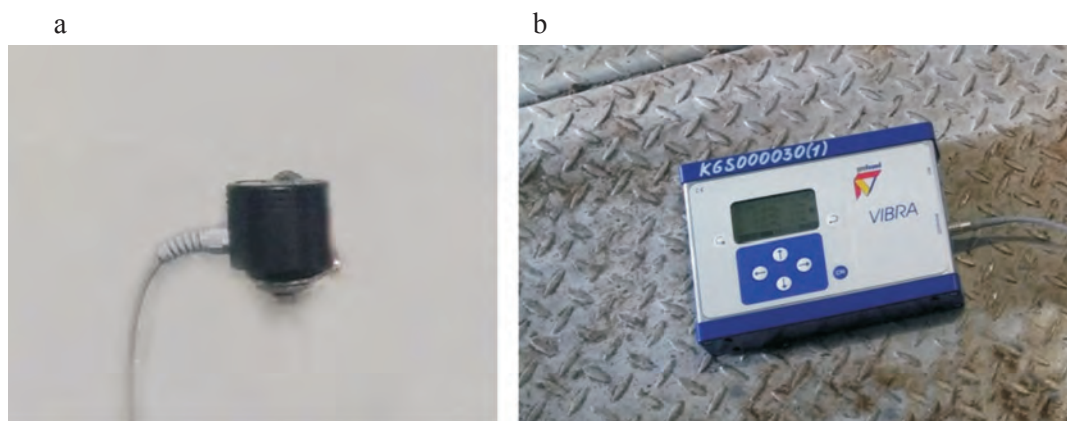


Figure 7 – Diagrams of dependence of displacements, accelerations, frequencies of vibration, velocity of vibration from wind speed: a – graphs of dependence of displacements from wind speed; b – graphs of dependence frequencies of vibration from wind speed; c – graphs of dependence of accelerations from wind speed; d – graphs of dependence of velocity of vibration from wind speed





**Figure 8** – The location and the sensor measurements of vibrations: *a* – the location of the sensor on the tower wind turbine; *b* – sensor readings maximum displacements of the tower wind turbine

**Conclusions.** According to the results the measurement was made the prediction of vibration parameters of the wind turbine foundation from wind pressure.

Maximum values of the parameters at the maximum wind pressure in this region are:

Maximum displacement on  $X=0,038$  mm,  $Y=0,031$  mm,  $Z=0,08$  mm;

Maximum acceleration on  $X=2,8$  m/s<sup>2</sup>,  $Y=2,1$  m/s<sup>2</sup>,  $Z=0,7$  m/s<sup>2</sup>;

Maximum frequencies of vibration on  $X=122$  Hz,  $Y=120$  Hz,  $Z=65$  Hz;

Maximum velocity of vibration on  $X=4,2$  mm/s,  $Y=3,6$  mm/s,  $Z=2,8$  mm/s.

This parameter of displacements for wind turbine does not exceed the maximum permissible value of 5 mm (DIN 45669-1 1995).

The authors express their deep gratitude to the employees of Kazakh companies LLP “First wind power station” and LLP “KGS” for technical supporting of experimental research.

## REFERENCES

- 1 National program of wind energy development until 2015 with the perspective till 2024 (project). (2007), Almaty/ /Astana, 3-5.
- 2 Technical Norms and Regulations 2.01.07-85\*(.1987), Loads and effects, Moscow, 26–33.
- 3 DIN 45669-1. Human exposure to vibration in buildings. (1995-06), Germany, 8.
- 4 Zhussupbekov, A.Zh., Orazova, D.K. and R.E. Lukpanov. (2016), “The analysis of vibrational effect from the tower block to the foundation of the wind power unit (WPU) of Ereymentau wind power station (WPS)”, Bishkek, **51**, 396–401 (by Russian).

**H. BRANDL**

*Vienna University of Technology, Austria  
office@ahbrandl.at*

## **THERMO-ACTIVE GROUND-SOURCE STRUCTURES AS RENEWABLE ENERGY FACILITIES**

*Geotechnical structures working as thermo-active ground elements may act as renewable energy facilities. This innovative system is a contribution to sustainable development and environmental protection. Moreover, it provides substantial long-term cost savings and minimized maintenance. The paper deals with earth-contact concrete elements that are already required for structural reasons, but which simultaneously work as heat exchangers. For instance, several new metro stations in Vienna are equipped with this sustainable technology. Theoretical details, pilot research projects and case histories bridge the gap between theory and practice; design recommendations are also given. Finally, benefits of thermo-active ground structures and recommendations for promoting geothermal energy utilization are listed.*

**Keywords:** *energy foundations, energy tunnels, thermo-active ground-source structures, geothermal ground structures, geothermal geotechnics, urban undergrounds.*

**Overview.** During the past 20 years the technology of energy foundations and other thermo-active ground-source systems has developed extremely well, and Austria has still a pioneering role as indicated in The increase of energy piles in Austria between 1984 and 2016 is significant: Since the year 2005 more than 7,000 energy piles have been installed per year resulting in a total number of presently nearly 130,000 energy piles, ranging from small diameter driven piles to large diameter bored piles (Figures. 1, 2). Moreover, “Energy diaphragm walls” (slurry trench walls”) have become a frequently used alternative to energy piles in Austria. Numerous buildings with deep basements and metro lines, e.g. all new stations of the Vienna Metro have “Energy diaphragm walls”. They dominate in areas with a high groundwater level, sometimes combined with energy piles. Such thermo-active systems consist of the primary circuit below ground and the secondary circuit in the building (Figures 3, 4).

This technology makes use of the high thermal storage capacity of concrete. Moreover, these concrete members are required already for structural reasons and need not be installed as additional elements like conventional thermal energy utilization systems.

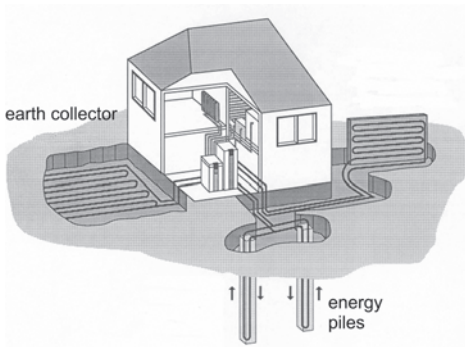
With combined geothermal cooling/heating systems heat energy is fed into and withdrawn from the ground via “energy foundations” or other thermo-active ground structures. This innovative method is significantly more cost effective than conventional systems and it is environmentally friendly because it uses clean, renewable energy.

A seasonal operation with an energy balance of heating and cooling has proved to be most economical and environmentally friendly. This would also correspond to changing energy consumption of houses since the 1970s. Especially since the year 2000 the required energy for heating has decreased significantly, but on the other hand the energy for cooling is increasing, mainly due to large glass facades and closed windows of modern architecture.

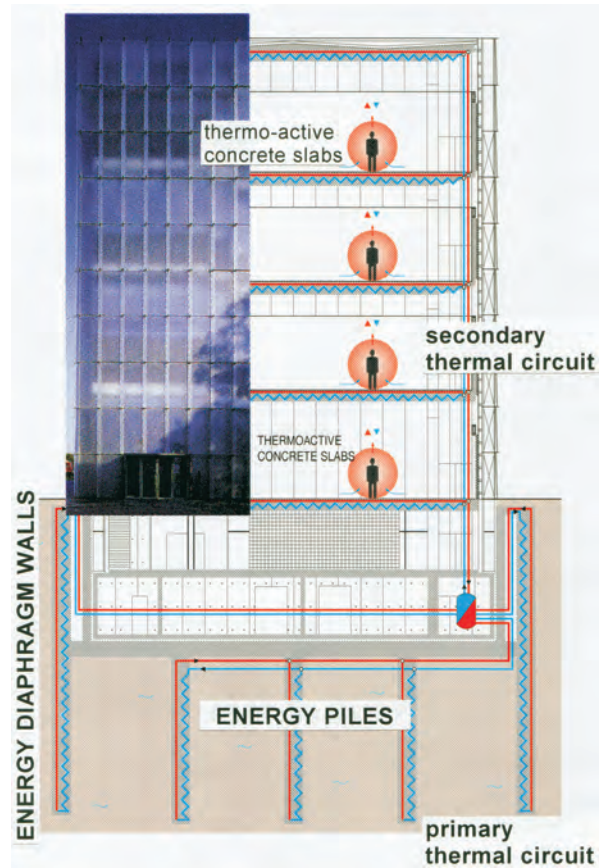




**Figure 1** – Absorber pipes fitted to the reinforcement cage of a large-diameter bored energy pile



**Figure 2** – Some examples of thermo-active ground-source systems for heating and cooling of buildings



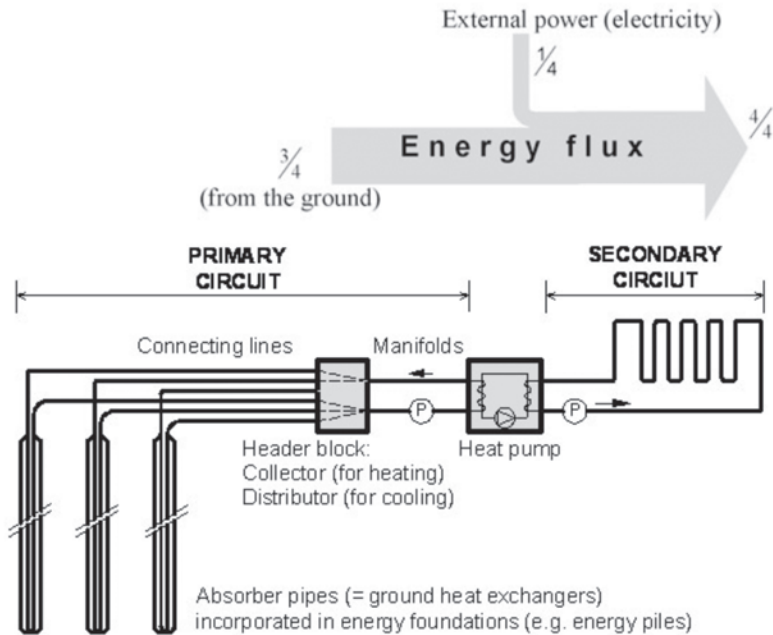
**Figure 3** – Cross section through an Arts Centre with geothermal cooling and heating: energy diaphragm walls and piled raft (energy piles)

Comparative investigations have disclosed that for a life-time of more than 50 years the operation costs of houses (especially for residential and office buildings, shopping malls) are significantly higher than the construction costs. Therefore, optimized energy concepts are of greatest importance, also with regard to environmental aspects.

Conventional ground heat exchangers consist of one or more U-shaped loops of plastic tubes (absorber pipes) inserted into a borehole. The heat transfer from the surrounding soil/rock to the heat carrier fluid (or vice versa) takes place via the absorber pipes and the groundwater or material that fills the borehole. The heat transfer of such a closed system is consequently not as efficient as for an open system that consists of a single plastic tube, through which the fluid is transported from/to the bottom of the borehole.

Energy foundations also represent a closed system, but due to the good thermal properties of concrete the heat transfer is significantly higher than in boreholes. Furthermore, thin pipes are used, installed as loops, whereby the bending radius of the absorber pipes in the bottom zone is larger than in the case of conventional heat extraction/storage boreholes. Thus, the flow resistance of the heat carrier fluid is smaller, and the operation costs are lower.

Energy foundations contain closed coils of plastic piping through which a heat carrier fluid is pumped that exchanges energy from a building with the ground. The same principle is used for other thermo-active elements like energy walls (retaining walls, basement walls), energy wells and energy tunnels. The essential difference from conventional earth-collector systems or ground heat exchanger boreholes is that the earth-contact concrete elements which serve as heat exchangers are already required for structural reasons and need not be constructed separately. Furthermore, concrete has a higher thermal conductivity than soil.



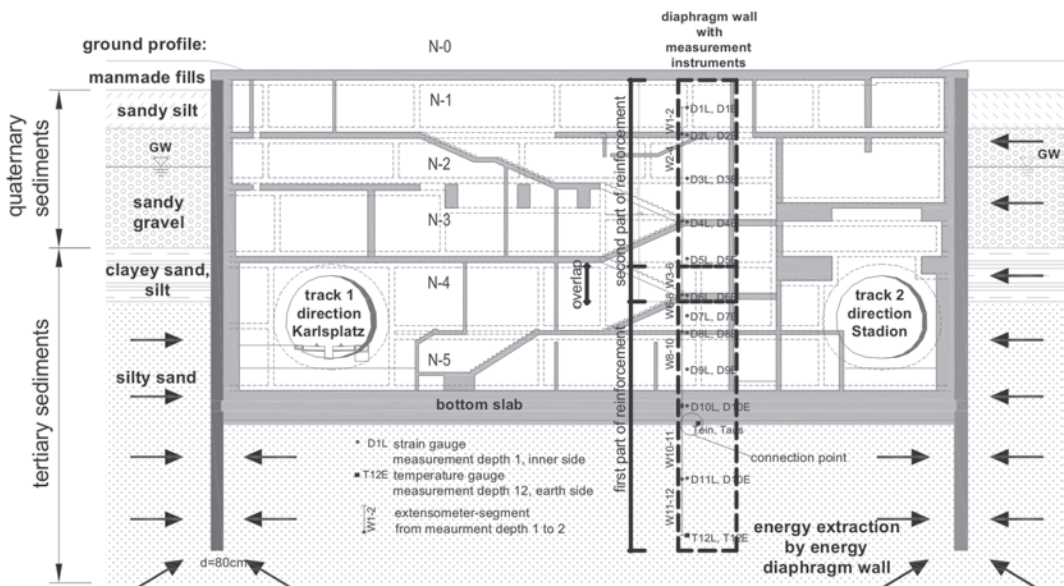
**Figure 4** – Scheme of a geothermal energy plant with energy piles and an energy flux for COP = 4 of the heat pump.  
 COP = coefficient of performance defining the heat pump efficiency

**Geothermal ground structures for Metro stations.** Until now the rooms of Vienna Metro stations usually have been actively air conditioned (monitoring rooms, transformer rooms, switch rooms, storage rooms, shops etc.). District heating or electric current serve for heating and cooling is achieved by electric refrigeration systems. Gas is excluded for safety reasons. The extension of the Metro line U2 offered the chance to supply four stations with geothermal energy from earth-contact structures for both heating and cooling purposes. These projects represent the first full-scale application of the thermo-active technology in Metro engineering worldwide. Hence, comprehensive measuring and monitoring systems were installed. They serve for optimization and quality assurance (similar to the observational method), for maintenance control and for further research.

The design was based on the previous experience with geothermal energy systems. The stations were constructed by the cut and cover method. Consequently, absorber pipes are situated in diaphragm walls, in bottom slabs and between the primary and secondary lining of

the station tunnels. Feasibility studies, including numerical analyses of temperature flow in the ground, revealed that geothermal energy extraction/storage would have only very limited influence on the soil close to the absorber elements (i.e. within a few meters). Unfavorable thermal effects within the surrounding soil and groundwater will not occur. Therefore, the project passed all legal proceedings regarding environmental impact, compatibility and risk assessment without problems, and it was greatly supported by the public opinion.

The first station was U2/2-Taborstraße where significant waste heat is created causing very high room temperatures all the year round. Therefore a geothermal cooling system involving 1865 m<sup>2</sup> of an energy diaphragm wall and 1640 m<sup>2</sup> of an energy base slab was designed. If the surplus energy cannot be used for heating, it is transferred into the soil via the absorber system, thus avoiding noisy or unsightly outdoor cooling towers. Thermal simulations revealed that the temperature of the heat carrier fluid will have temperatures between 10



**Figure 5** – Cross section of the U2/2 metro station Taborstraße with ground profile and thermo-active diaphragm walls (“energy diaphragm walls”). A monitoring equipment is installed in one panel of the diaphragm wall

and 28°C. A total fluid volume (water/glycol mixture) of about 10 m<sup>3</sup> circulates in the absorber system providing a maximum cooling capacity of 81 kW.

In the design the following energy demand of the Metro station was assessed:

maximal heating 95 kW<sub>ж</sub>;

maximal cooling 67 kW;

average yearly heating energy 175 MWh;

average yearly cooling energy 437 MWh.

Figure 5 shows a section of the Metro station also indicating the ground profile and the instrumentation in a measuring panel of the diaphragm wall. The right wall serves for heating, hence energy extraction from the ground. The standard measuring program for

all Metro stations with geothermal heating/cooling systems comprises temperature sensors installed in the diaphragm walls, in the tunnel tubes and 5.0 m below the bottom slabs. These devices serve not only for quality control and safety assessment but also for regulation, controlling and optimizing the operation of the geothermal system.

In addition to this standard equipment several measuring devices were installed for research, especially to investigate the thermal influence on the load-deformation behavior of the underground structure, especially of diaphragm wall panels. The measuring panel in Fig. 5, for instance, was equipped with:

21 strain gauges to register tension and compression strains and temperature along the front and rear zone of the diaphragm wall on the supporting points and in their middle.

Chain extensometers consisting of seven segments to measure the longitudinal deformations between the individual support points and below the bottom slab, down to the toe of the diaphragm wall:

Temperature sensors to measure the temperature on either side of the diaphragm wall;

Temperature sensors to monitor in- and return-flow temperatures of both absorber circuits.

It can be concluded that geothermal absorber systems for cooling and heating Metro stations/lines represent not only an environmentally-friendly but also highly economical innovation that is not only environmentally friendly but also highly economical (Figure 6).

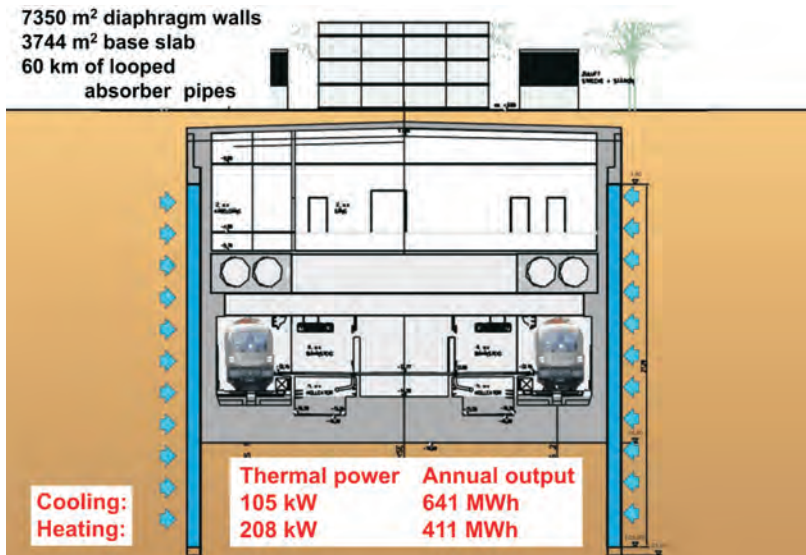


Figure 6 – Another example of a thermo-active section along the Vienna Metro.

**Promotion of geothermal energy utilization.** An early ecological energy planning for buildings can in many cases prevent costly refurbishment and renovation in the future. High-quality energy design involves not only heating and cooling (rooms, water) but also lighting.

Building biology (including building ecology) gains increasing importance in the fight against global warming, depletion of the ozone layer and exploitation of material



resources. Building biology has become (or should become!) a multi-disciplinary science combining architecture, civil and geotechnical engineering, physics and chemistry, installation engineering, medicine and related sciences. It considers not only interactions of buildings and human health, but also energy concepts, the life cycle of building materials, sustainability, etc.

Geothermal geotechnics offers a promising alternative to conventional heating/cooling systems, providing solutions to the challenges of today's energy policies.

The targets for renewable energy and for energy buildings can be reached generally only by political measures:

High taxes on fossil fuels are the most important prerequisite for energy saving and promotion of renewable energy sources.

In order to promote the installation of thermo-active systems or/and other heating-cooling systems based on renewable energy, the economic incentives for private investors, house owners, companies, but also for public administrators to invest in renewable energy systems should be improved in many countries. A strong support by European Union and other international / national policy is necessary.

Legislation.

Public grants.

**Conclusions.** About 35 years of Austrian experience with energy foundations (especially piles) has disclosed that such environmentally friendly systems for heating and cooling of buildings have significant advantages over conventional technologies (fossil fuels etc.) and enable sustainable and clean energy consumption. Local climate and ground properties, technological level, the specific use of a building, seasonal fluctuations, environmental conditions and actual energy prices are the main influence parameters of an optimized integral design.

Energy systems based on earth-contact structural elements (energy piles, energy diaphragm walls, etc.) have a double function, and they work most efficiently if the thermo-active elements are in contact with groundwater. Nevertheless, a sufficient seasonal performance factor of the system is achievable even without groundwater, especially for seasonal operation, i.e. heating in winter and cooling in summer. Energy balance is the ideal form of heating/cooling. Moreover, the smaller the temperature difference between ground source energy and used energy, the higher is the seasonal performance factor, hence the efficiency of the thermo-active system. Usually, a temperature difference of only  $\Delta T = 2^\circ\text{C}$  between absorber fluid inflow and return flow from the primary circuit is sufficient for an economical operation of the energy system. Consequently, such geothermal systems represent low-temperature systems. Experience has shown that the electricity required for operating the entire system commonly varies between 20 to 30% of the total energy output.

Despite overlapping integral design aspects there should be always a clear interface between energy foundations and building (household etc.) regarding responsibility of construction, quality control and assurance. It has proven suitable to consider this already in the tender design.

Proper operation of thermo-active foundation systems does not affect the load capacity of piles or diaphragm walls during geothermal cycles (as already stated in [1]). Hence,

temperature-induced settlement or heave of buildings with such energy foundations is negligible in relation to displacements caused by static loads.

Commonly, the groundwater temperature is changed by more than  $\pm 1^{\circ}\text{C}$  only within a distance of less than 5 to 10 m to the earth-contact structural elements. These values could be found even for rather large thermo-active ground structures.

The drop out rate of properly installed energy piles is negligible and occurs practically only during construction. In Austria the failure rate usually is less than 2% of the required usable energy output of the entire energy system. If it is more, the construction firms have to pay for reduced quality. However, for safety reasons the energy foundations are commonly designed as if an energy loss of 10% might occur. This over-design covers failures during the construction period that cannot be repaired and possible long-term failures or losses in the primary and secondary circuit of the energy system. Long-term failures within energy piles can be excluded if they are operated properly. Once, energy piles have passed positively the acceptance tests, no long-term failures could be observed until now.

Proper geothermal energy utilization requires an inter-disciplinary design, especially in the case of houses. The geotechnical engineer, structural engineer, architect, building services designer and installer, heating engineer and specialized plumber should cooperate as early as possible to create a most economical energy system. In the first phase of operation precise adjustment is recommended to optimize the performance of the engineering system. Furthermore, some operation rules have to be considered [1], [2].

#### REFERENCES

1 Brandl, H. (1998). "Energy piles and diaphragm walls for heat transfer from and into ground." 3rd Int. Geotechnical Seminar, Deep Foundations and Auger Piles (BAP III). University of Ghent. W.F. Van Impe (ed.). Proc.: A.A. Balkema, Rotterdam, pp. 37-60.

2 Brandl, H. (2006). "Energy foundations and other thermo-active ground structures." (Rankine-Lecture). Géotechnique, Vol. LVI No. 2, pp. 81 – 122.

3 Markiewicz, R. (2004). "Numerische und experimentelle Untersuchungen zur Nutzung von geothermischer Energie mittels erdberührter Bauteile und Neuentwicklungen für den Tunnelbau." Doctoral Thesis. Inst. for Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, Vienna University of Technology.



## FLORA CHIA-I CHANG<sup>1</sup> AND DER-WEN CHANG<sup>2</sup>

<sup>1</sup> President, Tamkang University, Tamsui, New Taipei City, Taiwan 25137

<sup>2</sup> Professor, Tamkang University, Tamsui, New Taipei City, Taiwan 25137

E-mail: dwchang@mail.tku.edu.tw

### RENEWABLES AND PROSPECTS OF WIND AND GEOTHERMAL ENERGY IN TAIWAN

*This paper intends to introduce the developments and potentials of the renewable energy in Taiwan. It can be found that the solar PV, wind energy have been promoted and are expected to be the major renewables in the near future. The geothermal and marine energies have great potentials on the island. Innovative programs are now implemented to fulfill the goals of green energy usages.*

**Keywords:** Renewable energy, Hydropower, Solar, Wind, Geothermal, Taiwan

**Introduction.** Taiwan possesses rich potential of the renewable resources and the government has launched the relevant development since 1990s. In 2008, the total installed electricity generation capacity in Taiwan was 46.3 GW. Total installed capacity of renewable energy is 2.9 GW. Only 3.52% of the electricity generation came from renewable energy [1]. In 2015, the electricity generation by Taipower (the largest electric supplier, public) showed that coal-fired is the principal fuel (38.4%), followed by liquefied natural gas (LNG) 31.1% and nuclear at 13.8%. Renewable energy (water, wind and sun) accounted for just 4.5% of the the power generation [2]. According to the report by Bureau of Energy (BOE), Ministry of Economic Affairs (MOEA), Taiwan [3], the renewable energy consists of Hydropower, Wind power, Photovoltaic (Solar PV), Biomass, Geothermal, fuel Cell and Marine energy. Table 1 shows the sources of the renewable energy in Taiwan in 2012 and the targeted capacity in 2025.

**Table 1** – Capacities and percentages of renewable energies in Taiwan

Types \ Year	2012		2025	
	Capacity (GW)	%	Capacity (GW)	%
Hydropower	2.041	5.04	<b>2.503</b>	<b>3.72</b>
Photovoltaic	0.112	0.28	<b>2.500</b>	<b>3.72</b>
Wind Power	0.564	1.39	<b>3.000</b>	<b>4.46</b>
Biomass	0.799	1.97	1.400	2.08
Geothermal	--	--	0.150	0.22
Fuel Cell	--	--	0.200	0.30
Marine Energy	--	--	0.200	0.30
Total	3.515	8.68	9.952	<b>14.80</b>

Source: BOE, MOEA, Taiwan

Currently hydropower is the major renewable energy used in Taiwan, the first local hydropower plant in was built in 1905. A research conducted by Water Resource Agency (WRA), MOEA) in 1995 suggested that there is a potential of 11.7 GW theoretic hydro

energy capacity in Taiwan. However since 2001, contribution of the hydro power has decreased due to the aftermath of 1999 Chi-Chi earthquake [4]. As shown in Table 1, the 2012 hydropower capacity is about 2 GW and to be increased gradually by 0.5 GW until 2025.

For solar PV energy, the government has built a photovoltaic power generation with a total power output of 189 MWh per year in Kaohsiung. The project was divided into two phases, in which the first phase was completed in 2011 and the second one in 2014. The project was funded by the MOEA. The National Stadium in Zuoying, Kaohsiung constructed in 2009 also acts as a solar power station. It is equipped with 141 solar panels with an installed capacity of 1 MW. Figure 1 shows the photo of the National Stadium. A long-term plan to make the solar capacity increased was. In 2025, the capacity of solar energy is expected to be 2.5 GW. To give further incentives, the government has designated solar energy and LED industries as two industries to be actively developed in the near future [4]. An excellent overview of the potential of solar energy market in Taiwan was discussed by Hu and Mathews [2].



*Figure 1* – National Stadium in Zuoying, Kaohsiung (photo from <http://www.aily.com.tw>)

Besides the solar energy, the wind energy is considered to be another potential resource on the island. The offshore wind is regarded as one of the most attractive renewables to be developed since the potential capacity is estimated to be at least 6~10 GW in Taiwan Strait and it has many successful examples in Europe [5].

Other than solar and wind energy, Taiwan is estimated to have 33.6 GW of geothermal energy. However, the energy is currently untapped for producing electricity. The highest potential of geothermal energy is at the east-coast Counties and the central Taiwan Nantou County as well as Tatun Volcano Group in Taipei. A geothermal pilot power plant had been developed in Yilan County in 1981~1993 but it ended in failure. In August 2016, an exploration drilling was developed for geothermal energy in Yilan County by China National Petroleum, NTU and Industrial Technology Research Institute [4]. In October 2015, an international Conference on Geothermal Energy in Taiwan was held at NTU. Should the ultimate capacity of the geothermal energy be developed, it can provide more than twice of the total renewable energy capacity estimated in 2025.

**Current status.** Due to the geographical environment and natural resource limitations in Taiwan, the renewable energy with matured technologies and low power generation costs will have priority in government development policy. According to the local “Renewable Energy Development Act” [6], the target of renewable energy installation shall increase up to 6.5~10 GW for 20 years. To correspond with the upcoming goals for greenhouse gas reduction, energy diversification, and renewable energy expansion, the renewable energy installation target is revised to reach 9.952 GW by 2025, and 12.5 GW by 2030. To prompt the solar PV and off-shore wind power, both the “Million Solar Rooftop PVs” and “Thousand Wind Turbines” projects have been established. The goal is to reach the installing of 3.1 GW of PV systems and 1,000 wind turbines (including 450 on-shore and 600 off-shore wind turbines) by 2030 [3,7]. Table 2 shows the renewable energy plan in Taiwan suggested by BOE, MOEA in 2015. The capacity of renewable energy was 4.69 GW in 2015. Targeted renewable power generation capacity is 17.25 GW by 2030. More aggressive goals can be found in 2015 compared to 2012.

**Table 2** – Renewable energy plan (after Bureau of Energy, MOEA, 2015 [7])

Type \ Year		2014	2015	2020	2025	2030
		Capacity (GW)				
Hydropower		2.081	2.089	2.100	2.150	2.200
Photovoltaic		0.620	1.115	3.615	6.200	8.700
Wind	Onshore	0.637	0.737	1.200	1.200	1.200
	Offshore			0.520	2.000	4.000
Biomass		0.741	0.741	0.768	0.813	0.950
Geothermal		0	0	0.100	0.150	0.200
Total		4.079	4.697	8.303	12.513	17.250

The marine energy or ocean energy is a rising star among the renewable energy in Taiwan. The potential of using the Japan Current passing along the east coast of Taiwan to generate the electricity has been studied and recently received preliminary achievement. The details can be found in Lin and Fang [8], and Hsu *et al.* [9].

**New energy policy.** The new energy policy in Taiwan has been evolved since 2008 from the Framework of Sustainable Energy Policy. In 2009, the 3<sup>rd</sup> National Energy Conference and the Renewable Energy Development Act and Amendment of Energy Management Law were found. The core strategy of the Act is a Feed-in-Tariff (FIT) system. In 2010, the Committee on Energy Conservation and Emission Reduction was established, while the National Master Plan on Energy Conservation and Emission Reduction was approved. The committee is formed to decide the calculation formula and feed-in tariffs. Tariffs and formula should be reviewed annually, referring to technical advancement, cost variation, goal achievement status, etc. Tariff should not be lower than the average cost for fossil-fired power of domestic power utilities. Current, only Solar PV tariff rates are set on date when generating equipment installations are completed. Other technologies have tariff rates set on the Power Purchasing Agreement (PPA) signing date. As the results, tariffs applied for

20 years, PPA being a very important credit for banks to provide project financing. BOE announces PV capacity quota every year. For example, PV systems >50 kW are subject to a bidding procedure to decide tariffs. Developers proposing higher discount rates receive the priority to get the quota. The installed capacity of PV systems has been increased by more than 60 times in 5 years after the implementation of FIT. Until November of 2011, the New Energy Policy is announced to steadily reduce nuclear dependency, gradually move towards a nuclear-free homeland, and create a low-carbon green energy environment [7].

**Wind energy development.** Taiwan has abundant wind power resources. In 2016, there are currently 55 integrated and automated wind power forecasting systems established in offshore islands of Zhongtun, Kinmen, and locations along the west coast such as Mailiao, Changgong and Shihu [5]. Figure 2 shows the onshore wind farm in Taiwan in 2012. Three phase constructions were established in 2003~2011. The fourth phase of wind power installation (offshore wind turbines) was end in 2015. It brings the total capacity of wind power to be 14.8 MW, generating 43.081 GWh per year. The Penghu Island Low-Carbon Island Wind Power Project is completed in 2016 with a total capacity of 33 MW, generating 116.251 GWh per year [5]. Figure 3 shows the offshore wind potential around Taiwan.

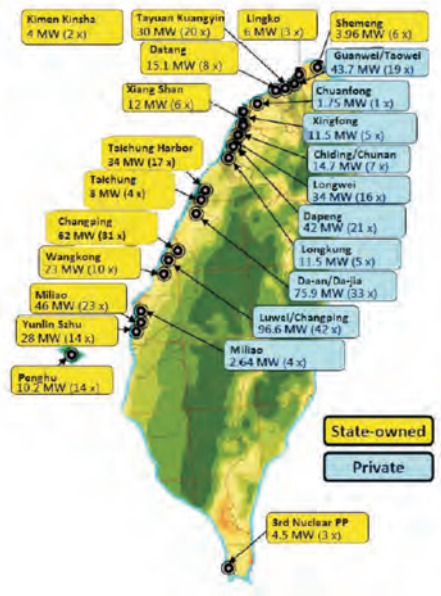


Figure 2 – Onshore wind farms in Taiwan, 2012 (from Ref. [5] based on BOE, MOEA)

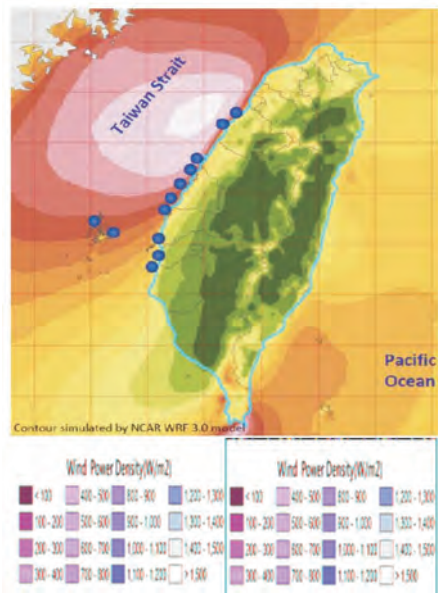


Figure 3 – Offshore wind potential and near coast wind farms in Taiwan (from Ref.[5] based on “Wind resource assessment handbook” ITRI)

As mentioned, thousand wind turbines project have been started and is under development. An offshore demonstration incentive program was announced in 2012. Four demonstration turbines (capacity of 3MW or more) by 2015, three demonstration wind farms (water depth of 5m or more) by 2020 are scheduled. Met mast with height of 70m or more and water depth of 10m or more is planned. The government provides subsidy for both equipment and developing processes. Zonal development will be taken such as the Round 3 by UK [10].

Design analysis of the wind turbines needs to check the turbine design resistance to typhoons and of course the foundation design resistance to the earthquakes [11–13]. The environmental impact assessment is another important issue. Possible impacts to migrating birds and ocean mammals should be aware of. Local fishery, navigation and harbor development should also be evaluated. Again, project management such as the risk assessment and mitigation as well as the vessel coordination and construction scheduling should be planned ahead [10].

**Geothermal energy program.** According to the report made by Bertani [14], the total worldwide installed capacity from 1980 up to the end of 2015 and the short term forecasting of the geothermal energy is suggested in Table 3. It can be seen that geothermal energy also has a dramatic potential in the future. This is especially relied for the counties who have the environmental advantage of such energy. It can be found that Taiwan is in the region where the installed capacity is less than 100 MW. The detailed information on plant classification including back pressure, binary, double flash, dry steam, single flash, triple flash were reported. The report also shows that the current plant Qingshui in Taiwan is the binary type plant. According to the analysis shown by Bernati, Taiwan has estimated potential of 150 GW of geothermal energy which is still untapped (only a small binary unit is in operation). As four hot potential sites have been recognized, more detailed geothermal surveys are ongoing. A pilot geothermal plant of 1 MW is planned according to Yang *et al.* [15]. A sort term overview summary can be found in Yang *et al.* (2015) [15] to show the geothermal energy program conducted in Taiwan.

**Table 3** – Worldwide installed capacity of geothermal energy and forecasting (after Bertani [14])

Year	Installed Capacity (MW)	Produced Energy (GWh)
1980	2,110	
1985	4,764	
1990	5,834	
1995	6,832	38,035
2000	7,972	49,261
2005	8,933	55,709
2010	10,897	67,246
2015	12,635	73,549
2020	21,443	

**Summary.** For years Taiwan has been missing opportunities due to the focus on nuclear power and fossil fuels. But now the way is open to utilize renewables whose impact can be increased by prospect investments. Successful industrial development models in Taiwan now can be applied to the needs of next generation energies hence creating new pillar industries for the future.



## REFERENCES

- 1 ITRI (2009) <http://www.re.org.tw/Eng/index.aspx>
- 2 Hu, M.C. and Mathews, J.A. (2016) Taiwan's green shifts – prospects and challenges, *The Asia-Pacific Journal, Japan Focus*, Volume 14, Issue 19, Number 2. 1-11.
- 3 Bureau of Energy (2013) Policy for promoting renewable energy & current status in Taiwan, PPT slides, Ministry of Economic Affairs.
- 4 Wikipedia (2017) [https://en.wikipedia.org/wiki/renewable\\_energy\\_in\\_Taiwan](https://en.wikipedia.org/wiki/renewable_energy_in_Taiwan)
- 5 Flanders Investment & Trade (2014) The offshore wind power industry in Taiwan, Report, FIT Taipei Office. 25 pp.
- 6 BOE (2009) Renewable Energy Development Act, Ministry of Economic Affairs.
- 7 Bureau of Energy (2015) Renewable energy promotion policies in Taiwan, PPT slides, Ministry of Economic Affairs.
- 8 Lin, Y.H and Fang, M.C. (2012) The assessment of ocean wave energy along the coasts of Taiwan, *China Ocean Engineering*, 26(3), 413-430.
- 9 Hsu, T.W., Liaw, J.M., Liang, S.J. and Doong, D.J. (2015) Assessment of Kuroshio current power test site of green island, Taiwan, *Renewable Energy*, 81, 853-863.
- 10 Hu, S.Y (2015) Policy and promotion of offshore wind power in Taiwan – Thousand Wind Turbine Project, PPT slides, Industrial Technology Research Institute.
- 11 Carlos, G.G. (2012) Design and calculus of the foundation structure of an offshore monopole wind turbine, PPT slides
- 12 Byrne, B. and Houlsby G. (2013) Foundations for offshore wind turbines, SUPERGEN Wind 7<sup>th</sup> Training Event, PPT slides, University of Oxford.
- 13 Ashlock, J.C. and Shaefer, V. (2011) Foundations for wind turbines, PPT slides.
- 14 Bertani R. (2015) Geothermal power generation in the world 2010-2014 update report, *Procds. World Geothermal Congress*, Melbourne, Australia, April 19-25.
- 15 Yang *et al.* (2015) “Introduction to the geothermal energy program in Taiwan” *Procds. World Geothermal Congress*, Melbourne, Australia, April 19-25.



## A. ERKEN<sup>1</sup>, M. MASSAH FARD<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Istanbul Technical University, Professor in Geotechnical Engineering, Turkey  
Your email address. erken@itu.edu.tr

<sup>2</sup>Istanbul Technical University, Ph.D Student in Earthquake Engineering, Turkey  
Your email address. massahfard@itu.edu.tr

### SEISMIC EVALUATION OF ENERGY STRUCTURES

Importance of taking account of the seismic effects in design of engineering superstructures was first recognized when the destructive damage occurred in 1923 Kanto Earthquake. At that time, superstructures were constructed with no consideration of effects of seismicity. Until 1964, seismic related requirement was only the seismic coefficients. In 1964 Niigata Earthquake, a huge amount of damages happened to superstructures according to the new phenomenon which was soil liquefaction. In 1990s, huge earthquakes as Northridge (USA-1994), Kobe (JAPAN-1995), Kocaeli (TURKEY-1999) and Chi Chi (TAIWAN-1999) happened and great amount of damages took place through superstructures especially onshore and offshore ones. Seismic effect has been always one of the principal phenomenon in performance of structures. Energy structures such as pipelines, wind turbines, dams, etc. which are the critical lifeline structures are the ones that considering earthquake effects on them is a must nowadays especially in seismic areas.

**Keywords:** Seismic effect, Design, Energy structures, Performance, Pipeline, Wind turbine, Dams.

**Introduction.** Energy sources are divided into two categories as conventional energy sources including oil, natural gas, coal and nuclear and as renewable energy sources including solar, wind, geothermal, tidal, hydrogen, hydropower and biomass. Some of energy structures that are of great importance and will be mentioned here are pipelines, nuclear power plant, wind turbine and dams.

**Pipelines.** Pipelines are mostly for the transportation of water supply, sewers, oil and gas. During the 1906 San Francisco, 1989 Loma Prieta and the 1994 Northridge earthquakes natural gas pipelines severely damaged and caused a large explosion in the Northridge town [9]. In the 1995 Hyogo-Ken Nanbu earthquake in Japan, the natural gas leakage from buried pipelines caused fires which started primarily due to gas release and electricity sparks in Kobe city. Until now, in the recent earthquakes as 1999 Chichi (Taiwan) and Izmit (Turkey), 2001 San Salvador (El Salvador), 2010 Chile and New Zealand, 2011 Tohoku (Japan), serious damages to pipelines have been observed. In the 1999 Kocaeli earthquake in Turkey, Tupras refinery suffered serious fire damage as the pipeline conveying water from the lake was damaged [6].

Pipelines are classified into four groups according to their functional requirements [8].

Class-I: Very essential water pipelines and high pressure oil and gas pipelines intended to remain functional during and following a design earthquake. Class-II: Critical water pipelines and medium oil and gas pipelines. Their serviceability in the case of interruption should be fixed as soon as possible. Class-III: Most of water supply pipelines for ordinary use and low pressure oil and gas pipelines. Class-IV: Water pipelines of low effect on the human life and society in the case of failure and they do not need quick repair after a seismic event.

**Table 1** – Classification of oil and gas pipelines in terms of pressure [8]

High Pressure	Medium Pressure	Low Pressure
$P \geq 10 \text{ kgf/cm}^2$	$3 < P < 10 \text{ kgf/cm}^2$	$P \leq 3 \text{ kgf/cm}^2$

Earthquakes cause transient and permanent ground deformations. Transient ground deformation occurs during earthquakes but the great amount of deformations develops after shaking has stopped which is PGD [9]. Transient ground deformations occur by the traveling P and S waves and surface wave generation in large sedimentary basins. Vibration of relatively narrow soil-filled valleys also develop transient ground deformation [6, 9]. Youd et al (1994) explained the effect of the ground oscillation on transient ground deformation by the in situ studies in 1089 Loma Prieta earthquake [11]. In seismic events mostly pipelines are damaged by permanent ground deformation [6, 9]. There are different forms of PGD. One form for PGD is the lateral spreading due to liquefaction. Here one of the practical equations that is proposed by Youd et al. (2002) for PGD evaluation is presented [6]

For lateral spreads down gentle ground slopes (GS):

$$\log \delta_L = -16.213 + 1.532M - 1.406\log R^* - 0.012R + 0.338\log S + 0.54\log T_{15} + 3.413 \log(100 - F_{15}) - 0.795\log(D50_{15} - 0.1). \quad (1)$$

For lateral spreads at a free face (FF):

$$\log \delta_L = -16.710 + 1.532M - 1.406\log R^* - 0.012R + 0.592\log Y + 0.54\log T_{15} + 3.413 \log(100 - F_{15}) - 0.795\log(D50_{15} - 0.1). \quad (2)$$



Figure 1 – Ground slope and the free face lateral spreads [6]

Where  $\delta_L$  is the PGD in meters,  $M$  is the earthquake magnitude,  $S$  is the ground slope percentage,  $Y$  is the free free face ratio (in %) (can be calculated according to Figure 1),  $T_{15}$  is the thickness of the saturated cohesionless soil layer with a corrected standard penetration test (SPT value of less than 15) in meters,  $F_{15}$  is the percentage of average fines contents in  $T_{15}$  (in %),  $D50_{15}$  is the mean grain size in mm in  $T_{15}$ , and  $R^*$  is an adjusted distance parameter in kilometers given by:

$$R^* = R + 10e^{(0.89M-5.64)}. \quad (3)$$

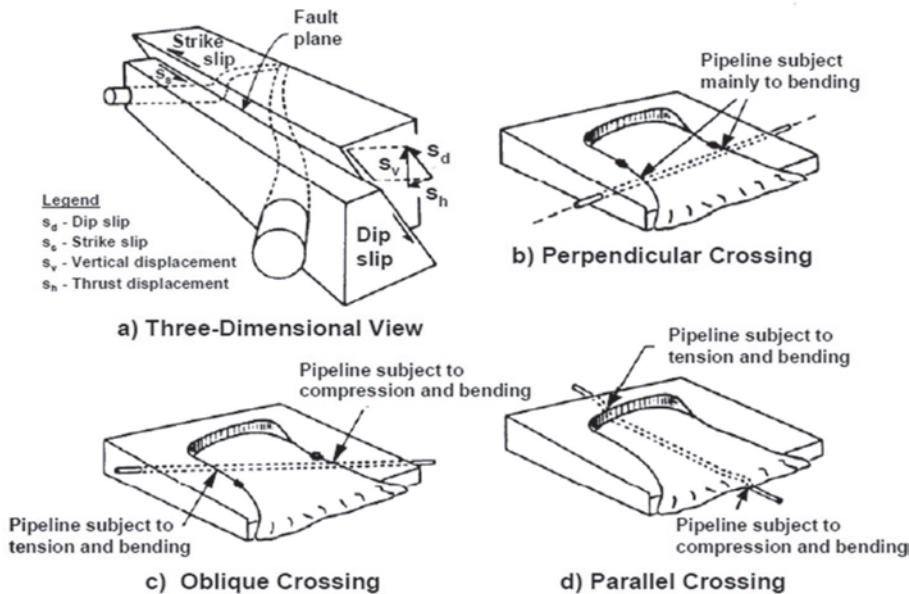
Fault is the other forms and fault surface can be vertical, horizontal, or oblique to the surface of the earth. The following empirical equations by Wells and Coppersmith (1994) are the most recognized equations to estimate average fault displacement [6]:

For the normal fault:  $\log \delta_f = -4.45 + 0.63M. \quad (4)$

For the reverse fault:  $\log \delta_f = -0.74 + 0.08M. \quad (5)$

For the strike slip fault:  $\log \delta_f = -6.32 + 0.9M$ . (6)

In which  $\delta_f$  is the average fault displacement in meters and  $M$  is the moment magnitude of the earthquake. Figure 2 presents the Principal modes of soil-pipeline interaction triggered by earthquake-induced PGD [9].



**Figure 2** – Principal modes of soil-pipeline interaction triggered by earthquake-induced PGD [9]

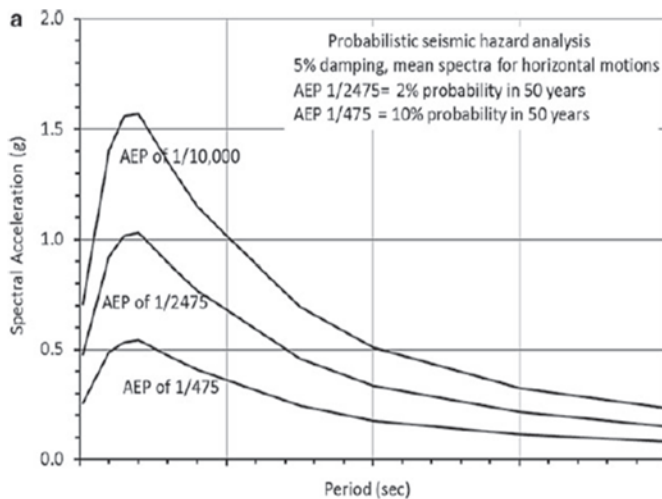
**Wind turbines.** Wind turbines are one of the important types of renewable energy structures which are divided into two categories offshore and onshore according to the place of their installation. By increasing the numbers of them especially the offshore type in Europe, the design guidelines for them is also developed by Europeans. Because of lack of guideline in US, the guidelines developed by American Petroleum Institute (API) for offshore oil and gas platforms (API) is sometimes used for design of offshore wind turbines which is not absolutely right because of the differences in these two types of offshore structures. In this paper, the differences between these offshore structures by using guidelines [1, 2, 4] are explained in Table 2.

Design of offshore wind farm substructures and foundations require several considerations as constant soil-structure and structure-environment (wave and wind) interaction. One of the primary loadings that is less considered in European countries is earthquake. In seismic regions like Japan, Taiwan, Turkey, etc. because of special geological conditions, wind farms located there will be susceptible to the effects of earthquakes and active faults [12]. Asareh et al. did analyses of NREL (National Renewable Energy laboratory) wind turbine and showed that seismic loads have considerable effects on the wind turbine [3]. For wind turbines to be located in seismic areas, a site response spectrum is usually developed for horizontal and vertical directions [4]. Buckling analyses of the tower are conducted with the loads from the vertical ground acceleration [10].

**Table 2** – Comparison of offshore wind turbine and offshore platforms in design terms

Offshore Wind Turbine	Nonlinear dynamic analysis	Seldom frequency domain analysis of dynamic response	Consideration of combination of loads with wind loads	Return period of 50 years	10-minute average wind
Offshore Oil and Gas Platform	Static or quasi static analysis	Mostly frequency domain analysis of dynamic response	Less consideration of combination of loads with wind loads	Return period of 100 years	1-hour average wind

**Dams.** Dams are classified in concrete dam, rock-fill dam, and earthfill dam. As they are huge energy structures, their seismic design is of great importance and it can be at a dam safety level and/or at a serviceability level. Because of lack of pages, in this paper, general seismic information of earthfill in safety level (gravity) dams which is one of the common types is presented. In safety level, dam failure is the important concern [5]. Seismic hazard analysis of dams are categorized in two types: Deterministic (DSHA) and Probabilistic PSHA). DSHA is normally conducted for each known earthquake source to determine site ground motion parameters. PSHA is usually done to determine design seismic parameters at various seismic hazard level (AEP). The response spectra from each, is normally defined for a series of natural periods or frequencies (such as 0.1, 0.2, 0.5, 1, 2, 5, 10, and 33 Hz [5]. In Figure 3, the Probabilistic method is presented as an example. In this method, a seismic hazard level (AEP) is selected according to the class of a dam. Corresponding to the selected AEP, limit equilibrium or finite element analyses are conducted using seismic loads. The results (such as stresses, ground displacements, or stability in a dam or its foundation) are evaluated using standards and design codes. The potential for a dam failure is evaluated by comparing the stresses and displacements with ultimate stability and specified failure criteria [5].



**Figure 3** – Probabilistic method in seismic hazard analysis [5]

For dams under static conditions, for satisfactory stability factor of safety (FS) would be minimum 1.5 for long-term conditions ( $FS > 1.5$ ) and 1.3 for short-term conditions ( $FS > 1.3$ ). For dams under seismic loading, two primary modes of dam failure, the overtopping failure caused by excessive settlement of dam crest and the internal erosion and piping failure caused by cracks [5].

**Nuclear power plants.** Two levels of ground motion hazard should be evaluated for each plant sited in a seismic area; Seismic level 1 (SL-1) and seismic level 2 (SL-2). In the plant design SL-2 is associated with the the highest safety requirements, while SL-1 corresponds to a less severe earthquake level [7]. They should be designed for a return period of 10000 years. In the preliminary design stages, seismic effects (in terms of forces and undesired torsional or rocking effects) should be minimized by the appropriate selection of a structural layout applying certain general criteria, such as [7]:

(a) Locating the centre of gravity of all structures as low as practicable; (b) Selecting a plan and elevation that are as simple and regular as practicable, and also avoiding different embedment depths; (c) Avoiding protruding sections (i.e. lack of symmetry) as far as practicable; (d) Locating the centre of rigidity at the various elevations as close as practicable to the centre of gravity; (e) Avoiding rigid connections between structures or equipment of different categories and dynamic behaviour as far as practicable.

## REFERENCES

- 1 American Petroleum Institute, "Recommended Practice for Planning, Design and Constructing Fixed Offshore Platforms – Load and Resistance Factor Design, API RP2A- LRFD", First Edition, July 1993.
- 2 American Petroleum Institute. Seismic Design Procedures and Criteria for Offshore Structures, API RP 2EQ, American Petroleum Institute: Washington, DC, USA, 2014.
- 3 Asareh, M.A. Schonberg, W., Volz, J., "Fragility analysis of a 5-MW NREL wind turbine considering aero-elastic and seismic interaction using finite element method", *Finite Elem. Anal. Des.* 2016, 120, 57–67.
- 4 Det NorskeVeritas AS. Guidelines For Design of Wind Turbines, DNV, Denmark, 2002.
- 5 Guoxi Wu. "Seismic Design of Dams", *Encyclopedia of Earthquake Engineering*, Springer, 2014.
- 6 Hany El Naggar, "Seismic Design of Pipelines", *Encyclopedia of Earthquake Engineering*, Springer, 2014.
- 7 IAEA Safety Standards Series, "Seismic Design and Qualification for Nuclear Power Plants", Safety Guide No. NS-G-1.6, Austria, 2003.
- 8 IITK-GSDMA Guidelines for Seismic Design of Buried Pipelines, National Information Center of Earthquake Engineering, Indian Institute of Technology, Kanpur, India, 2007.
- 9 O'Rourke TD , S-S Jeon , "Seismic zonation for lifelines and utilities", In: Proceedings of the sixth international conference on seismic zonation. Palm Springs, CA, November, 2000 [EERI CD-ROM)
- 10 Sanjeev Malhotra, "Selection, Design and Construction Guidelines for Offshore Wind Turbine Foundations", PB Research & Innovation Report, Oct., 2007.
- 11 Youd, T. L. and D. K. Keefer, "Liquefaction During the 1977 San Juan Province, Argentina Earthquake ( $M_s = 7.4$ )", *Engineering Geology*, Vol. 37, No. 3, 1994, 211-233.
- 12 Yu-Kai Wang, Juin-Fu Chai, Yu-Wen Chang, Ti-Ying Huang and Yu-Shu Kuo, "Development of Seismic Demand for Chang-Bin Offshore Wind Farm in Taiwan Strait", *Energies* 2016, 9.1036, 2016.



**EUN CHUL SHIN<sup>1</sup>, ARUM LEE<sup>2</sup>, KYUNG WON PARK<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Professor of Civil and Environmental Engineering, Incheon National University,  
Republic of Korea  
ecshin@inu.ac.kr

<sup>2</sup> M.S. Student of Civil and Environmental Engineering, Incheon National University,  
Republic of Korea  
arum2@inu.ac.kr, efhekfl13@naver.com

**GREEN CAMPUS PROJECT AT INCHEON NATIONAL UNIVERSITY**

The educational institute is the ideal place to initiate the eco-friendly environment for reducing the carbon dioxide. Recently renewable energy is getting popular to adopt in the building construction. In this paper, the green campus project at the Incheon National University in Korea is presented with the various activities on campus. The energy usage monitoring, build greenhouse gas inventory system, purchasing eco-friendly certified products, green educational curriculum and extra activities in Korea and abroad are described in detail.

**Keywords:** Sustainable green campus, Renewable energy, Building, Environment.

**Introduction.** Recently many cities require the adoption of renewable energy when they want to design the buildings. The climate changes and global warming are also serious problems to increase the air temperature and to rise the sea level. The use of fossil fuel and nuclear energy give the air pollution problem and radioactive contamination. Therefore, many schools in Korea have a policy to use renewable energies like wind, solar, geothermal energies. One of ways to save energy is power and lighting control system, and use of LED lighting facilities on campus. The another way to save energy is reuse of rain water and recycling of solid wastes. The greenery buildings with utilizing marginal speace for garden and rooftop garden are also encouraging green campus projects.

**Sustainable green campus operations.** First of all, the investigation of total energy consumption for each building on campus is very important to control the consumption of energy in the future. The control system for power and lighting and the monitoring system for renewable energy as shown in Figure 1 were established to increase the efficiently of energy use on campus.

Power/Lighting Control System



Renewable energy production monitoring



**Figure 1** – Power and lighting control system and monitoring of renewable energy production



The greenhouse gas inventory system was built up to estimate the generation of greenhouse gas on campus. One of the school policy to reduce greenhouse gas is to purchase eco-friendly certified products and local products per each semester as described in Table 1 which gives the spirit of recycling the material and energy saving.

**Table 1** – Purchasing amount for eco-friendly certified products and local products

Item	Total(USD)	2015-2(USD)	2016-1(USD)
Eco-friendly products	641,122	492,554	148,568
Local products	7,378,476	3,140,937	4,237,539

One of good ways to save energy is replacement of conventional lighting devices into LED lighting devices for indoor and outdoor facilities. All the lighting devices at the underground huge parking lot, gymnasium, library, and stairway light lamp were replaced by the LED lighting devices (USD 530000). The installation details of new LED lighting devices are described in Table 2.

**Table 2** – LED lighting replacement work at various facilities

Location Quantity	Underground parking lot	Gymnasium	Library	Stairway
2,472(EA)	1,398	70	504	500

The management of rainfall water and toilet water consumption are also a part of green campus projects. The underground retention pond at the Sport Center and Building No.27 has a large capacity as described in Table 3 for the use of landscaping water. The various water saving equipments at the rest room were installed for the toilet water holder and waterstand as well as water tap.

**Table 3** – Management of rainfall water and toilet water

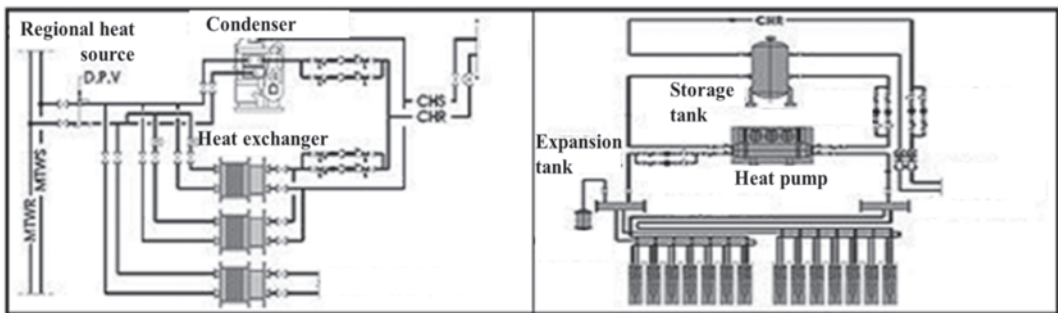
Type	Installation place	Storage capacity	Reuse
Rainfall water	Sports center	Water tank 100 m <sup>3</sup> /day	Landscaping water
	Building NO.27	Rainfall water tank 449 m <sup>3</sup> Treatment tank 53m <sup>3</sup>	
Toilet water equipment	Items	Quantity(EA)	
	water-saving equipment (a)	1,144	
	water-saving equipment (b)	167	
	Watering device for washstand	659	
	Watering device for water tap	278	
	TOTAL	2,248	

The reduction of solid waste through the recycling garbage by means of three sorting bins, that is, rubbish bins for plastic, glass bottle and tin, and general garbage. The INU has a school-wide campaign for reducing food waste at school cafeteria through the contest of idea to have a zero leftover food.

**Installation of renewable energy facilities.** The public building in Korea requires the use of a certain percentage of renewable energies such as wind, solar, and geothermal energies. Figure 2(a) shows the solar panel in the central plaza of INU campus, and Figure 2(b) shows the schematic diagrams of geothermal energy system.



a



b

**Figure 2** – Installation of renewable energy facilities at INU campus. (a) Solar panel at the central plaza; (b) Schematic diagrams of geothermal energy

The INU has a unique zero-energy building which is a kindergarten for children as shown in Figure 3. The building has three renewable energy sources like solar heat, geothermal, and wind energy. The detail capacity of energy generation is tabulated in Table 4.



Figure 3 – Zero-energy building for INU kindergarten

Table 4 – Renewable energy facilities for INU kindergarten

Division	Existing facility		New facility	
	Solar heat	Geothermal	Solar heat	Wind energy
Capacity	6kW	11.36 m <sup>2</sup> (1day usage:600L)	84.7kW(26RT)	1.5kw
Installation place	Rooftop	Machine room	Rooftop	Behind the building

**Green educational curriculum and supporting activity.** Several major courses related to the green campus projects have been offered by seven major departments for the Spring and Fall Semesters. These are classified into climate change and green growth, renewable energy, environmental regulation and restoration of damaged environment, problems of air pollution and water pollution. The INU has a special educational program called “Forest kindergarten Education”. All these subjects are described in Table 5.

Table 5 – Green educational curriculum at INU

Semester	Subject name	Department	Participant
1	2	3	4
2015-2	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Energy Chemical ENG.</li> <li>•Renewable Energy</li> <li>•Forest Kindergarten Education</li> <li>•Environmental Regulation</li> <li>•Restoration of Damaged Enviroment</li> <li>•Green Growth and Environment</li> <li>•Climate Change and Energy</li> <li>•Water Crisis and Environment</li> <li>•Geoenvironmental ENG</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Energy Chemical Eng.</li> <li>•Electrical Eng.</li> <li>•Environmental Eng.</li> <li>•Architecture Eng.</li> <li>•Safety Eng.</li> <li>•Civil and Environmental Eng.</li> <li>•Ocean Eng.</li> </ul>	950

1	2	3	4
2016-1	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Alternative Energy and Storage</li> <li>•Environmental Chemistry</li> <li>•Energy Safety Eng.</li> <li>•Energy Material</li> <li>•Air Pollution</li> <li>•Climate Change</li> <li>•Science Technology and Conversation with Human Being</li> <li>•Forest and Kindergarten Education</li> </ul>		900

The Incheon Regional Environmental Center and Educational Program for Future City Design are provided for volunteer students to participate the tree planting project in Dashin Chiling, Mongolia in the past 10 years. More than 100,000 trees have been planted. The volunteer works for planting trees are shown in Figure 4(a). The Educational Program for Future City Design provides for students to participate an overseas environmental program during the vacation period. The number of INU students were visited Yagi Bioecology Center and environmental laboratory of Kyoto University in the month of February 2016. More than 30 students had an opportunity during 2016-2017 to visit Singapore for learning of environmental friendly urban design and participating rehabilitation work for earthquake damaged water supply lines in Kathemandu, Nepal, which is shown in Figure 4(b).



**Figure 4** – INU volunteer students for ODA projects in overseas. (a) Tree planting project in Mongolia; (b) Rehabilitation work for water supply lines in Kathemandu, Nepal

The rooftop garden project has been carried out to provide community place for the students, staff, and faculty members by creating garden at the rooftop area. Building No. 11 is a pilot project for the area of 830m<sup>2</sup> and the cost of construction is 100 thousand in US dollars. The INU has a plan to expand rooftop garden project up to 2,700m<sup>2</sup> for promotion of agriculture activities and it can also help to decrease the building temperature.

**Concluding remarks.** The INU campus has been successfully executing the various green campus projects through the adoption of renewable energy such as solar, thermal, and wind energies. Another practice of green campus project is to use of rainfall water, eco-friendly certified products as well as LED lighting lamp on campus. There are more than 20 subjects related to the green educational curriculum and also several supporting activities are offering by the Incheon Regional Environmental Center and Educational Program for Future City Design. By all these efforts through the green campus project, the INU could reduce the greenhouse gas emission from 13,680 ton in 2014 to 11,015ton in 2015. Therefore, the reduction ratio of greenhouse gas emission is approximately 24.19 percentage.

### REFERENCES

- 1 Incheon National University(2016). Final report of green campus project. Department of Utility Management Office, INU, Korea.
- 2 Incheon Regional Environmental Center(2016). Annual report of tree planting project in Mogolia, Incheon, Korea.
- 3 Exploratory and Creative Educational Program for Future City Design(2016). Annual report, Incheon National University, Korea.
- 4 Incheon National University(2016). Lists of curriculum in Colleges of Engineering and Urban Science, Incheon, Korea.



**YUTAKA HASHIZUME<sup>1</sup>, KENJI KANEKO<sup>2</sup> AND AKIRA HASEGAWA<sup>3</sup>**

*<sup>1</sup>Department of civil engineering and architecture,  
Hachinohe Institute of technology, Japan  
hashizume@hi-tech.ac.jp.*

*<sup>2</sup>Department of civil engineering and architecture,  
Hachinohe Institute of technology, Japan  
kaneko@hi-tech.ac.jp.*

*<sup>3</sup>Department of civil engineering and architecture,  
Hachinohe Institute of technology, Japan  
hasegawa@hi-tech.ac.jp.*

## **HACHINOHE GEOTECHNICAL INFORMATION SYSTEM FOR CONSTRUCTION OF THE GROUND AND FOUNDATIONS**

*In 2009, the authors developed the renewal version of the Hachinohe geotechnical information database (hereinafter called "HDB") using Web-GIS and common format for geotechnical database in Japan. The construction of HDB clarified the issues for continuous managing. In the construction of HDB, the developed system was designed with the prospect of locality, general trend, sustainability, and utilization of it. And, a HDB local organization to keep managing was established at the same time. Three key points to maintain the HDB continuously are common format of database, establishment of organization and automatic upload method of new boring logs. In addition, we added function which is automatic calculation of PL-Value and distribution display of that when the installation the ground investigation data.*

*In this paper, the outline of the construction of HDB and a few studies using HDB are described. One is the relationship of distribution between seismic damage on constructions in Hachinohe for the 1994 Sanriku-haruka-oki earthquake and alluviums thickness by using the HDB. Another is geotechnical investigation of damage in water pipes by the 1994 Sanriku-haruka-oki earthquake.*

**Keywords:** *The Hachinohe geotechnical information database, Web-GIS, Water pipe damage, Construction damage, Alluvium thickness, PL-Value.*

**1. Introduction.** The boring log investigated at all part has a specific purpose and it has effective data unless foundation is changed. That's information necessary to plan of construction, counter-measure of disaster and evaluation, so it's important to make geotechnical information data a data base.

So understanding on importance of geotechnical information database has been spread. A data base has built at all part. The Web-GIS type data base has been provided gratis like Kunijiban in Japan. An administrator always has to maintain of a system to continue while offering a data base. Figure 1 shows the location of Hachinohe city in Japan.

In 2009, the authors developed the renewal version of Hachinohe geotechnical information database (hereinafter called "HDB") using Web-GIS and common format for geotechnical database in Japan. The construction of HDB clarified the issues for continuous managing. In the construction of HDB, the developed system was designed with the prospect of locality, general trend, sustainability, and utilization of it. And, a HDB local organization to keep managing was established at the same time.





**Figure 1** – Location of Hachinohe city in Japan

## **2. The hachinohe geotechnical information database.**

**2.1. Managing establishment.** It is a necessary condition for continuous management of HDB that cooperated system with the district industry and the public institute and the research institute. For the purpose of them, we are heading for construct the management organization which is continuously using.

The research institute is as a synthetic contactee of them and a research organization to make a contribution to community and country. On the other side, local government such as Hachinohe city, to make a contribution to expand HDB through ordering some public enterprise which were obligate to register geotechnical information data at a HDB server. And also private company as the district industry to make a contribution to Expand HDB, through accept an order public enterprise.

**2.2. Operational procedures.** A HDB is limited to use a parson who has a reception of entry for HDB system.

Click and Drag on the site map using WEB-GIS (Figure 2). And then data No. and data file names are showed like a Figure 3. So the geotechnical information data can be showed by choosing and click on data number or file name. Figure 4. in Hachinohe Institute of Technology because collected data was restricted by an academic use. But «The boring logs around Hachinohe» was published from the Touhoku chapter of Japanese geotechnical society.

**3. Function addition of automatic liquefaction risk calculation.** It is a necessary condition for continuous management of HDB that cooperated system with the district industry and the public institute and the research institute. For the purpose of them, we are heading for construct the management organization which is continuously using. The research institute is as a synthetic contactee of them and a research organization to make a contribution to community and country. On the other side, local government such as Hachinohe city, to make a contribution to expand HDB through ordering some public enterprise which were obligate to register geotechnical information data at a HDB server. And also private company as the district industry to make a contribution to Expand HDB, through accept an order public enterprise.



Figure 2 – Boring site map

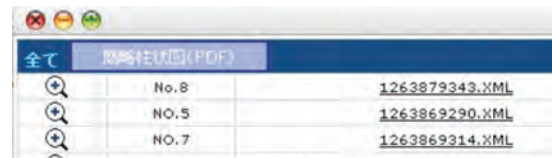


Fig. 3. Including data No. and File name

Figure 3 – Including data No. and File name

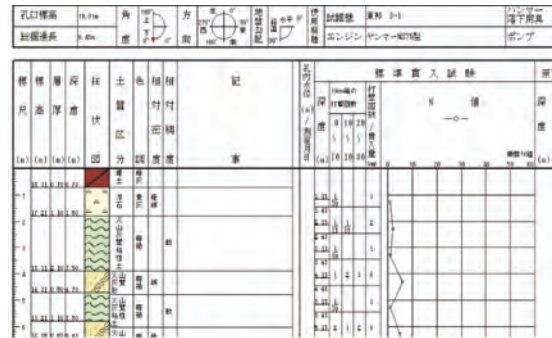


Figure 4 – Showed Boring log

Our research group that estimate of liquefaction risk of round is useful for future liquefaction countermeasures. Therefore, we developed an occasional updating system that automatically calculate the liquefaction index (PL value) of the ground information in the increasing Hachinohe geotechnical information database, plot it on the map. In order to return the data (liquefaction risk map) to the local residents, we built a system that anyone can browse without having to do annoying tasks such as member registration and public on the web. that liquefaction risk map is linked to the Hachinohe geotechnical information database and automatically calculates the PL value under certain rules such as excluding irregular descriptions for newly registered ground information as much as possible Calculate, plot it on Web-GIS and make it public. Figure 5 to Figure 7 show the Web page of the liquefaction risk map we developed. (<http://geo-gis.civil.hi-tech.ac.jp/pl/>).



Figure 5 – Liquefaction risk map created in this research



Figure 6 – Liquefaction risk map on aerial photo image

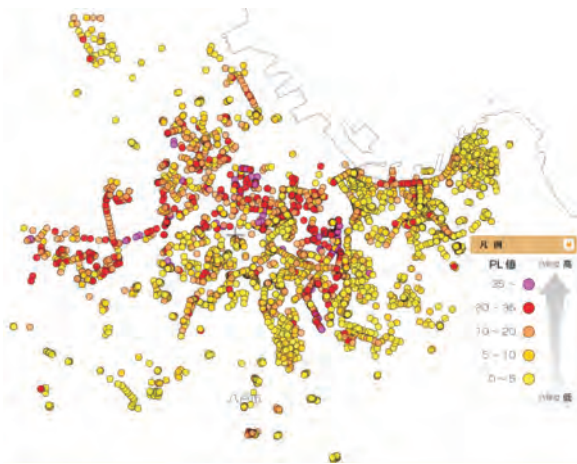


Figure 7 – Liquefaction risk map on blank map

**4. Geotechnical investigation for damage of water pipes on the 1994 Sanriku-Haruka-Oki earthquake by using HDB.**

**4.1. Water pipe damages in 1994 Sanriku-Haruka-Oki earthquake.** The Sanriku-Haruka-Oki earthquake, whose magnitude is 7.5, occurred on December 28, 1994. The seismic center is the eastern from Hachinohe at 150km. Due to the earthquake, the dead were 3 people and the injured per-sons were 784 people. The 48 houses were completely destroyed, and there was damage in the 6,181 houses. Figure 8 shows the distribution of water pipe damages caused by the earthquake. Though the water pipe damages were distributed in the whole area of Hachinohe City, an area that damage has most concentrated is the area between two rivers. Most of water pipes damages were breakag1). There was little relation between the caliber of the pipe and the amount of damage.

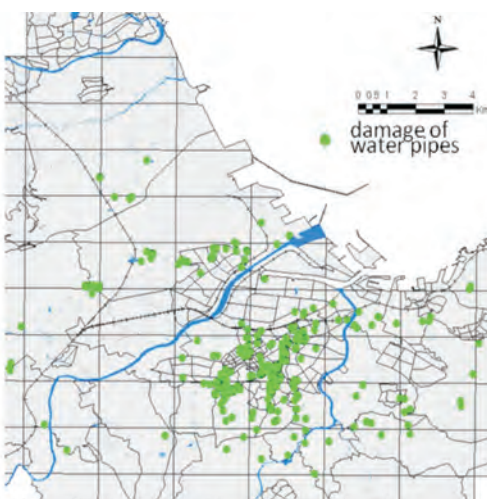


Figure 8 – the distribution of water pipe damages

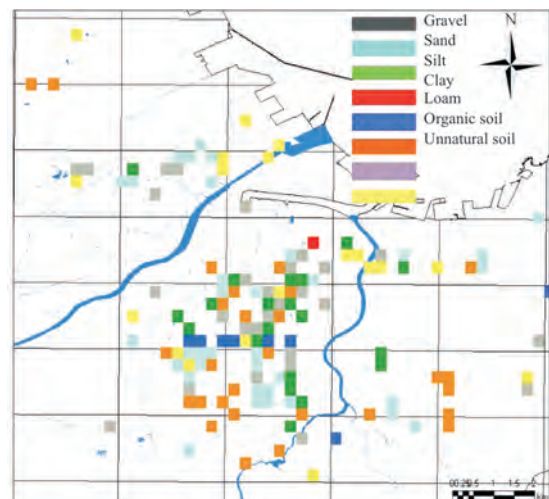


Figure 9 – Surrounding soil type



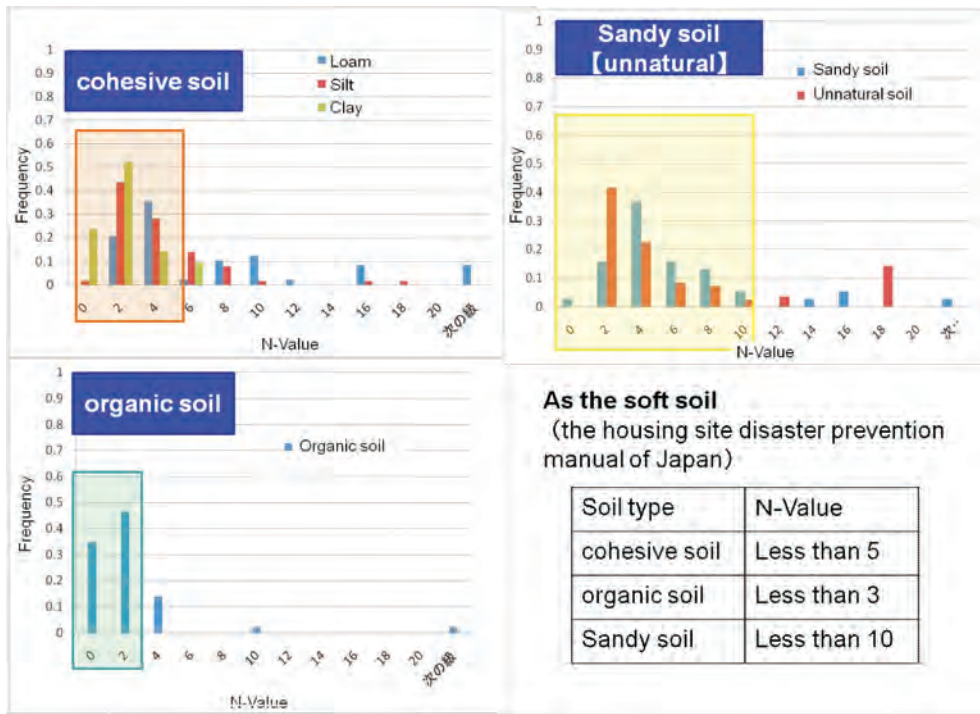


Figure 10 – Frequency distribution of N-value

4.2. Analysis of soil type around water pipe damages. The soil types of the depth of lying under-ground of the water pipe were examined by using HDB. In this study, we assume the surrounding soil around the water pipe damage. In this study, we assume the surrounding soil of the water pipe damage by referring to boring data that was the nearest from the damage point. We classified the soil type to 7 groups such as gravel, sand, silt, clay, loam, organic soil and unnatural soil. Unnatural soil include the soil written as backfill and topsoil, etc.

Figure 9 shows the surrounding soil around the water pipe damage on GIS (Geographic Information System). We can say from this figure that the soil type is various and destruction is not caused in a certain specific soil alone.

Figure 10 shows the frequency distribution of N-value of the soil around water pipe damage in each soil type. In the housing site disaster prevention manual of Japan, the sandy soil is defined as the soft soil when N-value is less than 10. The cohesive soil is defined as the soft soil when N-value is less than 5 and the organic soil is also defined as the soft soil when N-value is less than 3. From these figure, we can say that the damage of large majority occurred in the area of the soft soil. It had been understood that there is a lot of the water pipe damage in the area where the soil is still soft as a result of re-examining the surrounding soil types of the water pipe damage in detail by using developed HDB. A 2009HDB is limited to use a person who has a reception of entry for 2009HDB system.

5. Conclusion. 2009HDB is effective for geotechnical research and activates local engineers.

It can be think that continuously managing and maintenance is still more effective for then. For example, that will be a great contribution to improvement in precision of geotechnical research and efficiency of enterprise.

On a study, the relationship of water pipe damage and geotechnical investigation using HDB. It had been understood that seismic damage is not related to surrounding soil type. Instead, most of them occurred in the area of soft soil like a low density soil layer.

On a study, the relationship of construction damage and geotechnical investigation using HDB. The site of 12m-25m's alluvium thickness had a high damage ratio. And the site which has more than 25m thickness of alluvium is not necessary condition of high damage ratio.

It further consideration of management which can be continuously. For instance, how much does it cost, how to get a working found, who will maintain of them, etc. And we must discuss other kind of the way to utilize and expanded utilization.

## REFERENCES

- 1 Hasegawa A. & Suzuki K. & K. Kaneko K. & Kumagai K. "Construction and Continuity of the Geotechnical Information Database of the Area.", The Japanese geotechnical symposium, 189-192, 2009.
- 2 Government of Hachinohe city. "A record of Far off Sanriku earthquake(1994)", 1997.
- 3 Nunohara K. & Mori T. & Yauchi K. & Nakano M. "Development for a Tohoku Geotechnical Information System (Michinoku GIDAS)", The Japanese geotechnical research presentation meeting, 2010.
- 4 Sato K. "Alluvium stratigraphy and Engineering Geology in the Hachinohe City.", Engineering geology, 45(4), 183-191, 2004.
- 5 Yamamoto K. & Mimura M. & Mitamura S. & Oshima A. & Oda K. "The Making of a National Digital Underground Map in the Osaka Plain (Pilot study)." The Japanese geotechnical research presentation meeting, 2008.
- 6 Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism. "The geotechnical information search site "Kunijiban"" <<http://www.kunijiban.pwri.go.jp/>> (Jan. 13, 2011).
- 7 National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention. "The geotechnical information search site "Geo-Station"" <<http://www.geo-stn.bosai.go.jp/jps/>> (Jan. 13, 2011).
- 8 Moroto N. & Hasegawa A. "Development and Example for use of a Geotechnical Information System.", Soil and foundations, 37-1(372), 41-46, 1989.
- 9 Sato Y. & Tachibana D. & Suzuki K. & Matsumura H. & Kaneko K. & Hasegawa A. & Kumagai K. "The Making of a Geotechnical Information Database for Geotechnical Investigation Data in the Hachinohe Area." The Japan society of civil engineers tohoku local presentation meeting, Mar. 19, 2010.

<sup>1</sup>*Department of Civil and Environmental Engineering, University of Delaware, U.S.A.  
kaliakin@udel.edu*

<sup>2</sup>*Department of Civil and Environmental Engineering, University of Delaware, U.S.A.  
meysam@udel.edu*

## GEOMECHANICAL CHALLENGES ASSOCIATED WITH MODELING AND ANALYZING RENEWABLE ENERGY FACILITIES

*The geotechnical analysis of many renewable energy facilities is complicated by the multi-physics nature of the problem. This paper outlines a generalized framework for the thermo-hydro-mechanical modeling and simulation of such facilities involving cohesive soils.*

**Keywords.** *Energy geostructures, thermo-hydro-mechanical modeling, cohesive soils, time effects.*

**Introduction.** Energy use and production are two of the more significant socio-economic issues of the 21<sup>st</sup> century. During the last few decades, several challenges such as excessive rate of energy consumption, concerns over energy security and climate change have intensified a worldwide movement to address these issues. In addition, price increases of fossil fuels have facilitated the investigation of alternate sources of energy. Of particular interest to the present discussion are renewable sources of energy.

Following general consensus, renewable energy sources include the following: 1) biomass, 2) geothermal power, 3) hydroelectric power, 4) solar power, 5) tidal energy, 6) wave power, and 7) wind power.

**Analysis requirements for renewable energy facilities.** Renewable energy sources such as biomass, solar and tidal power require little to no geotechnical analysis and design. Other renewable energy sources such as wind and wave power require higher levels of sophistication in their analysis and design. For example, the design of a wind turbine foundation, typically consisting of friction or suction piles, must ensure that it will remain stable under sustained cyclic loading generated by horizontal and vertical axis wind turbines during their daily operation. In addition, wind turbines located in the ocean may be subjected to relatively large wind and wave loads in the event of a storm.

Perhaps the most complex renewable energy source is geothermal power. This includes both geothermal power plants, as well as various heat pump systems. The complexity is attributed to the multi-physics nature of such energy sources.

Energy geostructures represent one of the newer advances in geothermal systems. In such systems structural elements in buildings are used to transfer heat. One of the challenges associated with energy geostructures is properly accounting for the effect of temperature on the response of the structure. In general, temperature changes induce variations in forces and deformation (e.g., settlement of the soil and structure). As such, they thus require additional consideration in the design process. The difference in response of the structure and the soil also increases the complexity of the response. Thus, the design of energy geostructures should be performed with consideration of the effect of temperature changes on the hydraulic and mechanical response of the system. Often, this entails a coupled thermo-hydro-mechanical analysis of the structure and soil on which it is founded.

**Thermal, hydraulic and mechanical aspects of soils.** thermo-hydro-mechanical analyses of soils are complicated by the nature of these materials. Soils consist of a porous



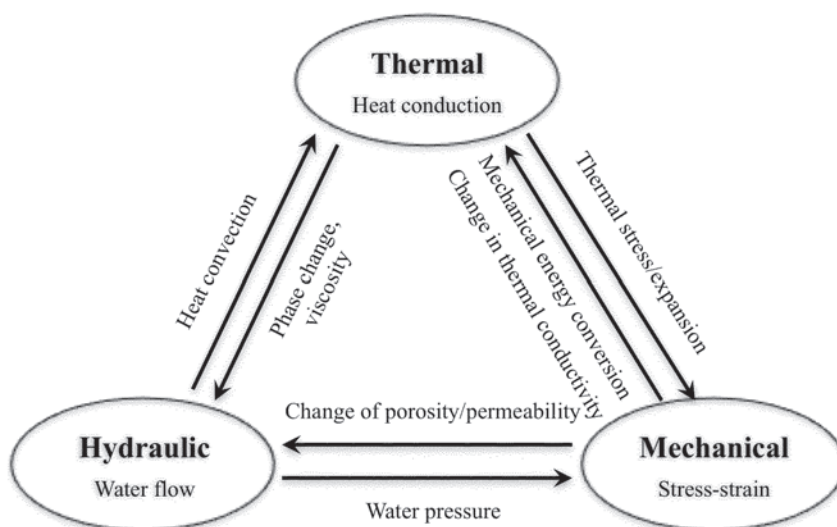
skeleton whose voids are filled with fluid and gas. Consequently, soils are non-homogeneous materials. Macroscopically such materials exhibit an anisotropic, inelastic, path-dependent, strain hardening (and softening), time-, rate- and temperature-dependent behavior. To further complicate matters, the thermal properties of such materials are not as well known as those for other materials such as metals.

Since soil is a porous mixture of solid, liquid and gas phases, it has a complex heat dissipation mechanism that includes conduction, convection, radiation, ion exchange, vaporization and condensation, and freezing-thawing process. In unfrozen soils, heat transfer occurs by conduction and, to a lesser degree, by convection. Thus, thermal properties of the soils with respect to these phenomena (e.g., heat capacity, thermal diffusivity and thermal conductivity) tend to be important. Determination of these parameters mainly depends on the volume fraction of water, volume fraction of solids, and volume fraction of air. Thus, soil characteristics such as void ratio, moisture content, degree of saturation, and type and shape of grains can give a good representative indication of a soil's thermal properties. Thermal characteristics of soil can also vary with the soil minerals or soil types (e.g., thermal conductivity increases with increasing the quartz fraction in grains and decreases with increasing clay content). To further complicate the problem, three other phenomena that can influence the heat transfer that should also be taken into account, namely: 1) the dependency of the thermal parameters on temperature, 2) the effect of physical changes during thermal and mechanical loading on thermal parameters, and 3) the lag in heat transfer between the solid and liquid phases. Depending on the scale and importance of the project, thermal parameters of the soil mixture can usually be estimated by using existing correlations. Based on the importance of the variation in these parameters, soils should be examined accurately before evaluation of heat transfer and performance of the system.

In general, variations in temperature on fine grain soils (e.g., clay) show some deviations from linear theories including: 1) irreversible thermal strains that can be considered as dominant as plasticity effects (indeed, the magnitude thermal effects can be related to plasticity index), 2) rate dependency that can be related mainly to behavior such as adsorbed water or other viscous phenomena, and 3) the dependency on stress history (e.g., overconsolidation ratio) as well as on thermal history, and 4) the evolution of the elastic domain (e.g., shrinkage of yield surface with temperature) that can result in categorization of inelastic behavior for these types of materials. For example, when a mass of saturated clay is heated, the thermal expansion of the solid grains and pore water results in excess pore pressure generation under undrained conditions or volume change under drained conditions. Depending on the magnitude of thermal load, soil state of stress, permeability, and mechanical and thermal properties of the soil, the generation of pore pressure or the volume change in the soil that can be caused by interparticle forces and viscous shear resistance of adsorbed water can be so significant in that it has the potential to cause local fracture that may lead to global failure. Thus, in these types of materials, the macroscopic response of the soil should be interpreted with respect to microscopic behavior. That is, the microstructural behavior plays an important role at the macro level of the soil behavior. Therefore, the micro phenomena such as desorption of adsorbed water, tendency of particles to flocculate (or reorient) and chemo-plastic strain play an important role in explaining the differences in behavior of geomaterials. For example, the sensitivity of the internal friction angle and compressibility

of soil with temperature can be explained by the removal or decrease in thickness of the adsorbed water layer or by the increase in viscosity of the adsorbed water. This sensitivity can also vary by the quantity and thickness of highly or loosely adsorbed water, since the tendency for removal and decrease in thickness or viscous behavior of the fine-grained soils is also related to this quantity and thickness.

Additional aspects related to such mechanisms for thermo-hydro-mechanical analyses have been discussed elsewhere [1], attention is turned to the mathematical modeling of the macroscopic time- and temperature-dependent behavior of cohesive soils. Figure 1 shows the relationship between thermal, hydraulic and mechanical aspects of such analyses.



*Figure 1* – Relationship between Thermal, Hydraulic and Mechanical Aspects in an Analysis

**Framework for modeling thermo-hydro-mechanical response of cohesive soils.** The thermo-hydro-mechanical analysis of any of the aforementioned renewable energy facilities requires a robust mathematical (constitutive) model that can reasonably replicate the observed thermo-hydro-mechanical behavior of cohesive soils. A generalized framework for a constitutive model to simulate the time- and temperature-dependent behavior of such soils is presented in this section. In this framework the microscopic and physicochemical phenomena are not of prime concern. Instead, only the behavior of the material as a whole is deemed important. The macroscopic behavior is explained by assuming the material to be a continuum. However, since the physically observed behavior of a material is a macroscopic manifestation of the mechanisms active at the level of the microstructure, a continuum based model cannot be developed without due consideration, either in detail or in concept, of microscopic phenomena.

A two-phase continuum, consisting of a coherent solid matrix (skeleton) with fluid-filled pore space, is assumed. The solid matrix is composed of both a solid part and possibly an occluded porosity. The occluded pores may or may not be saturated, but it does not affect the storage or transport properties of the porous material because no flow is assumed to take

places through these pores. The pore space is completely filled by water that is freely moving. The pore space is assumed to be fully connected and to remain continuous throughout deformation of the material.

Over the past 35 or so years, various approaches, possessing varying degrees of sophistication, have been proposed to mathematically simulate the thermo-hydro-mechanical behavior of saturated cohesive soils.

The simplest manner in which to simulate thermal-mechanical behavior of soils is to combine the equations governing the flow of fluid through a porous medium with equations that idealize the soil skeleton as a thermoelastic continuum. The mechanical contributions to the energy balance equations, as well as convective terms, are either partially accounted for or are neglected completely. Consequently, the temperature field is uncoupled from the determination of displacements and pore pressures, although the latter are dependent upon temperature changes [2-4]. The benefits of semi-coupled thermoelastic analyses are simplicity in numerical implementation and relatively low computational costs. The major drawback of such analyses is their failure to account for the time-dependent, anisotropic, inelastic nature of soils, and only approximate the actual interaction between thermal and mechanical effects.

The next level of complexity involves fully coupled thermoelastic analyses. Although the soil is again idealized as a linear thermoelastic continuum, a complete coupling between mechanical and thermal processes is now considered [5]. Coupled thermoelastic analyses, while accounting for the interaction between thermal and mechanical effects, also fail to account for the time-dependent, anisotropic, inelastic nature of soils. As such, these analyses are only marginally better than semi-coupled thermoelastic ones.

In an effort to overcome the shortcomings associated with both semi- and fully-coupled thermoelastic analyses, several thermo-elastoplastic formulations have been proposed [6]. In such formulations the equations governing fluid flow through a porous medium are combined with constitutive equations that idealize the soil skeleton as a rate-independent, elastoplastic continuum. Varying degrees of coupling between thermal and mechanical effects are likewise assumed.

Although thermo-elastoplastic formulations adequately represent the response of normally consolidated and of lightly-overconsolidated cohesive soils under monotonic loading conditions, they have several shortcomings. First, soils do not exhibit the abrupt change between elastic and plastic response that is predicted by classical elastoplastic models. Secondly, most elastoplastic models, instead of being formulated in general three-dimensional stress space, are developed under the specific assumption of a two-invariant stress space (e.g., Mohr-Coulomb based models which neglect the intermediate principal stress). Finally, elastoplastic models do not account for the time-dependent nature of cohesive soils.

In light of the need to simulate the time and temperature-dependent behavior of cohesive soils, it is evident that a general description of material response for clays cannot realistically be obtained by means of rate-independent elastoplasticity alone, or by viscoplasticity alone. Instead, cohesive soils, regardless of the fabric they possess, must be modelled within the general framework of *combined* and *coupled* elastoplasticity-viscoplasticity.

Dafalias [7] first introduced such a combined approach in conjunction with a bounding surface formulation for soils. Kaliakin and Dafalias [8,9] subsequently refined, implemented and verified the formulation. Kaliakin [10] extended the formulation to a thermo-elastoplastic-viscoplastic one, suitable for isotropic cohesive soils. Kaliakin et al. [1] briefly described the extension of the latter formulation to include the effect of anisotropy.

The prominent features of a bounding surface formulation are a) the existence of inelastic deformations for stress states within an outer (“bounding”) surface, and b) the existence of a smoothly varying plastic modulus. These features represent definite advantages over classical rate-independent yield surface elastoplastic formulations, especially for “softer” materials such as cohesive soils.

Although all of the above models for cohesive soils were based on the concept of a bounding surface in stress space, they improved upon earlier versions of such models, enhanced the predictive capabilities of earlier models by expanding the model’s features, or accomplished both of these tasks. Missing from the earlier development of bounding surface models for cohesive soils was any attempt to *synthesize* the many previous forms of these models. Such a synthesis has now been realized through the Generalized Bounding Surface Model (GBSM) for cohesive soils [11], which also improves on many aspects of these forms.

In its most general form, the GBSM for cohesive soils is a fully three-dimensional, temperature and time-dependent (elastoplastic-viscoplastic) model that accounts for both inherent and stress induced anisotropy. In addition, to better simulate the behavior of cohesive soils exhibiting softening, the model employs a non-associative flow rule. To more accurately simulate the behavior of cohesive soils subjected to cyclic loading, the model uses a robust general methodology for locating the projection center at *any* point in stress invariant space. Finally the rotational hardening rule and the shape hardening function associated with the GBSM were chosen after a thorough review of past modeling practices; in both cases, the selected functional form simplified earlier versions of the bounding surface model without compromising the GBSM’s predictive capabilities.

If all of the aforementioned features of the GBSM are not deemed necessary for the simulation of a particular soil, then the model can be suitably simplified. For example, if the foundation soil of an off shore wind turbine is to be simulated, then the recently developed robust approach to simulating cyclic response of cohesive soils [12] is very important, while temperature effects are negligible and can thus be omitted.

## REFERENCES

- 1 Kaliakin V. N., Mashayekhi M. and Nieto-Leal A. “The Time- and Temperature-Related Behavior of Clays: Microscopic Considerations and Macroscopic Modeling,” Chapter 1 in *Clays and Clay Minerals*, L. R. Wesley, ed. Nova Publishers, New York, NY, 2014. pp. 1-44.
- 2 Booker J. R. and Savvidou C. “Consolidation Around a Point Heat Source”, *Int. J. Num. Anal. Meth. Geomech.* – 1985 – No. 9 - pp. 173-84.
- 3 Aboustit B. L., Advani S. H. and Lee J. K. (1985) “Variational Principles and Finite Element Simulations for Thermo-Elastic Consolidation,” *Int. J. Num. Anal. Meth. Geomech.* – 1985 – No. 9 – pp. 49-69.

4. Savvidou C. and Booker J. R. "Consolidation Around a Heat Source Buried Deep in a Porous Thermoelastic Medium with Anisotropic Flow Properties," *Int. J. Num. Anal. Meth. Geomech.* – 1989 – No. 13, ed. 1 – pp. 75-90.
5. Carter J. P. and Booker J. R. "Finite Element Analysis of Coupled Thermoelasticity," *Computers and Structures* - 1989 - No. 31, ed. 1 – pp. 73-80.
6. Hueckel T. and Borsetto M. "Thermoplasticity of Saturated Soils and Shales: Constitutive Equations," *J. Geotech. Eng. ASCE* – 1990 – No. 116, ed. 12 – pp. 1765-1777.
7. Dafalias Y. F. "Bounding Surface Elastoplasticity-Viscoplasticity for Particulate Cohesive Media", *Deformation and Failure of Granular Materials*, IUTAM Symp. on Deformation and Failure of Granular Materials – 1982 – P. A. Vermeer and H. J. Luger, eds., Delft, Balkema, Rotterdam – pp. 97-107.
8. Kaliakin V. N. and Dafalias Y. F. "Theoretical Aspects of the Elastoplastic-Viscoplastic Bounding Surface Model for Cohesive Soils," *Soils and Found.* – 1990 – No. 30 – ed. 3 – pp. 11-24.
9. Kaliakin V. N. and Dafalias Y. F. "Verification of the Elastoplastic-Viscoplastic Bounding Surface Model for Cohesive Soils," *Soils and Found.* – 1990 – No. 30 – ed. 3 – pp. 25-36.
10. Kaliakin V. N. "Numerical Implementation and Solution Strategies for a Thermo-Elastoplastic-Viscoplastic Model For Cohesive Soils," *Computing Systems in Engineering*, - 1994 – No. 5 – ed. 2 – pp. 203-214.
11. Kaliakin V. N. and Nieto-Leal A. "Towards a Generalized Bounding Surface Model for Cohesive Soils," *Proceedings of the 5<sup>th</sup> Biot Conference on Poromechanics*, C. Hellmich, B. Pichler, and D. Adam, eds., Vienna, Austria - 2013.
12. Nieto-Leal A. Generalized Bounding Surface Model for Cohesive Soils: A Novel Formulation for Monotonic and Cyclic Loading, Ph.D. Dissertation, University of Delaware – 2016 – 191 pp.

**J. S. MCCARTNEY**

*University of California San Diego, USA  
mccartney@ucsd.edu*

## **ADVANCES IN LINKING GEOTHERMAL ENERGY WITH GEOTECHNICAL ENGINEERING INFRASTRUCTURE**

*This paper presents an update on advances in applications of near-surface geothermal heat exchangers in geotechnical engineering infrastructure, including energy piles and municipal solid waste landfills. Further, this paper presents the use of geothermal heat exchangers in solar thermal heat storage systems and in soil improvement for embankments with poorly draining backfill. In addition to reducing the installation cost of geothermal heat exchangers by taking advantage of geotechnical infrastructure construction, the approaches described in this paper permit access to sustainable thermal energy resources and potentially improve the infrastructure functionality. At the same time, several geotechnical and thermal issues must be considered to ensure a cost-effective and structurally-sound system.*

**Keywords:** *Geothermal Heat Exchange, Thermal Energy, Landfills, Thermal Soil Improvement.*

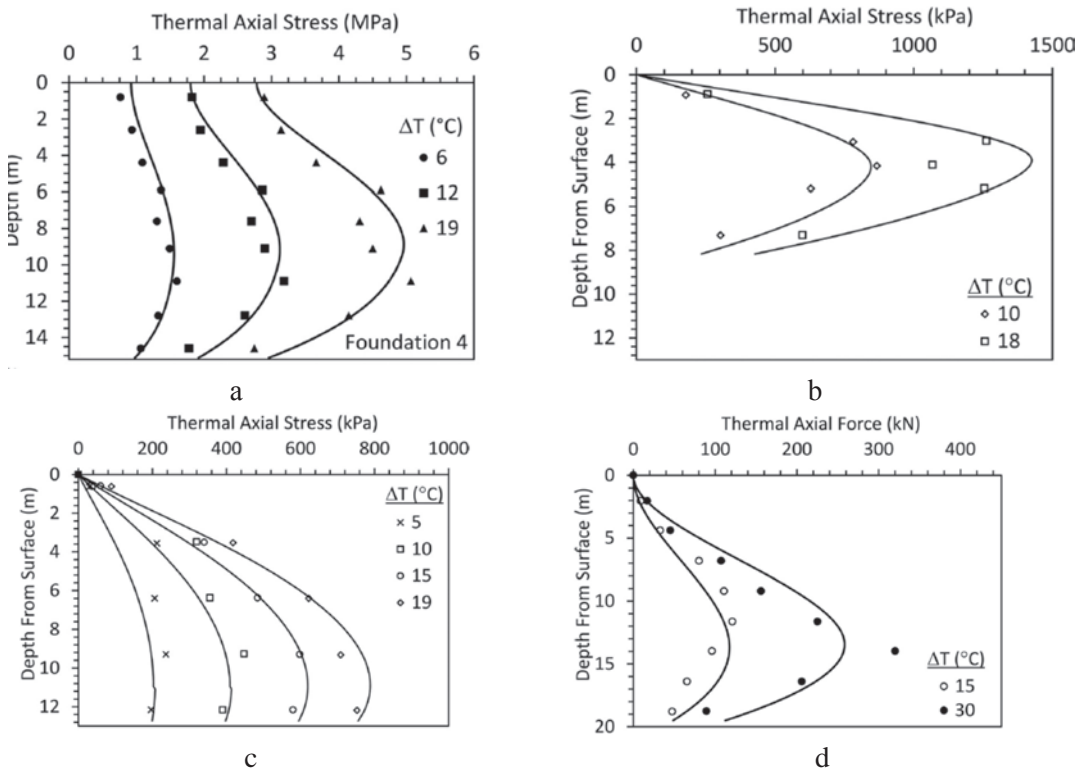
**Introduction.** The U.S. has focused in recent years on the development and characterization of new technologies to reduce building energy consumption, and advances in heating and cooling systems have led to a reduction in the amount of energy for this application from 58% to 48% from 1993 to 2011 (EIA 2013). This is in part due to improvements in traditional heating and cooling systems, but also due to the increase in the use of technologies such as geothermal heat exchange using ground source heat pumps (GSHPs). GSHPs are a commonly used technology to provide heating and cooling systems for buildings by using subsurface soil and rock as a heat source or sink, that involve circulation of a heat exchange fluid through closed-loop heat exchange tubing installed in vertical boreholes or horizontal trenches outside of the building footprint. GSHPs have a relatively high efficiency compared to other heating and cooling technologies due to the relatively steady temperature of the subsurface. Their efficiency has been verified through field studies, and a wide set of tools has been developed for their design (Kavanaugh et al. 2007). However, because of their high up-front installation cost, geothermal heat exchangers are being incorporated into geotechnical engineering infrastructure to take advantage of excavations made in the subsurface (Brandl 2006; Adam and Markiewicz 2009; McCartney 2011; McCartney and Stewart 2012; McCartney et al. 2013; Olgun and McCartney 2014). The heat exchange elements of a GSHP system represent only a small fraction of the overall material cost in most civil engineering infrastructure. Although GSHPs in geotechnical applications have seen successful applications in many cases, it is important to consider the implications of temperature changes on the performance of the geotechnical systems. In some cases, heating and cooling may lead to changes in the stresses in geotechnical systems, and in other cases, heating and cooling may lead to an improvement in the performance of the subsurface.

This paper will focus on discussing recent advances in the behavior of geothermal heat exchangers installed in energy piles to improve building heating and cooling (Murphy and McCartney 2015), extraction of thermal energy from municipal solid waste landfills (Coccia et al. 2013), storage of thermal energy in the subsurface (Baser et al. 2015) and thermal soil improvement (Abuel-Naga et al. 2006; McCartney 2012).

**Recent advances in energy piles.** Energy piles have now become a common strategy to use deep foundations for the dual purposes of building support and geothermal heat exchange for building heating and cooling. There have been successful applications of



converting drilled shafts (bored piles), augercast piles, driven piles, and micropiles into energy piles. The thermal response of energy piles is well established, making it an efficient alternative to borehole geothermal heat exchangers. However, an important side effect that must be considered is the effect of temperature on the stress distribution in the energy pile. Many design codes for drilled shafts require that the axial stress be lower than 0.3 times the compressive strength of the reinforced concrete (21 MPa). Simulating the thermo-mechanical axial soil-structure interaction is a topic that was first considered by Knellwolf et al. (2011), and has recently been revisited by Chen and McCartney (2016) to evaluate different full-scale and centrifuge-scale energy pile heating experiments. Examples of the simulation results and a comparison with measurements is shown in Figure 1, with a good match between the predicted and observed values of thermal axial stress. These simulations along with parametric evaluations performed by Chen and McCartney (2016) provide guidance on how to consider the end-restraint boundary conditions at the head and toe of the energy pile as well as the shape of the mobilized side shear resistance curve. Areas of thermo-mechanical soil-structure interaction analysis that are still being explored experimentally for energy piles in different types of soils (unsaturated soil and soft clay) include the impact of thermally induced soil volume change on the side shear resistance, end-restraint boundary condition (foundation toe and head) effects, and the impact of temperature on the stress-strain curves for end bearing and side shear resistance.



**Figure 1** – Comparison of soil-structure interaction analyses results from the model of Chen and McCartney (2016) with measurements from the literature: (a) Murphy et al. (2015); (b) Goode and McCartney (2015); (c) Stewart et al. (2013); (d) Ng et al. (2015)

Regarding the last topic, the changes in temperature of the energy pile may lead to thermal dragdown of the soil over time, a phenomenon that needs to be carefully considered for the long-term application of energy piles. The results from a monitoring study of McCartney and Murphy (2017) are shown in Figure 2. The monitoring results indicate that a compressive dragdown strain is imposed atop the thermal axial strains, leading to a temporal effect. Although the drilled shaft under investigation in this study was not originally intended to be an energy pile, the combined effects of thermal, dragdown, and building load (mechanical) stress in the energy pile are relatively high, which may have been minimized by using a larger diameter pile.

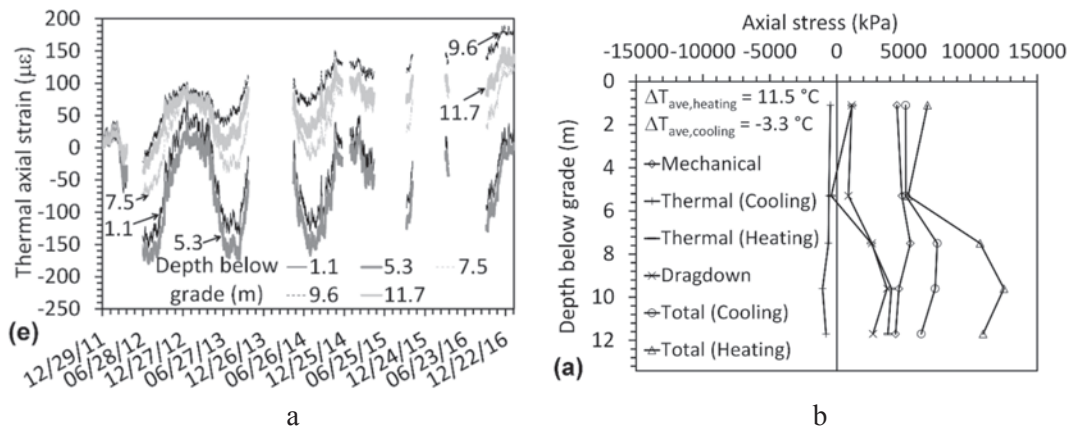
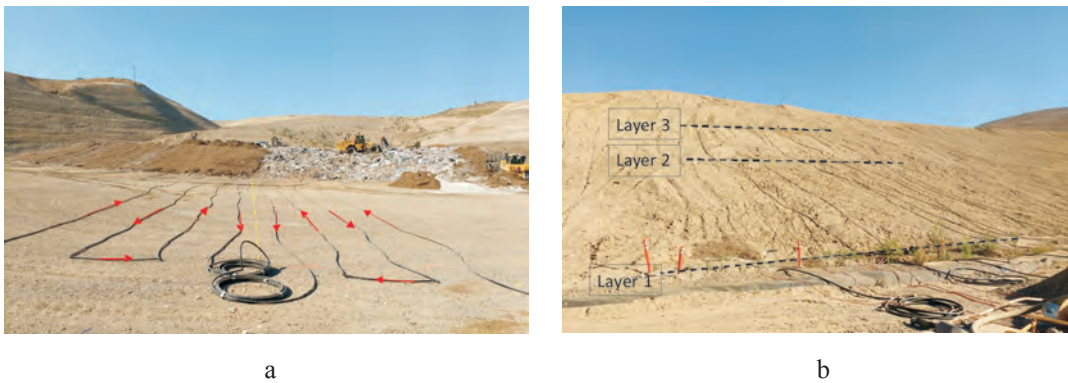


Figure 2 – Long-term monitoring data from an energy pile evaluated by McCartney and Murphy (2017): (a) Thermal axial strains; (b) Axial stresses

**Geothermal energy in landfills.** The waste mass contained in municipal solid waste (MSW) landfills can reach temperatures that are up to 35 °C higher than that of the surrounding subsurface due to the exothermic decomposition of organic materials (Yoshida and Rowe 2003; Yesiller et al. 2005; Hanson et al. 2005). These temperatures may be sustained for 20 or more years after waste placement. One opportunity is to harvest the thermal energy stored in the MSW landfill using geothermal heat exchangers (Grillo et al. 2012; Coccia et al. 2013). Modern landfills already incorporate complex plumbing systems to collect leachate, detect leaks, vent landfill gas, or recirculate leachate to accelerate methane production in bioreactor landfills, so the inclusion of additional plumbing for heat exchange would not lead to a significant increase in cost or complexity. However, there are other opportunities to use these geothermal heat exchangers to modify the behavior of the landfill to reach different goals. For example, the temperature may be controlled to optimize the gas generation rate in bioreactor landfills, as optimal biological activity has a narrow range of temperatures. The heat exchangers may also be used to minimize the thermal gradients across the landfill liner, which may cause desiccation of the liner materials (Southen and Rowe 2005). A study is currently underway in San Diego in collaboration with Geosyntec consultants to evaluate the heat transfer process in a MSW landfill, with pictures of the heat exchangers at different layers of waste placement in a landfill cell are shown in Figure 3.



**Figure 3** – Heat exchange system in a landfill: (a) Heat exchanger tubing at layer 1 with waste placement in the background; (b) Heat exchangers in between 6 m waste layers

**Thermal energy storage in soils.** Solar thermal energy is an abundant resource throughout the world, but is generated only during certain periods of time in the day and with variable magnitudes throughout the year. Accordingly, a means of storing this thermal energy would permit it to be used at different times when it is needed. Borehole thermal energy storage (BTES) systems are used for storing thermal energy in the subsurface so that it can be used later for space or water heating (McCartney et al. 2013). BTES systems function in a similar way to geothermal heat exchangers, where a carrier fluid is circulated through a closed-loop pipe network installed in vertical boreholes. However, the boreholes are spaced relatively close together (1-2 m) to concentrate heat. BTES systems are a convenient alternative to other energy storage systems as they are relatively inexpensive and are space efficient as they are underground (Başer and McCartney 2015). There have been recent advances in the site selection for these systems, as it has been identified that the unsaturated soil layer near the ground surface has lower thermal conductivity and will thus lead to lower heat losses from the BTES system (Smits et al. 2013). However, it is critical to consider all modes of heat transfer in unsaturated soils including conduction, convection of liquid and vapor forms of pore water, and latent energy due to phase change. These phenomena are currently being considered in models to improve the simulation of BTES systems (Moradi et al. 2015, 2016; Catolico et al. 2016). Further, different full-scale studies of BTES systems have been developed to validate the complex coupled heat transfer mechanisms used in these models (Baser et al. 2016; McCartney et al. 2017). The layout of a BTES system at UCSD is shown in Figure 3, while typical results from an initial trial experiment are shown in Figure 4.

**Thermal soil improvement.** When geothermal systems are incorporated into geotechnical engineering infrastructure, there are several opportunities for soil improvement. This is the case for thermally active MSE wall systems (McCartney and Stewart 2012; McCartney et al. 2013) and embankments (Coccia and McCartney 2013). Because the performance of near-surface geotechnical systems is closely related to water flow arising from environmental interactions, most geotechnical design guides for fill-type systems attempt to minimize the impact of water by using free-draining backfill soils. However, this can lead to high construction costs, especially in areas where such backfills are not available. In addition

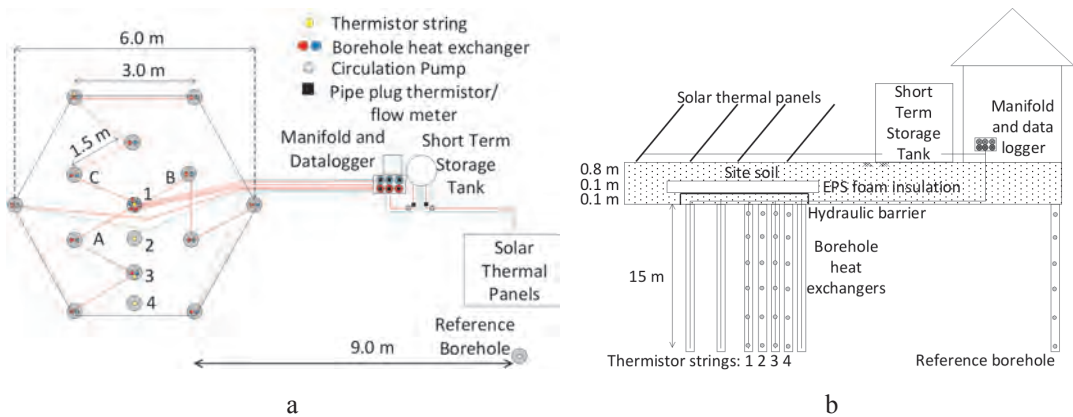


Figure 4 – BTES system at UCSD (McCartney et al. 2017): (a) Plan view; (b) Elevation view

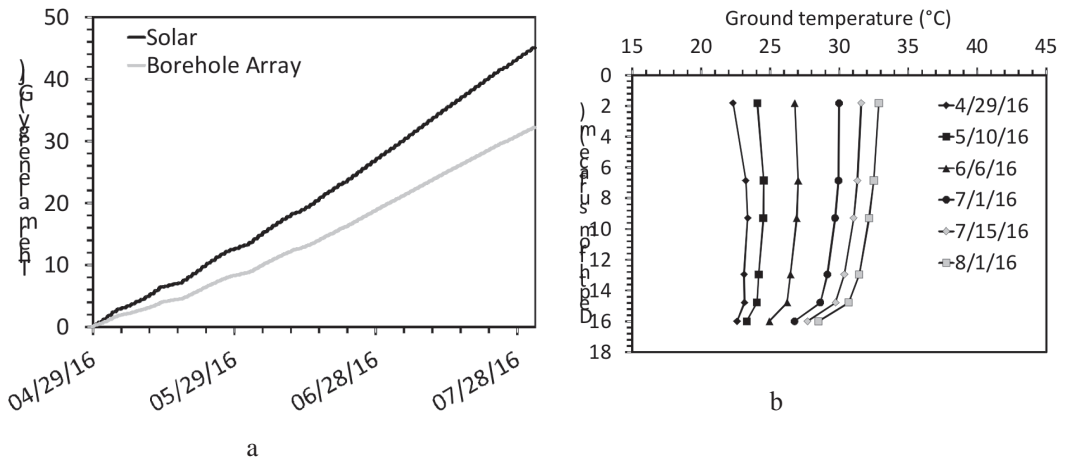


Figure 5 – BTES system data (McCartney et al. 2017): (a) Thermal energy collected from the solar array and injected into the borehole array; (b) Soil temperature with depth over 4 months

to poor drainage, compacted backfills with high clay content are avoided in geotechnical systems because their strength and stiffness tend to decrease with increasing water content (or decreasing suction) during environmental interactions (Zornberg et al. 1994; Mitchell and Zornberg 1995). Silts are avoided for similar reasons and because of their susceptibility to frost heave. However, if these soils remain in unsaturated conditions, these detrimental impacts on the performance of fill-type geotechnical systems with poorly draining backfills may be minimized. It is well known in unsaturated soil mechanics that suction plays an important role in the effective stress state. An increase in effective stress in unsaturated soils can lead to significant improvements in their engineering properties including shear strength and stiffness (Alsherif and McCartney 2012, 2015, 2016). A novel way of maintaining unsaturated conditions in poorly draining backfills is to engineer the mechanically stabilized earth (MSE) wall so that thermally induced water flow away from embedded heat exchangers causes drying of the backfill. The increase in effective stress associated with drying leads to a substantial increase in shear strength (Alsherif and McCartney 2015),

but it is critical to evaluate changes in volume during heating and drying, as well as the impact of temperature on the geosynthetic (Stewart and McCartney 2012). There have been recent advances in measuring the volume change of soils in unsaturated conditions that have considered the roles of thermal creep (Coccia and McCartney 2016a, 2016b) and stress-induced anisotropy (Shanina and McCartney 2017). Soil improvement can also be performed in saturated soils by employing the concept of thermal consolidation. Abuel-Naga et al. (2006) was a pioneering study that involved the incorporation of geothermal heat exchangers into prefabricated vertical drains to induce consolidation. There are still several fundamental questions that need to be addressed, including the mechanism governing thermal volume change of soils (Coccia and McCartney 2016b), as well as the temperature range that should be selected to induce thermal volume change without causing thermal failure where the pore water pressure reaches the total stress (Ghaaowd et al. 2015).

**Conclusions.** The incorporation of heat exchangers into geotechnical engineering infrastructure has the positive aspects of decreasing the installation cost of geothermal heat exchangers, permitting access to novel heat sources, and potentially improving the performance of geotechnical infrastructure systems. Recent advances in this area are presented and discussed in the paper. A general conclusion is that combining heat exchange with geotechnical infrastructure helps address implementation issues associated with near surface geothermal systems and potentially improve the primary functions of the geotechnical system.

**Acknowledgements.** Financial support from National Science Foundation grants CMMI 0928159, CMMI 1230237 and CMMI 1054190 is appreciated.

## REFERENCES

- 1 Abuel-Naga, H.M., Bergado, D.T., Suttisak, S. (2006). "Innovative thermal technique for enhancing the performance of prefabricated vertical drain system." *Geotextiles and Geomembranes* 24, 359–370.
- 2 Adam, D. and Markiewicz, R. (2009). "Energy from earth-coupled structures, foundations, tunnels and sewers." *Géotechnique*. 59(3), 229–236.
- 3 Alsharif, N. and McCartney, J.S. (2016). «Yielding of silt at high temperature and suction magnitudes.» *Geotechnical and Geological Engineering*. 34(2), 501-514.
- 4 Alsharif, N.A. and McCartney, J.S. (2015). «Nonisothermal behavior of compacted silt at low degrees of saturation.» *Géotechnique*. 65(9), 703-716. DOI: 10.1680/geot./14-P-049.
- 5 Alsharif, N. and McCartney, J.S. (2012). "Nonisothermal shear strength of soils under high suctions." 2nd European Unsaturated Soils Conf. Napoli. June 21-22, 2012. 8 pg.
- 6 Başer, T., Lu, N., and McCartney, J.S. (2016). «Operational response of a soil-borehole thermal energy storage system.» *ASCE Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*. 04015097-1-12. 10.1061/(ASCE)GT.1943-5606.0001432.
- 7 Brandl, H. (2006). "Energy Foundations and other Energy Ground Structures." *Géotechnique*. 56(2), 81-122.
- 8 Catolico, N., Ge, S., and McCartney, J.S. (2016). «Numerical modeling of a soil-borehole thermal energy storage system.» *Vadose Zone Journal*. 15(1), 1-17.
- 9 Chen, D. and McCartney, J.S. (2016). «Calibration parameters for load transfer analysis of energy piles in uniform soils.» *ASCE Int. Journal of Geomechanics*. 04016159-1-17.



10 Chiasson, A. and Spitler, J.D. (2001). "A modeling approach to design of a ground-source heat pump bridge deck." *Transportation Research Record*. 1741. 207-215.

11 Coccia, C.J., Gupta, R., Morris, J., and McCartney, J.S. (2013). "Municipal solid waste landfills as geothermal heat resources." *Renewable and Sust. Energy Rev.* 19, 463-474.

12 Coccia, C.J.R. and McCartney, J.S. (2013). "Impact of heat exchange on the thermo-hydro-mechanical response of reinforced embankments." *Geo-Congress 2013, Stability and Performance of Slopes and Embankments III*. ASCE. San Diego. March 3-5, 2013.

13 Coccia, C.J.R. and McCartney, J.S. (2016a). «Thermal volume change of poorly draining soils I: Critical assessment of volume change mechanisms.» *Computers and Geotechnics*. 80(December), 26-40.

14 Coccia, C.J.R. and McCartney, J.S. (2016b). «Thermal volume change of poorly draining soils II: Constitutive modelling.» *Computers and Geotechnics*. 80(December), 16-25.

15 Ghaawd, I., Takai, A., Katsumi, T., and McCartney, J.S. (2016). «Pore water pressure prediction for undrained heating of soils.» *Environmental Geotechnics*. 1-9. 10.1680/jenge.15.00041.

16 Goode, J.C., III and McCartney, J.S. (2015). «Centrifuge modeling of boundary restraint effects in energy foundations.» *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*. 141(8), 04015034-1-04015034-13.

17 Energy Information Agency (EIA). (2013). "Heating and cooling no longer majority of U.S. home energy use." <https://www.eia.gov/todayinenergy/>. Accessed on 3/10/2017.

18 Grillo, R.J., Murray, J.S., Peterson, J., and Roy, K. (2012). "Landfill based geothermal heating system." *Global Waste Management Symposium 2012*, 4 pg.

19 Hanson, J.L., Yesiller, N., and Kendall, L.A. (2005). "Integrated temperature and gas analysis at a municipal solid waste landfill." *Proc. 16th Int. Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering*. September 12-16. Osaka, Japan. 4: 2265-2268.

20 Kavanaugh, S., Rafferty, K., and Geshwiler, M. (1997). *Ground-Source Heat Pumps – Design of Geothermal Systems for Commercial and Industrial Buildings*. ASHRAE.

21 Knellwolf, C., Peron, H., and Laloui, L. (2011). "Geotechnical analysis of heat exchanger piles." *J. Geotech. Geoenviron. Eng.*, 10.1061/(ASCE)GT.1943-5606.0000513, 890–902.

22 McCartney, J.S., Başer, T., Zhan, N., Lu, N., Ge, S., and Smits, K. (2017). "Storage of solar thermal energy in borehole thermal energy storage systems." *IGSHPA Technical Conference and Expo*. Mar. 14-17. 1-8.

23 McCartney, J.S. (2011). "Engineering performance of energy foundations." *Invited Theme Paper. 2011 PanAm CGS Geotechnical Conference*. Canadian Geotechnical Society. Toronto, Canada. October 2-6, 2011. 14 pg.

24 McCartney, J.S. (2012). "Issues involved in using temperature to improve the mechanical behavior of unsaturated soils." *5th Asia-Pacific Unsaturated Soils Conference*. February 29-March 2, 2012. Pattaya, Thailand. 6 pg.

25 McCartney, J.S., Coccia, C.J.R., Alsharif, N., and Stewart, M.A. (2013). "Energy geostructures in unsaturated soils." *Energy Geostructures: Innovation in Underground Engineering*. Wiley-ISTE. 16 pg.

26 McCartney, J.S. (2013). "Centrifuge modeling of energy foundations." *Energy Geostructures: Innovation in Underground Engineering*. Wiley-ISTE. 16 pg.

27 McCartney, J.S. and Stewart, M.A. (2012). "Thermally active geosynthetic-reinforced systems." *5th European Conference on Geosynthetics (EuroGeo5)*. September 16-19, 2012. Valencia, Spain. 5 pg.

28 McCartney, J.S., and Rosenberg, J.E. (2011). "Impact of heat exchange on side shear in thermo-active foundations." *GeoFrontiers 2011*. Dallas, TX. March 13-16th, 10 pg.



29 Moradi, A., Smits, K., Massey, J., Cihan, A., and McCartney, J.S. (2015). «Impact of coupled heat transfer and water flow on soil borehole thermal energy storage (SBTES) systems: Experimental and modeling investigation.» *Geothermics*. 57(September). 56-72.

30 Moradi, A., Smits, K., Lu, N., and McCartney, J.S. (2016). «3-D experimental and numerical investigation of heat transfer in unsaturated soil with an application to soil borehole thermal energy storage (SBTES) systems.» *Vadose Zone Journal*. 1-17. doi:10.2136/vzj2016.03.0027.

31 Murphy, K.D. and McCartney, J.S. (2015). “Seasonal response of energy foundations during building operation.” *Geotechnical and Geological Engineering*. 33(2), 343-356.

32 Murphy, K.D., McCartney, J.S., and Henry, K.S. (2015). «Evaluation of thermo-mechanical and thermal behavior of full-scale energy foundations.» *Acta Geotechnica*. 10(2), 179-195.

33 Ng, C., Shi, C., Gunawan, A., and Laloui, L. (2015). “Centrifuge modelling of heating effects on energy pile performance in saturated sand.” *Can. Geotech. J.* 52(8), 1045-1057.

34 Olgun, C.G. and McCartney, J.S. (2014). “Outcomes from the International Workshop on Thermoactive Geotechnical Systems for Near-Surface Geothermal Energy: From Research to Practice.” *The Journal of the Deep Foundations Institute*. 8(2), 58-72.

35 Smits, K., Sakaki, T., Howington, S., Peters, J., and Illangasekare, T. (2012). “Temperature dependence of thermal properties of sands across a wide range of temperatures (30–70°C).” *Vadose Zone Journal*. 12(1), 8 pg.

36 Southen, J. and Rowe, R.K. (2005). “Laboratory investigation of geosynthetic clay liner desiccation in a composite liner subjected to thermal gradients.” *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*. 131(7): 925-935.

37 Shanina, M. and McCartney, J.S. (2017). «Influence of stress-induced anisotropy on the thermal volume change of unsaturated silt.» *Soils and Foundations*. 57(2), in press.

38 Stewart, M.A. and McCartney, J.S. (2013). “Centrifuge modeling of soil-structure interaction in energy foundations.” *ASCE Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*. 140(4), 04013044-1-04013044-11.

39 Yesiller, N., Hanson, J.L., and Liu, W.L. (2005). “Heat generation in municipal solid waste landfills.” *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*. 131(11): 1330-1344.

40 Yoshida, H. and Rowe, R.K. (2003). “Consideration of landfill liner temperature.” *Proc. 9th Int. Waste Management and Landfill Symposium*. Oct. 6-10, 2003. Cagliari. 1-10.

41 Zornberg, J.G., Mitchell, J.K. (1994). “Reinforced soil structures with poorly draining backfills. Part I: Reinforcement interactions and functions.” *Geosynthetics International*. 1(2), 103-148.

---

---

## ЮБИЛЕЙНЫЕ ДАТЫ

### ОСПАНОВ БАКЫТ САГЫНДЫКОВИЧ

(К 70-летию со дня рождения)



1 сентября 2017 г. исполнилось 70 лет со дня рождения **Оспанова Бақыта Сағындықовича** – доктора экономических наук, профессора, академика Национальной инженерной академии Республики Казахстан, Почетного землеустроителя РК.

После окончания Казахского сельскохозяйственного института в 1975 г. работал помощником бригадира Каскеленского опытного хозяйства при НИИ земледелия, старшим агрономом, председателем рабочего комитета КОПХ Казахского института земледелия. В 1975–1976 гг. – секретарь парткома КазНИИ картофельного и овощного хозяйства и Первомайского опытного хозяйства. В 1976–1981 гг. – директор Первомайского опытного хозяйства, в 1981–1984 гг. – директор совхоза «Жетысу». В 1984–1986 гг. – председатель Талгарского райисполкома. В 1986–1990 гг. – первый секретарь Нарынкольского райкома, в 1990–1992 гг. – секретарь Алматинского обкома Компартии КазССР. В 1993–1999 гг. – председатель Государственного комитета РК по земельным отношениям и землеустройству, в 1997–2007 гг. – Агентства РК по управлению земельными ресурсами. В 2007–2008 гг. – генеральный директор НПЦ по земельным ресурсам РК. В 2008–2010 гг. – Чрезвычайный и Полномочный Посол РК в Кыргызской Республике. В 2010–2011 гг. – руководитель представительства МИД РК, посол по особым поручениям. С 2011 г. – советник АО «Управление по обслуживанию дипломатического корпуса» в г. Алматы.

Исторический процесс становления и развития землеустроительной службы в Республике Казахстан был длительным и сложным. Особенно большие перемены произошли под руководством Оспанова Бақыта Сағындықовича.

Под его руководством Госкомзем в тесном взаимодействии с органами власти и управлениями всех уровней обеспечивал и координировал проведение земельной реформы в Республике Казахстан. Ее результатом стало создание основ нового земельного строя в стране.

Научная деятельность Б. С. Оспанова связана с научно-методическим обеспечением рационального использования и охраны потенциала земельных ресурсов Казахстана. Под его непосредственным руководством были разработаны Законы РК «О земле», «О земельной реформе», «О крестьянском хозяйстве», «О земельном налоге», «Земельный кодекс», теоретические и методические основы эффективной информационной системы государственного земельного кадастра и мониторинга земель как инструмента государственного управления земельными ресурсами. Под руководством Б. С. Оспанова разработаны и действуют около 80 различных документов по всем видам землеустроительных и проектно-изыскательских работ, он автор 105 научных работ. По его инициативе был создан Межгосударственный научно-проблемный совет по земельным отношениям и землеустройству стран-участниц СНГ.

Б. С. Оспанов в качестве главы МИДа РК ознакомил иностранных дипломатов 26 стран ближнего и дальнего зарубежья, аккредитованных в южной столице, с инвестиционными возможностями Алматы и Алматинской области.

За заслуги перед Родиной Б. С. Оспанов награжден орденом «Кұрмет», 12-ю медалями, имеет три благодарственных письма Президента РК.

Президиум Национальной инженерной академии Республики Казахстан сердечно поздравляет **Оспанова Бақыта Сағындықовича** с юбилеем, желает ему крепкого здоровья, счастья, благополучия, неиссякаемой энергии, творческого долголетия.

**АЛИМБЕТОВ УСЕН СУЛЕЙМЕНОВИЧ**

(К 70-летию со дня рождения)

1 ноября 2017 года исполнилось 70 лет со дня рождения **Алимбетова Усена Сулейменовича** – доктора экономических наук, профессора, члена-корреспондента Национальной инженерной Академии Республики Казахстан, действительного члена Национальной академии наук Казахстана.

После окончания Казахского политехнического института им. В. И. Ленина с 1971 по 1975 г. работал машинистом котельного цеха на Усть-Каменогорской ТЭЦ, старшим машинистом, начальником смены котельного цеха, начальником котельного цеха. С 1975 по 1978 г. – он старший научный сотрудник отдела экономики ВНИИЦветмета. С 1978 по 1981 г. – аспирант очного обучения Института народного хозяйства. С 1981 по 1984 г. – доцент кафедры экономики и организации строительства Строительно-дорожного института (г. Усть-Каменогорск). С 1984 по 1999 г. – проректор по заочному и вечернему обучению, проректор по учебной работе, проректор по социально-экономическим вопросам, проректор по общим вопросам, директор центра трудоустройства выпускников Восточно-Казахстанского государственного университета. С 1999 по 2001 г. – директор филиала КазНТУ им. К. Сатпаева. С 2001 по 2002 г. – директор по связям с промышленными предприятиями Казгипроцветмета (г. Усть-Каменогорск). С 2002 по 2009 г. У. С. Алимбетов работал зав. кафедрой экономической теории. С 2009 по 2010 г. – директор Усть-Каменогорского филиала МЭСИ, с 2010 г. по настоящее время трудится в ВКГУ профессором кафедры «финансы и учет».



Область главных научных интересов – исследование возможности распределения затрат комплексного производства на основе трудовой теории стоимости, методы распределения затрат в комплексных производствах и целесообразные границы их использования.

По инициативе У. С. Алимбетова созданы филиалы кафедры «экономическая теория» при Восточно-Казахстанском областном и Усть-Каменогорском городском акиматах, а также при управлении статистики Восточно-Казахстанской области, на свинцовом и цинковом заводах ТО «КазЦинк».

У. С. Алимбетов как видный ученый внес большой вклад в социально-экономическое развитие страны в период становления суверенного Казахстана. Он автор более 100 научных публикаций, из них 7 монографий и 2 учебных пособия.

У. С. Алимбетов отмечен благодарственным письмом Президента Республики Казахстан Н. А. Назарбаева (2000 г.). В частности, в письме сказано: «Ваша поддержка мне особенно дорога...». Министром образования Ж. Туймебаевым он награжден нагрудным знаком «За заслуги в развитии науки Республики Казахстан» (2015 г.).

Президиум Национальной инженерной академии Республики Казахстан сердечно поздравляет **Усена Сулейменовича** с юбилеем, желает крепкого здоровья, счастья, благополучия, неиссякаемой энергии, творческого долголетия!

## НАЦИОНАЛЬНАЯ ИНЖЕНЕРНАЯ АКАДЕМИЯ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

### ХРОНИКА, СОБЫТИЯ, ФАКТЫ

Сентябрь – декабрь 2017 г.

**2–5 октября 2017 года** в столице Казахстана Астане состоялся VI Конгресс математического общества тюркского мира.

В работе конгресса приняли участие более 500 математиков, включая свыше 100 видных зарубежных ученых из 20 стран мира.

Конгресс проходил под председательством президента математического общества Казахстана, президента Национальной инженерной академии РК, депутата Сената Парламента РК Бакытжана Жумагулова.

Такие конгрессы проходят 1 раз в 3 года, первый из них был проведен в 1999 году в Турции. Из состоявшихся шести конгрессов два прошли в Казахстане.

На нынешний конгресс поступило 507 научных и стендовых докладов. Заслушано 320 докладов, из них более 90 докладов ученых из Кыргызстана, Турции, России, Азербайджана, Узбекистана, Таджикистана, Туркменистана, Польши, Германии, Арабских Эмиратов и др.

Научными секциями конгресса были охвачены все основные направления математической науки. Рассмотрены актуальные проблемы по следующим направлениям: алгебра и математическая логика, геометрия и топология, теория функции, дифференциальные уравнения и математическая физика, теория вероятностей и математическая статистика, вычислительная математика, теория управления и методы оптимизации, математическое моделирование, теоретические основы информационных технологий, история и методика преподавания математики у тюркских народов.

Особенностью конгресса стало проведение в его рамках международной конференции «Functional analysis in interdisciplinary applications», мини-симпозиума «Inverse and Ill-posed Problems and its applications» и семинаров «Non-associative algebras and combinatorics» и «Mathematical Modelling».

На заключительном заседании председательствующий Бакытжан Жумагулов подчеркнул, что красной нитью конгресса стало рассмотрение актуальных вопросов эффективного использования результатов математической науки во всех сферах экономики и жизни общества. В сегодняшнем мире это актуально как никогда, мир все активнее использует математические модели, информационные технологии, компьютерные и цифровые системы практически во всех сферах – от поиска и добычи сырья до производства конечной продукции и сферы услуг. И во многом эта активная

цифровизация жизни основывается на достижениях математики, развитию которой особое внимание уделяет Президент Республики Казахстан Н. Назарбаев.

VI Конгресс математического общества тюркского мира достиг своей цели, состоялся плодотворный обмен мнениями и опытом. Это послужит дальнейшему расширению научных связей между учеными разных стран, повысит эффективность решения актуальных проблем современной математики.

В рамках конгресса состоялось заседание Правления математического общества тюркоязычных стран, был избран его новый состав и определено место проведения следующего конгресса.

Президентом Математического общества тюркоязычных стран на следующий срок единогласно избран известный ученый-математик, академик Бакытжан Жумагулов, вице-президентами – Алиев Фикрет (Азербайджан), Азамов Абдулла (Узбекистан), Бокаев Нуржан (Казахстан), Чекеев Асылбек (Кыргызстан), Панахов Етибар (Турция), Мередова Марал (Туркменистан). Членами правления избраны Кальменов Тынысбек (Казахстан), Тагизаде Азад (Азербайджан), Гулиев Вагиф (Азербайджан), Мурат Тосун (Турция), Махмут Эргут (Турция), Жайнаков Аманбек (Кыргызстан), Керимбеков Акылбек (Узбекистан), Арипов Мирсаид (Узбекистан), Аширалиев Аллаберен (Туркменистан).

Местом проведения следующего конгресса определен Узбекистан.

\* \* \*

**26 октября 2017 года** состоялось заседание Научно-технического совета Национальной инженерной академии Республики Казахстан (НТС НИА РК), на котором были заслушаны заключительные отчеты за 2015 – 2017 годы о выполнении научно-исследовательских проектов и программ НИА РК.

В состав НТС НИА РК входят **Надиров Надир Каримович** – председатель НТС, первый вице-президент НИА РК, председатель Отделения нефти и химических технологий, д.х.н., профессор, академик; **Багашарова Женис Телмановна** – зам. председателя, секретарь НТС, директор Департамента научно-технических программ и международных связей НИА РК, к.т.н.; **Ахмедов Даулет Шафигулович** – директор Института космической техники и технологий НЦ КИТ НКА РК, член-корреспондент НИА РК; **Бекмагамбетов Мурат Махметович** – президент ТОО «НИИ ТК», д.т.н., академик МИА и НИА РК; **Битимбаев Марат Жакупович** – заместитель председателя правления ТОО «ДАТА ИНВЕСТ», председатель Горно-металлургического отделения, д.т.н., профессор, академик МИА, НИА РК; **Болотов Альберт Васильевич** – зав. кафедрой АУЭС, член Высшего совета при президенте НИА РК, д.т.н., профессор, академик МИА и НИА РК; **Козин Александр Иванович** – директор Департамента производственных программ НИА РК, к.ф.-м.н., член-корреспондент НИА РК; **Жунусов Талгат Турлыбекович** – д.т.н., профессор, академик НИА РК; **Мун Григорий Алексеевич** – заведующий кафедрой коллоидной химии и химии ВМС КазНУ им. аль-Фараби, д.х.н., профессор, член-корреспондент НИА РК; **Нурбатыров Канапия Акпанович** – председатель ассоциации «Индустриальные строительные технологии РК», д.т.н., профессор, академик НИА РК.

В 2015 – 2017 годы Национальная инженерная академия РК выполнила целевую программу «Создание новых гидрофильных полимерных материалов и реализация их



практического использования на основе методов молекулярного программирования в медицине, косметологии, сельском хозяйстве» и проекты по грантовому финансированию научных исследований на 2015 – 2017 гг. по приоритетам: информационные и телекоммуникационные технологии, рациональное использование природных ресурсов, переработка сырья и продукции, энергетика.

Заслушаны 4 научно-технических отчета. Все отчеты зарегистрированы в Национальном центре Государственной научно-технической экспертизы, имеют рецензии и оформлены в соответствии с ГОСТами. После обсуждения и обмена мнениями все отчеты были утверждены.

\* \* \*

**10 ноября 2017 года** научно-инженерная общественность страны на сессии Общего собрания Национальной инженерной академии Республики Казахстан – флагмана инженерного корпуса страны подвела **итоги работы в 2016–2017 годах** и рассмотрела перспективы развития на предстоящий год. С докладом выступил президент академии Жумагулов Бакытжан Турсынович.

В собрании принимали участие видные инженеры и ученые, специалисты производства, депутаты Парламента РК, руководители и представители органов государственного управления, крупных национальных компаний и организаций.

Были подведены итоги проведенного в рамках ЭКСПО-2017 Всемирного конгресса инженеров и ученых на тему «Энергия будущего: инновационные сценарии и методы их реализации», который стал первым форумом такого уровня не только в Казахстане, но и в Центральной Азии.

Конгресс проанализировал и наметил перспективные пути в науке, инновациях и технологиях для научно-инженерного сообщества на ближайшие 5 лет. Были подписаны более 10 меморандумов и за два дня работы проведено более 30 деловых и научных переговоров. Поступление новых предложений и ведение переговоров о развитии международного научно-технического сотрудничества в академии продолжают.





Всего же за 27 лет деятельности академия выполнила более 1740 проектов по инженерным отраслям, фундаментальным и прикладным исследованиям. Но пока еще слабым звеном остаются вопросы внедрения результатов исследований и разработок в производство и экономику.

Ключевые задачи выдвинутой Президентом страны Н. Назарбаевым Стратегии «Казахстан-2050» и других важнейших документов развития страны требуют массированного освоения экономикой достижений науки – как мировой, так и отечественной.

«Считаю, что пришло время кардинально изменить подходы к развитию отечественной науки. Мы приняли специальный закон о коммерциализации научно-технических исследований... Теперь надо, чтобы этот закон заработал в полной мере, это зависит от нас с вами», – сказал Глава государства, выступая в начале нынешнего года перед учеными Казахстана.

Такая работа в стране начата, предстоит еще многое отладить в этой сложной и новой для нас сфере деятельности. В первую очередь, это касается создания координационных центров для коммерциализации технологий, выступающих своеобразным мостом между наукой и производством. Эффективная работа офисов коммерциализации технологий может стать одним из ведущих механизмов передачи новых разработок и технологий на предприятия реального сектора экономики. Национальная инженерная академия РК должна принять в этой работе самое действенное участие.

В прениях выступили академики А. Болотов, А. Кулибаев, Н. Надиров, Р. Алшанов, Б. Ужкенов, А. Тулешов, Т. Есполов и другие. Выступающие поддержали предложения учёных о создании Сертификационного центра квалификаций специалистов по отдельным инженерным специальностям.

Состоялось выборы руководства академии, действительных членов и членов-корреспондентов, кооптирование членов Международной инженерной академии и членов Президиума.

Единогласно президентом НИА РК избран Жумагулов Бакытжан Турсынович, первым вице-президентом НИА РК – Надиров Надир Каримович, вице-президентом НИА РК – Алшанов Рахман Алшанович, вице-президентом НИА РК по инновационному развитию – Досмухамбетов Темирхан Мынайдарович, вице-президентом НИА РК – Тулешов Аамандык Куатович, главным ученым секретарем Президиума НИА РК стала Медиева Гульбазар Акылловна.

Были избраны члены Президиума НИА РК:

1. Жумагулов Бакытжан Турсынович
2. Абдибеков Уалихан Сейдилдаевич
3. Абдуллаев Калык Абдуллаевич
4. Алшанов Рахман Алшанович
5. Асанова Сабыркуль Жайлаубековна
6. Битимбаев Марат Жакупович
7. Бишимбаев Валихан Козыкеевич
8. Досмухамбетов Темирхан Мынайдарович
9. Избасаров Дуйсебай Сайлаубаевич
10. Кулибаев Аскар Алтынбекович

11. Медиева Гульбазар Акыловна
12. Молдабеков Мейрбек Молдабекович
13. Мун Григорий Алексеевич
14. Мырзахметов Менлибай Мырзахметович
15. Надиров Надир Каримович
16. Тулебаев Копсекбай Раткулович
17. Тулешов Амандык Куатович

Были избраны председатели отделений НИА РК:

Архитектуры, строительства

и строительных материалов – Тулебаев Копсекбай Раткулович.

Вычислительные

и информационные технологии – Абдибеков Уалихан Сейдилдаевич.

Горно-геологическое

Инженерии агропромышленного

комплекса и товаров народного

потребления

– Избасаров Дуйсебай Сайлаубаевич.

Машиностроения

– Молдабеков Мейрбек Молдабекович.

Нефти и химических технологий

– Мун Григорий Алексеевич.

Транспорта и коммуникации

– Бекмагамбетов Мурат Махметович.

Экологии

– Мырзахметов Менлибай Мырзахметович.

Экономики

– Алшанов Рахман Алшанович.

Энергетики и

энергосберегающих технологий – Абдуллаев Калык Абдуллаевич.

### **Выборы действительных членов и членов-корреспондентов НИА РК.**

По итогам выборов по направлению «архитектура и строительство» действительными членами стали:

1. Джакупов Кабибулла Кабенович.

2. Жусупбеков Аскар Жагпарович.

3. Мусабаев Турлыбек Туркпекович.

По направлению «информационные и компьютерные технологии»:

1. Дурмагамбетов Асет Асхатбекович.

2. Мамытбеков Едил Куламкадырович.

По направлению «горно-геологическое»:

1. Орынгожин Ерназ Советович.

По направлению «машиностроение»:

1. Пшембаев Мейрам Кудайбергенович.

2. Уалиев Заир Гахипович.

По направлению «нефть и нефтехимические технологии»:

1. Сулейменов Ибрагим Эсенович.

По направлению «экономика»:

1. Медиева Гульбазар Акыловна

По направлению «энергетика и энергосберегающие технологии»:

1. Батырбеков Эрлан Гадлетович.

**Членами-корреспондентами избраны:**

По направлению «архитектура и строительство»:

1. Байболов Канат Сейтжанович.
2. Жаманкулов Мейрбек Жаханович.
3. Удербаяев Сакен Сейтканович.

По направлению «информационные и компьютерные технологии»:

1. Байгереев Досан Рахимгалиевич.
2. Жакебаев Даурен Бакытбекулы.
3. Иксанов Серик Шапхатович.
4. Имангалиев Ернар Имангалиевич.

По направлению «горно-геологическое»:

1. Оспанов Ержан Арыстанбекович.

По направлению «машиностроение»:

1. Елубаев Сулеймен Актлеуович.
2. Тюрин Анатолий Николаевич.

По направлению «нефти и нефтехимические технологии»:

1. Жантасов Манап Курманбекович.

По направлению «экономика»:

1. Кулумбетова Ляззат Балтабаевна.

По направлению «энергетика и энергосберегающие технологии»:

1. Бакенов Кайрат Асангалиевич.

**О кооптировании членов Международной инженерной академии в члены Национальной инженерной академии Республики Казахстан**

Кооптировать членов Международной инженерной академии в члены Национальной инженерной академии Республики Казахстан

1 Действительными членами (академиками)

- Бозымов Казыбай Караевич  
Жабыкбаев Нурдаулет Жакыпбекович  
Кабылдин Каиргельды Максutowич  
Климов Павел Викторович  
Нигматуллин Ерлан Зайруллаевич  
Сейтжанов Серикжан Сейтжанович

2. Членами-корреспондентами

- Габбасов Марс Беккалиевич  
Лапин Владимир Алексеевич  
Татыгулов Айдар Абдысагитович  
Шардинов Ахметжан Бакримович

На сессии по сложившейся традиции на Общем собрании академии были подведены итоги ежегодного республиканского конкурса «Лучший инженер 2017 года».

В конкурсе приняли участие специалисты, имеющие высокий уровень компетенции, занятые инженерной работой на предприятиях, ведущие инженеры, государственные деятели, крупные организаторы производства.

При рассмотрении кандидатур конкурсная комиссия учитывала значимость инженерных разработок, способствующих повышению эффективности производства и

производительности труда, рационализаторские предложения, изобретения, успешность их внедрения в производство.

Конкурсной комиссией рекомендованы наиболее значимые инженерные, научно-исследовательские разработки, в их числе синтез новых наноструктурных материалов, проектирование и создание космических аппаратов и приборов для исследования космоса и дистанционного зондирования Земли, внедрение новаторских идей в процессы сейсморазведки и структурного бурения, создание технологий по увеличению нефтеотдачи пластов, разработка инновационных методов и технологий глубокой переработки сырья, проектирование и строительство маломерных скоростных судов для использования в акватории Каспийского моря, исследования закономерностей газовыделения метана в горных пластах, способы предупреждения возникновения эндогенных пожаров в угольных шахтах, разработка и внедрение энергосберегающих технологий на фосфорном производстве, дающие большой экологический эффект, создание и развитие инфокоммуникационных технологий, инновации и открытия в других сферах экономики Казахстана.

\* \* \*

**16-17 ноября 2017 года** в честь 80-летнего юбилея Кызылординского государственного университета имени Коркыт Ата в областном музыкально-драматическом театре имени Н. Бекежанова состоялось торжественное собрание. В рамках юбилея прошли международная научно-практическая конференция «Актуальные проблемы и перспективы подготовки конкурентоспособных кадров» и вторые международные Научные Таймановские чтения «Современная математика: проблемы и приложения», посвященные 100-летию академика, доктора физико-математических наук А. Тайманова, а также выставка научных достижений ученых и студентов. На мероприятиях приняли участие аким Кызылординской области Крымбек Кушербаев, Генеральный консул Республики Корея в городе Алматы Джон Сын Мин, председатель Комитета науки МОН РК Болатбек Абдрасилов, президент Ассоциации высших учебных заведений Республики Казахстан, академик Рахман Алшанов, первый вице-президент Национальной инженерной академии Республики Казахстан, академик Надир Надиров, ректоры вузов РК и ученые из России, Бельгии, Турции, Республики Корея, Узбекистана, а также преподаватели и учащиеся университета.

Пленарное заседание открыл ректор Кызылординского государственного университета имени Коркыт Ата, д.т.н., профессор, академик НИА РК Бисенов Кылышбай Алдабергенович.

Приветственный адрес в связи с юбилеем Кызылординского государственного университета имени Коркыт Ата от имени президента Национальной инженерной академии Республики Казахстан, депутата Сената Парламента РК, академика Б. Т. Жумагулова зачитал первый вице-президент Национальной инженерной академии Республики Казахстан Надир Надиров.

На конференции были заслушаны научные доклады крупных ученых из Королевства Бельгии, Турции, России, Республики Корея, Узбекистана и Казахстана.

По итогам работы конференции были приняты рекомендации. На секционные заседания конференции поступило более 150 научных докладов.

---

---

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

1. Абдибеков У. С. – ректор Международного казахско-турецкого университета им. Х. А. Ясави, академик НИА РК
2. Абдрахманова А. С. – к.э.н., старший преподаватель Карагандинского экономического университета Астанинского представительства
3. Алимбетов У. С. – д.э.н., профессор Восточно-Казахстанского государственного университета им. С. Аманжолова, профессор член-корреспондент НИА РК
4. Әмірбекұлы Е. – д.э.н., профессор Казахского университета экономики, финансов и международной торговли, проректор по академической деятельности и науке
5. Баганов Н. А. – д.э.н., доцент Костанайского инженерно-экономического университета им. М. Дулати
6. Базанова И. А. – д.т.н., профессор кафедры “безопасность жизнедеятельности” Сәтбаев Университеті
7. Бекбенбетова Б. – д.э.н. Евразийского национального университета им. Л. Н. Гумилева
8. Большакова Н. А. – магистр РГП «Научно-исследовательский центр “Ғарыш-Экология”» Аэрокосмического комитета Минстерства оборонной и аэрокосмической промышленности Республики Казахстан, начальник отдела геоинформационных систем
9. Георгиади И. В. – Карагандинский государственный технический университет
10. Джомартова Ш. А. – д.т.н., доцент, академический советник НИА РК, профессор кафедры «информационные системы» механико-математического факультета Казахского национального университета имени аль-Фараби
11. Есмагулова Н. Д. – к.э.н., доцент Евразийского национального университета им. Л. Н. Гумилева

12. Жакебаев Д. Б. – доктор PhD, доцент, заведующей кафедрой математического и компьютерного моделирования Казахского национального университета им. аль-Фараби
13. Жубат К. Ж. – Старший научный сотрудник лаборатории ГИС РГП НИЦ «Ғарыш-экология»
14. 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, сенатор Парламента Республики Казахстан, президент Национальной инженерной академии Республики Казахстан, президент Казахстанского математического общества, первый вице-президент Международной инженерной академии, FEPC и Ассоциации научных и технологических организаций РК, главный редактор журнала «Вестник НИА РК»
15. Зайнеловой Г. З. – д.м.н., профессор Восточно-Казахстанского государственного университета им. С. Аманжолова, академик Международной академии наук (Сан-Франциско)
16. Иванова И. В. – к.п.н., доцент Костанайского государственного университета им. А. Байтурсынова.
17. Исимов Н. Т. – PhD докторант Института информационных и вычислительных технологий
18. Исмаилова Р. А. – д.э.н., профессор Казахского аграрно-технического университета им. С. Сейфуллина
19. Кадыров А. С. – д.т.н., профессор Карагандинского государственного технического университета
20. Капышева С. К. – к.э.н., заместитель заведующего кафедрой «маркетинг и право», старший преподаватель Казахского университета экономики, финансов и международной торговли
21. Каскин Т. Т. – к.э.н.



- 
22. Козловский А. Л. – PhD, старший преподаватель МКЯФНМиТ ЕНУ им. Л. Н. Гумилева, заведующий ЛФТТ Астанинского филиала Института ядерной физики МЭ РК
23. Комаров Д. Н. – магистр, старший преподаватель кафедры «информационные технологии и автоматика» Костанайского инженерно-экономического университета им. М. Дулати
24. Лашкарева О. В. – к.э.н., доцент, и.о. профессора кафедры «экономика и предпринимательство» Евразийского национального университета им. Л. Н. Гумилева
25. Мадин В. А. – магистр, старший преподаватель кафедры «информационные технологии и автоматика» Костанайского инженерно-экономического университета им. М. Дулати
26. Мазаков Т. Ж. – д.ф.-м.н., профессор, член-корреспондент НИА РК, ГНС Института информационных и вычислительных технологий
27. Мазакова А. Т. – студентка механико-математического факультета Казахского национального университета им. аль-Фараби
28. Мирзалиева С. С. – к.э.н., доцент Университет Нархоз
29. Надиров Н. К. – д.х.н., профессор, академик Национальной академии наук и Национальной инженерной академии РК, Международной инженерной академии, Заслуженный деятель науки КазССР, лауреат Государственной премии КазССР, Почетный нефтяник СССР, первый вице-президент Национальной инженерной академии РК, генеральный директор научно-исследовательского центра «Нефть» НИА РК, главный редактор журнала «Нефть и газ»
30. Низовкин А. В. – ТОО «Научно-исследовательский центр “Нефть”»
31. Низовкина М. А. – ТОО «Научно-исследовательский центр “Нефть”»

- 32. Орынбет М. М. – к.т.н., ассоциированный профессор кафедры «автоматизация и управление» Сәтбаев Университеті
- 33. Рыспекова М. О. – к.э.н., доцент Евразийского национального университета им. Л. Н. Гумилева
- 34. Салыкова О. С. – к.т.н., доцент кафедры «программное обеспечение» Костанайского государственного университета им. А. Байтурсынова
- 35. Сембиева Л. М. – к.э.н., профессор Евразийского национального университета им. Л. Н. Гумилева
- 36. Сулеев Б. Д. – Карагандинский государственный технический университет
- 37. Укубасова Г. С. – доктор PhD, к.э.н., ассоциированный профессор Казахского университета экономики, финансов и международной торговли, декан факультета «экономика и управление»
- 38. Умбеталиев Н. А. – к.э.н. Шымкентского университета, Института экономики
- 39. Шулека Е. В. – магистрант Костанайского государственного университета им. А. Байтурсынова

## СОДЕРЖАНИЕ

### КЛЮЧЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ИНЖЕНЕРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

- Жумагулов Б.Т.* Глобальная конкурентоспособность Казахстана: роль инженерно-технологической модернизации ..... 5
- Награждение победителей республиканского конкурса «Лучший инженер 2017 года» ..... 11

### ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА

- Абдибеков У.С., Жакебаев Д.Б., Жубат К.Ж., Большакова Н.А.* Моделирование динамики облака, образовавшегося при наземном взрыве ракеты-носителя «Протон-М» в 2007 году ..... 20
- Джамартова Ш.А., Мазакон Т.Ж., Исимов Н.Т., Мазакова А.Т.* Программа прогнозирования в реальном времени ..... 27
- Комаров Д.Н., Салыкова О.С., Баганов Н.А., Мадин В.А.* Особенности системы дистанционного управления наземными мобильными робототехническими системами ..... 33
- Орынбет М.М., Базанова И.А.* Структурный синтез регулятора натяжения ленты на основе идеи стационаризации ..... 39

### МЕХАНИКА И МАШИНОСТРОЕНИЕ

- Кадыров А.С., Сулеев Б.Д., Георгиади И.В.* Жер қазатын машиналардың жұмыс жабдығымен топырақты фрезерлеудің ерекшелігі ..... 44
- Исмаилова Р.А., Есмагулова Н.Д., Мирзалиева С.С.* Тенденции развития машиностроительного комплекса Казахстана ..... 47

### НОВОСТИ НАУКИ И ТЕХНИКИ ..... 55

### ЭНЕРГЕТИКА

- Надилов Н.К., Низовкин А.В., Низовкина М.А.* Математическое и стендовое моделирование взаимодействия воздушного потока с направляющими лопатками опытной солнечно-ветровой электростанции «Торнадо» ..... 58

### АГРОПРОМЫШЛЕННОСТЬ

- Шулека Е.В., Иванова И.В., Баганов Н.А.* Разработка мехатронной системы полива растений для многоярусных теплиц ..... 65

### ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ ..... 71

### ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА

- Козловский А. Л.* Кристаллогенезис наноструктур на основе сплава железо-кобальта ..... 73

## ЭКОНОМИКА

<i>Умбеталиев Н.А.</i> Формы государственного регулирования в системе логистики на зерновом рынке .....	79
<i>Әмірбекұлы Е., Уқубасова Г.С., Каскин Т.Т.</i> Зарубежный опыт диверсификации промышленного производства .....	85
<i>Бекбенбетова Б., Сембиева Л.М., Рыспекова М.О.</i> Қазақстан Республикасы аймақтарындағы шағын және орта кәсіпкерліктің даму жағдайы .....	91
<i>Абдрахманова А. С., Капышева С.К.</i> Особенности организации контроля качества продукции в Республике Казахстан .....	98
<i>Лашкарева О. В.</i> Источники, проблемы и пути привлечения инвестиций в АПК Казахстана .....	104
<i>Алимбетов У. С., Зайнелова Г. З.</i> Инновационное развитие экономики Казахстана .....	110

## МАТЕРИАЛЫ КРУГЛОГО СТОЛА WSEC -2017

<i>Katzenbach R., Zheng J.</i> Developed solutions for the storage of future energy for heating and cooling .....	118
<i>Zhussupbekov A. Zh., Lukpanov R. E., Tsygulyov D.V. and Orazova D. K.</i> Researches of vibrating influence of wind power tower to the foundation .....	124
<i>Brandl H.</i> Thermo-active ground-source structures as renewable energy facilities .....	130
<i>Flora Chia-I Chang and Der-Wen Chang.</i> Renewables and prospects of wind and geothermal energy in Taiwan .....	137
<i>Erken A., Fard Massah M.</i> Seismic evaluation of energy structures .....	143
<i>Eun Chul Shin, Arum Lee, Kyung Won Park.</i> Green campus project at incheon national university .....	148
<i>Yutaka Hashizume, Kenji Kaneko and Akira Hasegawa.</i> Hachinohe geotechnical information system for construction of the ground and foundations .....	154
<i>Kaliakin V. N., Mashayekhi M.</i> Geomechanical challenges associated with modeling and analyzing renewable energy facilities .....	160
<i>McCartney J. S.</i> Advances in linking geothermal energy with geotechnical engineering infrastructure .....	166

## ЮБИЛЕЙНЫЕ ДАТЫ

<b>Оспанов Бахыт Сагындыкович</b> (К 70-летию со дня рождения) .....	174
<b>Алимбетов Усен Сулейменович</b> (К 70-летию со дня рождения) .....	175
<b>ХРОНИКА, СОБЫТИЯ, ФАКТЫ</b> .....	176
<b>СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ</b> .....	183

## CONTENTS

### THE KEY PROBLEMS of the DEVELOPMENT of SCIENCE and ENGINEERING ACTIVITY

<i>Zhumagulov B.T.</i> Global competitiveness of Kazakhstan: the role of engineering and technological modernization .....	5
Awarding the winners of the Republican contest "Best engineer 2017» ....	11

### INFORMATION TECHNOLOGIES AND APPLIED MATHEMATICS

<i>Abdibekov U.S., Zhakebaev D. B., Zhubat K.Zh., Bolshakova N.A.</i> Modeling of dynamics of the cloud formed at land explosion of RN "Proton-M" in 2007 .....	20
<i>Dzhomartova Sh.A., Mazakov T.Zh., Isimov N. T., Mazakova A. T.</i> Program for prediction in real time .....	27
<i>Komarov D.N., Salykova O.S., Baganov N.A., Madin V.A.</i> Features of the remote control system of ground mobile robotechnical systems .....	33
<i>Orynbet M.M., Bazanova I.A.</i> Structural synthesis of the belt tension regulator based on the idea of stationary .....	39

### MECHANICS AND MACHINE BUILDING

<i>Kadyrov A.S., Suleev B.D., Georgiadi I.V.</i> Features of milling the soil with elements of an earth-moving machine .....	44
<i>Ismailova R.A., Esmagulova N.D., Mirzalieva S.S.</i> Tendencies of development of machinery complex of Kazakhstan .....	47

<i>NEWS of SCIENCE and TECHNOLOGY</i> .....	55
---	----

### POWER ENGINEERING

<i>Nadirov N.K., Nizovkin A.V., Nizovkina M.A.</i> Mathematical and bench modeling of the interaction of air flow with the guide vanes of an experimental solar-wind power station "Tornado" .....	58
--	----

### AGROINDUSTRY

<i>Shuleka E. V., Ivanova I.V., Baganov N.A.</i> The result analysis of theoretical and experimental studies of toxicity determination of the exhaust diesel gases .....	65
--	----

<i>DO YOU KNOW</i> .....	71
--------------------------	----

### NUCLEAR PHYSICS

<i>Kozlovskiy A.L.</i> Crystallogenesis of nanostructures based on the iron-cobalt alloy .....	73
--	----

## ECONOMY

<i>Umbetaliev N.A.</i> Forms of state regulation in the system of logistics in the grain market .....	79
<i>Amirbekuly E., Ukubasova G.S., Kaskin T.T.</i> Foreign experience of diversification of industrial production .....	85
<i>Bekbenbetova B., Sembieva L.M., Ryspekova M.O.</i> The state of development of small and medium business in the regions of the Republic of Kazakhstan .....	91
<i>Abdrahmanova A.S., Kapysheva S.K.</i> Peculiarities of organization of quality control of production in the republicof Kazakhstan .....	98
<i>Lashkareva O.V.</i> Sources, problems and ways of attracting investments in the agroindustrial complex of Kazakhstan .....	104
<i>Alimbetov U.S., Zainelova G.Z.</i> Innovative development of the economy of Kazakhstan .....	110

## ROUND TABLE MATERIALS WSEC -2017

<i>Katzenbach R., Zheng J.</i> Developed solutions for the storage of future energy for heating and cooling .....	118
<i>Zhussupbekov A.Zh., Lukpanov R.E., Tsygulyov D.V. and Orazova D.K.</i> Researches of vibrating influence of wind power tower to the foundation .....	124
<i>Brandl H.</i> Thermo-active ground-source structures as renewable energy facilities .....	130
<i>Flora Chia-I Chang and Der-Wen Chang.</i> Renewables and prospects of wind and geothermal energy in Taiwan .....	137
<i>Erken A., Fard Massah M.</i> Seismic evaluation of energy structures .....	143
<i>Eun Chul Shin, Arum Lee, Kyung Won Park.</i> Green campus project at in-cheon national university .....	148
<i>Yutaka Hashizume, Kenji Kaneko and Akira Hasegawa.</i> Hachinohe geotechnical information system for construction of the ground and foundations .....	154
<i>Kaliakin V. N., Mashayekhi M.</i> Geomechanical challenges associated with modeling and analyzing renewable energy facilities .....	160
<i>McCartney J. S.</i> Advances in linking geothermal energy with geotechnical engineering infrastructure .....	166

## JUBILEE DATE

<b>Ospanov Bakyt Sagyndykovich</b> (To 70-th birthday).....	174
<b>Alimbetov Usen Suleimenovich</b> (To 70-th birthday).....	175

<b>THE CHRONICLE, EVENTS, FACTS</b> .....	176
---	-----

<b>THE INFORMATION ABOUT AUTHORS</b> .....	183
--	-----



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(727)-2915290*

Подписано в печать 11.12.2017 г.  
Гарнитура Таймс. Формат 70x100 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Уч.-изд. л. 10,8. Тираж 1000 экз.

*Отпечатано в типографии ТОО «Luxe Media Group»*