



ISSN 1999-9801



АУЭС

Образован в 1975

Алматы энергетика және байланыс университетінің **ХАБАРШЫСЫ**

ВЕСТНИК

Алматинского университета
энергетики и связи



3

2018



АУЭС

Образован в 1975

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ «ВЕСТНИК АЛМАТИНСКОГО УНИВЕРСИТЕТА ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ»

Издаётся с июня 2008 года

УЧРЕДИТЕЛЬ

Некоммерческое акционерно общество
«Алматинский Университет Энергетики и Связи»

Главный редактор - Стояк В.В., д-р техн. наук

Зам. главного редактора - Завадский В.А., доктор Ph.D

Редакционная коллегия:

Сагинтаева С.С., д-р экон. наук, канд. физ.-мат. наук, академик МАИН (Казахстан)

Гита Ревалде, доктор Ph.D, член-корреспондент Академии наук Латвии (Латвия)

Мустафин М.А., д-р техн. наук (Казахстан)

Анна Мутуле, доктор PhD (Латвия)

Нилуфар Р.А., д-р техн. наук (Узбекистан)

Обозов А.Д., д-р техн. наук (Киргизстан)

Франческо Сандоро, доктор PhD (Италия)

Орумбаев Р.К., д-р техн. наук (Казахстан)

Мунц В.А., д-р техн. наук (Россия)

Илиев И.К., д-р техн. наук (Болгария)

Галайко Дмитрий, доктор PhD (Франция)

Потехин В.В., канд. техн. наук (Россия)

Жауыт Алгазы, доктор PhD (Казахстан)

Туманбаева К.Х., канд. техн. наук (Казахстан)

Цветков В.Ю., д-р техн. наук (Беларусь)

Такая Инамори, доктор PhD (Япония)

Кузнецов А.А., д-р техн. наук (Россия)

Алипбаев К.А., доктор PhD (Казахстан)

Кабдушев Б.Ж., канд. истор. наук (Казахстан)

Махмутов С.К., канд. истор. наук (Казахстан)

С содержанием журнала можно ознакомить на сайте <http://aues.kz/>

Подписаться на журнал можно в редакции журнала и по объединённому каталогу Департамента почтовой связи, подписной индекс – **74108**.

Адрес редакции: 050013, г. Алматы, НАО «Алматинский Университет Энергетики и Связи», ул. Байтурсынова, дом 126/1, офис А2096

Тел.: +7 (727) 292-9981. E-mail: Vestnik@aues.kz

Технический секретарь: Тулегенова О.Ж.

«Вестник АУЭС», 2018

ВЕСНИК

**АЛМАТИНСКОГО УНИВЕРСИТЕТА
ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ**

№ 3 (42)

2018

**Научно-технический журнал
Выходит 4 раза в год**

Алматы



ГОСУДАРСТВЕННАЯ ЛИЦЕНЗИЯ НА ОБРАЗОВАТЕЛЬНУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ №01377445 ОТ 4.08.2010. СВИДЕТЕЛЬСТВО ОБ ИНСТИТУЦИОНАЛЬНОЙ АККРЕДИТАЦИИ № 000003

БАКАЛАВРИАТ

- 5B060200 - Информатика
5B070200 - Автоматизация и управление
5B070300 - Информационные системы
5B070400 - Вычислительная техника и программное обеспечение
5B071600 - Приборостроение
5B071700 - Теплоэнергетика
5B071800 - Электроэнергетика
5B071900 - Радиотехника, электроника и телекоммуникации
5B073100 - Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды
5B081200 - Энергообеспечение сельского хозяйства
5B074600 - Космическая техника и технологии
5B100200 - Системы информационной безопасности

КОЛЛЕДЖ

- 0901000 - Электрооборудование электрических станций и сетей
0906000 - Теплоэнергетические установки тепловых энергетических станций

МАГИСТРАТУРА

- 6M070200 - Автоматизация и управление
6M071700 - Теплоэнергетика
6M071800 - Электроэнергетика
6M071900 - Радиотехника, электроника и телекоммуникации
6M070400 - Вычислительная техника и программное обеспечение
6M070300 - Информационные системы
6M073100 - Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды
6M071600 - Приборостроение

ДОКТОРАНТУРА

- 6D071700 - Теплоэнергетика
6D071800 - Электроэнергетика
6D071900 - Радиотехника, электроника и телекоммуникации

ВОЕННАЯ КАФЕДРА

Министерство обороны РК выделяет квоту студентам АУЭС для получения специальности на военной кафедре, а также предлагает пройти курс «Молодого бойца».

ЯЗЫКИ ОБУЧЕНИЯ



КАЗАХСКИЙ



РУССКИЙ



АНГЛИЙСКИЙ

ИНОГОРОДНИМ ПРЕДОСТАВЛЯЕТСЯ ОБЩЕЖИТИЕ

НАШИ КОНТАКТЫ:

- г.Алматы, ул.А.Байтурсынулы 126/1
+7 (727) 292 0303
aues1975@gmail.com



AUES University



AUES University



@aues_university



Aues University

#АУЭС

#AUES

#AUPET

#БУДНИАУЭС

СОДЕРЖАНИЕ

Сагинтаева С. С.

Вклад науки АУЭС в повышение конкурентоспособности страны

ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЯ

Бахтаев Ш. А., Абдрешова С. Б., Садикова Г. С., Бакирова Н. С.

Озонная обработка жидких сред с применением пузырьков газа

ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА И ТЕПЛОТЕХНОЛОГИЯ

Abildinova S. K., Baydyussenov G. N., Makatov A. K.

Optimization of parameters of multilayer thermal insulation in heat - networks

РАДИОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА

Жунусбеков Е., Елеманова А., Алтынбекова Л.,

Садикова Г., Балбаев Г.

Экспериментальное исследование качества передачи
данных.....

Тультаев Б., Султан А., Нушибалиева А., Балбаев Г.

Исследование искусственного зрения на основе адаптивного фильтра для
внедрения в робототехнические
системы.....

АВТОМАТИКА

Syabina N. V., Ibrayeva L. K.

The harmonic linearization coefficient
determination.....

Чернов Б. А., Чернова Н. Б.

Эмпирическая гидродинамика ультразвукового расходомера

Чернов Б. А., Чернова Н. Б.

Автоматизация настройки гидродинамики ультразвукового
расходомера.....

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Daineko Ye. A., Ipalakova M. T., Chinibayeva T. T., Brodyagina M. A.,

Bolatov Zh. Zh.

Development of the generator of tests for virtual physical
laboratory.....

ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЯ

Begimbetova A. S.

Monitoring of the air condition of the city

Almaty.....

ИННОВАЦИИ В ВЫСШЕМ ОБРАЗОВАНИИ.

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ НАУКИ

Zhakupbekova A. Y.

The development of fuzzy models for the analysis of educational activities.....

Искаков Ж.

«Өшетін бұралма тербелісті зерттеу» зертханалық жұмысын орындау әдістемесі.....

Байбазаров М. Б.

Задача управления линейной системы со случайной помехой.....

Orynbekova D. S.

Spirituality is the basis of the consolidation of Kazakhstan society.....

Nurhodzhaeva H., Erzhanova Zh.

The use of new technologies in teaching English for IT specialties.....

Tulembayev A. N., Jumadilova Sh. G., Adilova A. M., Shildibekov Y. Z

Project management at the enterprises of the defense industry.....

Jumadilova Sh. G., Atabay B. Zh.

Reforming the pension system in Kazakhstan.....

ЮБИЛЯР

Исмаил Есмағамбет

Есмағзамұлы.....

Сагинтаева С. С.

Ректор Алматинского университета энергетики и связи, д-р экон. наук, профессор

ВКЛАД НАУКИ АУЭС В ПОВЫШЕНИЕ КОНКУРЕНТОСПОБНОСТИ СТРАНЫ

Усиливающиеся процессы мировой и политической трансформации ставят перед странами и обществом новые вызовы. Новые технологии цифровизации, автоматизации и искусственного интеллекта выдвигают на первый план повышение качества жизни. В ответ на эти вызовы Алматинский университет энергетики и связи, являющийся одним из ведущих технических вузов страны, поставил задачу стать передовым научным центром в Казахстане и Центральной Азии, что нашло отражение в принятой Стратегии развития университета до 2020 года.

Высокий интеллектуальный потенциал, крепкая материально-техническая база и тесные связи с предприятиями, отраслевыми министерствами и профессиональными ассоциациями, партнерские взаимоотношения с международными организациями, профильными зарубежными вузами и научными организациями – вот ключевые факторы, которые позволят реализовать поставленную перед коллективом Университета задачу.

АУЭС за период своей истории стал не только кузницей кадров для энергетической и телекоммуникационной отраслей, но и республиканским научно-исследовательским центром по этим направлениям.

В АУЭС работают основатели авторитетных научных школ и направлений, и сегодня научный коллектив Университета – это 35 докторов наук, 195 кандидатов наук, 23 доктора PhD, 162 магистров наук.

В АУЭС действуют 4 института, 19 кафедр, Центр R&D, 3 научных центра, 10 научно-исследовательских лабораторий, в том числе 3 – аккредитованные и 1 международная.

Нашими учеными за последние 3 года реализовано около 100 научно-технических проектов, получено более 60 патентов, опубликовано более 1500 статей, в том числе 166 – в изданиях Scopus и Web of Science.

Общая сумма финансирования НИОКР по бюджетным и внебюджетным проектам за последние 5 лет составила около 2 млрд. тенге.

Актуальность научных изысканий ученых АУЭС подтверждается весьма высокими оценками международной экспертизы отчетов по грантовому финансированию и решениями Национальных научных советов об одобрении проектов на 2018-2020 г.г. по таким важным для экономики страны приоритетам, как «Рациональное использование природных, в том числе водных ресурсов», «Энергетика и машиностроение», «Информационные, телекоммуникационные и космические технологии», «Национальная безопасность и оборона», «Системы кибербезопасности и информационной безопасности».

Характерной особенностью науки в АУЭС является ее направленность на решение актуальных задач и получение практически значимых результатов.

К числу наиболее значимых научных достижений последних лет относятся разработки практических аспектов внедрения Smart технологий в ЕЭС Казахстана в целях снижения потерь, повышения энергоэффективности, вовлечения в генерацию возобновляемых источников энергии, цифровизации электрических сетей, модернизации энергетического оборудования ТЭС и котельных.

Высокий научно-инновационный потенциал университета подтверждается тем, что результаты проводимых НИОКР востребованы реальным сектором экономики Казахстана. Так, доля хоздоговорных тем в общем объеме финансирования НИР составляет 82%. Высокую оценку заказчиков получили работы ученых и инженеров АУЭС по созданию автоматизированных систем теплоснабжения городов Тараз и Талдыкорган, разработке автоматизированных систем управления для Атырауского и Павлодарского

нефтеперерабатывающих заводов, а также для компании «Карачаганак-Петролеум». В настоящий момент выполняется тема грантового финансирования МОН РК «Разработка и испытание мобильного геотехнологического информационно-метрологического комплекса для повышения добычи урана».

Особый вектор развития науки в АУЭС – это альтернативная энергетика. По программе ПЦФ на 2018-2020 «Создание основ серийного производства казахстанских источников возобновляемой энергии мирового уровня» выполняется научно-исследовательский проект по разработке конструкций трекеров для солнечных батарей и изготовлению опытного образца. Действуют Центр «Возобновляемые источники энергии и новые технологии в энергосбережении», кафедра «Электроснабжение и возобновляемые источники энергии», создана научная лаборатория «Альтернативных и возобновляемых источников энергии».

В АУЭС создан полностью функциональный промышленный прототип Геотермальные полигенерационные установки и пилотная автономная система комплексного энергоснабжения (тепло, холод, электричество) отдельно стоящего здания. Степень завершенности разработки позволяет уже в ближайшие время приступить к организации их промышленного производства и широкому внедрению. Имеются два уведомления о положительных результатах экспертизы Евразийского патентного ведомства ЕАВП.

В рамках реализации проекта «Стимулирование продуктивных инноваций» университет наряду с АО «KEGOC» АО «Алатау Жарық Компаниясы», АО «Атырау-Жарық», АО «Институт Автоматизации энергетических систем», АО «КазНИПИИТЭС Энергия» вошел в консорциум производственного сектора и выполняет проект по «Технологической модернизации и инновационному развитию энергетической отрасли Казахстана».

Возможности для модернизации энергетической отрасли огромны. Энергетика становится высокотехнологичной отраслью, когда инновационные технологии и интеллектуальные цифровые решения позволяют решить проблемы энергосбережения, повышения надежности электрических сетей, минимизации убытков компаний, мониторинга и контроля на электрических станциях Казахстана. Для решения этих задач АУЭС выполняет две работы по цифровизации электрических сетей по заказу компании АО «KEGOC».

Особую значимость для повышения конкурентоспособности АУЭС и выхода его на мировой уровень имеют исследования по научным направлениям «экономики будущего», охватывающим помимо альтернативной энергетики, искусственного интеллекта, также сферы электронной промышленности, космических технологий, технологий M2M, Интернет вещей, информационной безопасности. Так, например, АУЭС выполняет научный проект по грантовому финансированию Комитета науки МОН РК в области кибербезопасности критически важных объектов информатизации по приоритету «Национальная безопасность и оборона (без грифа секретности)». Совместно с Институтом информационных и вычислительных технологий КН МОН РК – Национальным центром развития информационной безопасности в рамках программы по ПЦФ выполняется проект «Разработка программных и программно-аппаратных средств для криптографической защиты информации при ее передаче и хранении в инфокоммуникационных системах и сетях общего назначения».

В этом году на базе АУЭС создана международная исследовательская лаборатория «Технологии кибербезопасности», научным руководителем которой является заведующий лабораторией проблем компьютерной безопасности Санкт-Петербургского института информатики и автоматизации Российской академии наук (СПИИРАН) д.т.н., профессор Котенко И.В.

Поскольку настоящая наука не имеет границ, то международное сотрудничество АУЭС – необходимое условие научной деятельности университета. В рамках заключенных договоров с около 100 стратегическими вузами-партнерами мы проводим международные

конференции и форумы, привлекаем зарубежных специалистов, реализуем научные проекты, академические программы и академической мобильность.

Немаловажным фактором, влияющим на качество выполняемых работ, является сотрудничество с международными фондами и организациями.

Так, участие в международных программах позволило провести модернизацию лабораторной базы АУЭС. Например, по проекту MAPREE АУЭС получил оборудование на сумму около 15600 евро, которое используется в настоящее время для оказания услуг по энергоаудиту промышленных предприятий, административных и жилых зданий.

В рамках проектов Эразмус+ нашими партнерами поставлено оборудование лаборатории «Роболаб» на сумму 40 тыс евро, открыт Инновационный центр, оснащенный за счет средств проекта оборудованием на сумму около 17000 евро.

В настоящее время мы активно работаем с по разработке образовательных программ в области возобновляемой энергетики. В ближайших планах приобретение за счет средств проекта USAID “Future Energy” оборудования в области возобновляемой энергетики на сумму 50 000 USD.

Чтобы быть в курсе последних достижений ведущих мировых производителей и перспективных научных разработок АУЭС участвует в специализированных выставках KADEX, ITS, ReEnergy Kazakhstan, Power Kazakhstan, Промышленная автоматизация, Securika Kazakhstan и др.

Больших успехов на научном поприще добиваются и наши студенты, занимая призовые места на Республиканских конкурсах научно-исследовательских работ студентов, международных и республиканских предметных олимпиадах и различных конкурсах, таких как Хакатоны, Мейкатоны, запуская стартап-проекты.

Следует отметить, что высока степень вовлеченности обучающихся в научных проектах. До 30% коллективов научных проектов составляют студенты, магистранты и докторанты, и таким образом мы готовим плеяду ученых нового поколения, способных генерировать идеи, работать и воплощать их в условиях стремительно меняющейся действительности.

Таким образом, есть все основания считать, что научно-исследовательская деятельность университета направлена на повышение эффективности реального сектора экономики, а результаты НИР способствуют реализации задачи по вхождению Казахстана в 30-ку развитых стран мира. И АУЭС, достойно продолжая славное прошлое, уверенно строит свое будущее.

ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЯ

МРНТИ 87.17.81

Ш. А. Бахтаев¹, С. Б Абдрешова¹, Г. С. Садикова¹, Н. С. Бакирова¹

¹Алматинский университет энергетики и связи, г.Алматы, Казахстан

ОЗОННАЯ ОБРАБОТКА ЖИДКИХ СРЕД С ПРИМЕНЕНИЕМ ПУЗЫРЬКОВ ГАЗА

Аннотация. Рассмотрены процессы озонной обработки жидких сред, что обосновывается результатами изучения поведения пузырьков с озоновоздушной смесью в жидкости. Описаны три основные стадии жизни газовых пузырьков: зарождения, роста и отрыва пузырьков газа от поверхности . Представлены формулы, которые позволяют определить значение критического радиуса пузырька, время жизни газового пузырька на газопроницаемой поверхности, а также объем пузырька в момент отрыва. Рассмотрен процесс эжекции газовой смеси в раствор, выяснено, что одновременное использование короноразрядного озонатора и водовоздушного эжектора позволяет реализовать комплексную технологию «получение озона-озонирование растворов», а также, определено, что при разработке проточного реактора эжекционного типа радиус пузырька r_0 является определяющим. Приведена расчетная формула расхода озоновоздушной смеси через N микроотверстий в стенке трубопровода проточного реактора.

Ключевые слова: коронный разряд, пузырьки газа, производительность озонатора, озоновоздушная смесь.

Озонирование является универсальным методом, позволяющим эффективно очищать сточные воды от самых разных видов загрязнений [1].

По сравнению с другими окислителями, например хлором, озон имеет ряд преимуществ. Благодаря высокой окислительной способности, он применяется как для обеззараживания, так и для деструкции трудно-окисляемых органических загрязнений. Этот тип загрязнений представлен в сточных водах многочисленными классами красителей, поверхностно-активных веществ, пестицидов и др. Кроме этого озонирование эффективно для окисления многих неорганических соединений, таких как цианиды, хроматы и др. Дополнительным эффектом озонирования воды является ее обогащение растворенным кислородом.

В процессе обработки сточных вод озон, подаваемый в камеру реакции в виде озоно-кислородной или озono-воздушной смеси, вступает в сложный многостадийный процесс физико-химических взаимодействий с водой и содержащимися в ней загрязнениями.

Первоначально взаимодействие озона с водной средой обусловлено процессами диффузационной и турбулентной массопередачи на границе раздела фаз «газ-жидкость», образованной движущимися газовыми пузырьками. В результате этого одна часть молекул газа оказывается адсорбированной на внешней поверхности пузырьков, другая – растворенной в воде.

В дальнейшем действие озона сопровождается химическими взаимодействиями с загрязнениями, которые условно можно представить четырьмя основными типами: прямое окисление, окисление радикалами, озонолиз, озонокатализ. Катализитическое действие озона (озонокатализ) заключается в усилении им окисляющей способности кислорода, который присутствует в озонируемом воздухе.

Объект исследования. Выбор технологической схемы озонирования зависит от многих факторов: состава и количества обрабатываемой сточной воды, дозы озона, скорости взаимодействия озона с окисляемыми примесями и др. Принимая во внимание высокую стоимость получения озона, его токсичность и пожароопасность, важным показателем

эффективности работы установок озонирования воды является коэффициент использования озона. Поэтому при разработке технологии применения озона, наряду с его высокой реакционной способностью, следует учитывать и необходимость максимально полного использования непосредственно в контакте со сточной водой [2].

Производительность озонатора и расход электроэнергии на получение озона в значительной степени зависят от влагосодержания поступающего в него воздуха, температуры, концентрации кислорода, а также от его конструкции и давления озоновоздушной смеси, подаваемой в контактную камеру.

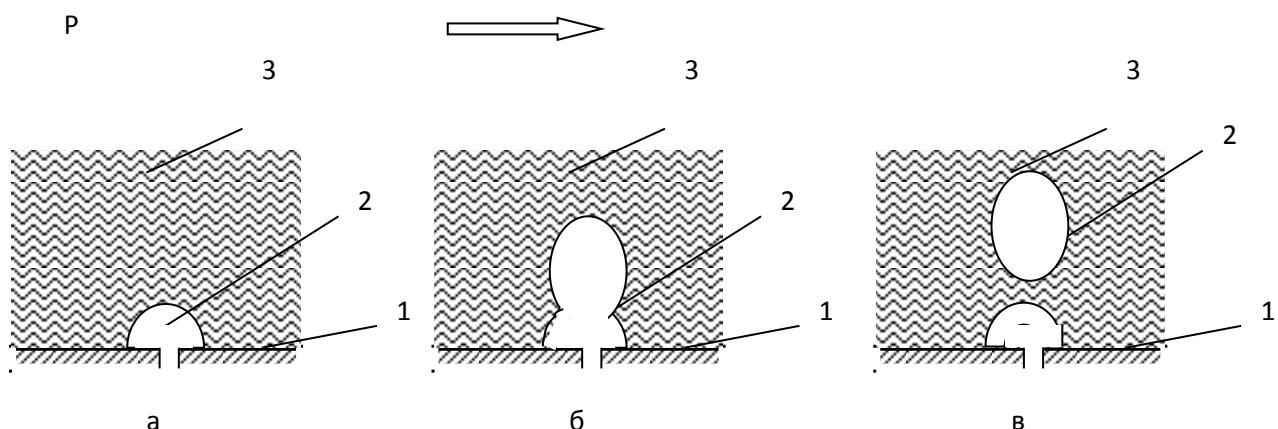
В связи с этим, была поставлена задача: определить оптимальные варианты выбора параметров пузырьков газа в эжекционной зоне проточного реактора с целью интенсификации процессов озонной обработки жидкости.

Важное место в решении задач по очистке загрязненных нефтью сточных вод различных резервуаров (амбарная нефть и т. д.) занимает отделение взвешенных в объеме жидкости углеводородов с регенерацией воды и возвращением нефти на дальнейшую переработку.

Сточные нефтесодержащие воды представляют собой дисперсную систему, подчиняющуюся закону Стокса. Обычно около 70% нефтяных глобул имеет размер менее 10 мкм и скорость всплытия их составляет порядка 10 мкм в секунду. Исходя из сказанного, очистка воды от такого типа дисперсий представляет большой практический интерес. Данный тип очистки заключается в захвате глобул нефти пузырьками воздуха и в транспортировке их на поверхность воды.

Рассмотрим процесс эжекции газовой смеси через горизонтальную стенку при течении жидкости по горизонтальному участку трубы. С целью упрощения влиянием кривизны поверхности в данном случае пренебрегаем.

При исследовании процесса эжекции газа в раствор через горизонтальную газопроницаемую стенку можно выделить три основные стадии жизни газовых пузырьков: 1) зарождение, 2) рост и 3) отрыв пузырька от поверхности (рисунок 1) [3].



А – зарождение; б – рост; в – отрыв (1 – стенка, 2 – газ, 3 – раствор)

Рисунок 1 – Стадии жизни пузырька газа на горизонтальной эжектирующей поверхности

Радиус отрывающегося пузырька в момент отрыва зависит от краевого угла смачивания и определяется соотношением сил, действующих на него в процессе роста: силы прилипания F_{Π} , гидродинамической силы F_G , архимедовой силы F_A и дополнительной силы отрыва F_D .

Полагая радиус окружности прилипания равным радиусу пузырька (рисунок 2), учитывая, что для микропузырьков архимедова сила мала по сравнению с остальными

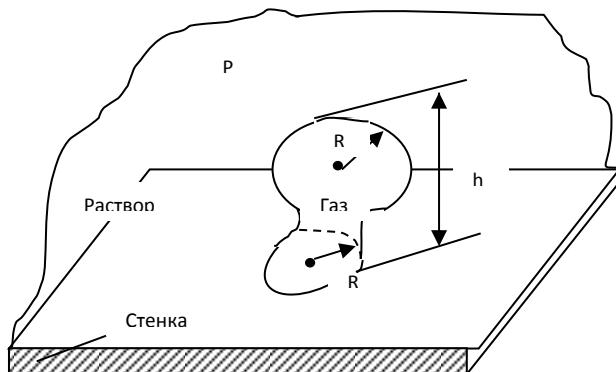
силами, действующими на пузырек, и, вводя поправочный коэффициент k ($k < 1$), условие равновесия пузырька газа на газопроницаемой поверхности запишем в виде:

$$2k\pi R\sigma \sin \Theta = \pi R^2 \Delta P_r \quad (1)$$

где R – радиус пузырька

σ - коэффициент поверхностного натяжения,

Θ - краевой угол смачивания, $\Delta P_r = P_a - P$ – радиальный перепад давления в рассматриваемом сечении трубы.



R – радиус окружности прилипания пузырька,
 R_1 – радиус кривизны пузырька, h – высота пузырька

Рисунок 2 – Газовый пузырек перед отрывом от горизонтальной поверхности

Очевидно, что существует некоторая критическая величина пузырька, при которой пузырек уже не может удерживаться на поверхности и происходит его отрыв. Значение критического радиуса пузырька R_{kp} определяется из уравнения (1):

$$R_{kp} = 2k \frac{\sigma}{\Delta P_r} \sin \Theta. \quad (2)$$

Знание радиуса пузырька газа позволяет определить объем его и время жизни, что в конечном итоге, позволит расчитать расход озоновоздушной смеси в проточном реакторе.

Совместное использование короноразрядного озонатора и водовоздушного эжектора позволяет реализовать комплексную технологию «получение озона-озонирование растворов» (рисунок 3) [4-5].

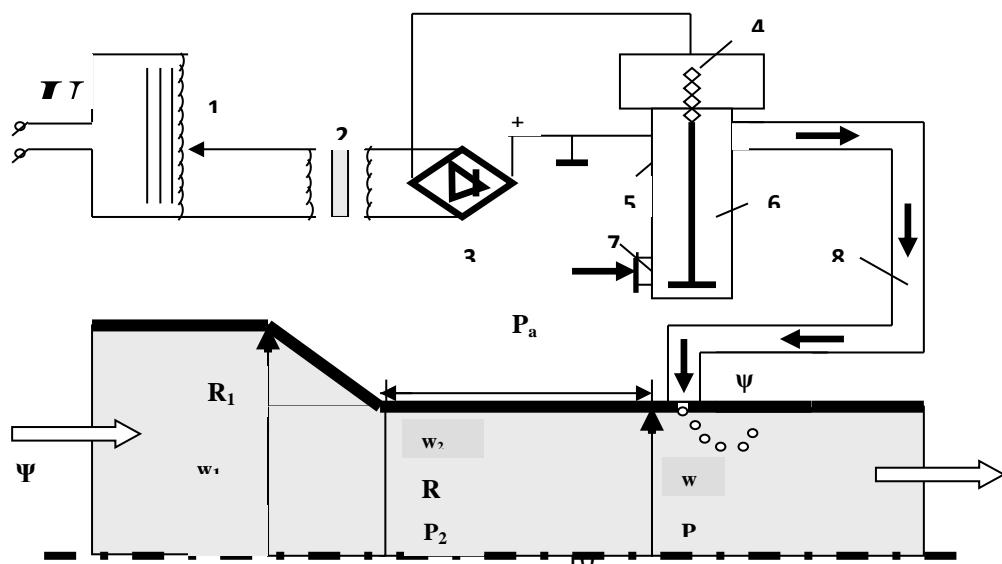


Рисунок 3 – Схема проточного реактора для озонирования растворов

Озонатор состоит из стабилизатора напряжения 1, повышающего трансформатора 2, высоковольтного выпрямителя 3, отрицательного коронирующего электрода 4, положительного электрода 5, газоразрядной камеры 6 с входными фильтрами 7 и гибким соединительным шлангом 8.

Технологическая схема процесса озонирования следующая: под действием созданного в эжекторе по отношению к атмосферному давлению P_a перепада давления ΔP атмосферный воздух через систему фильтров 7 подается в газоразрядную камеру короноразрядного озонатора 6.

В результате коронного разряда в газоразрядной камере выделяется озон, который смешивается с поступившим воздухом. После чего обогащенный озоном воздух через микроотверстия в стенке трубопровода поступает в реактивную зону IV, где интенсивно перемешивается с водой.

Процесс эжекции в реакторе реализуется следующим образом. Под действием приложенного давления P_1 в круглой трубе радиуса R_1 (рисунок 4) осуществляется движение воды (раствора) по трубопроводу с расходом ψ_1 и скоростью w_1 . При переходе воды из участка трубы с большим диаметром I через переходную зону (конфузор) II в участок III с меньшим диаметром происходит ускорение движения до скорости потока w_2 и падение давления до величины P_2 .

На участке IV давление ниже атмосферного ($P < P_a$) и, если в стенке трубы на этом участке имеется отверстие малого радиуса r_0 , то под действием перепада давлений $\Delta P_r = P_a - P$ осуществляется эжекция (проникновение) обогащенного озоном воздуха через воздухопроницаемый участок трубы в жидкость.

Определение параметров пузырьков газа в жидкости. Основным параметром, определяющим кинетику очищающих гетерогенных химических реакций, является газосодержание, характеризуемое размером газового пузырька. Размер пузырька зависит от условий взаимодействия сил вязкости и поверхностного натяжения и может быть определен путем решения нелинейного дифференциального уравнения второго порядка [6-7]:

$$r \frac{d^2 r}{dt^2} + \frac{3}{2} \left(\frac{dr}{dt} \right)^2 + \frac{4\mu}{\rho} \frac{1}{r} \frac{dr}{dt} + \frac{2\sigma}{\rho} \frac{1}{r} = \frac{P_a - P}{\rho}, \quad 0 < t < T, \quad (3)$$

где $r = r(t)$ - радиус пузырька;

t - время;

μ - динамический коэффициент вязкости;

ρ - плотность;

σ - коэффициент поверхностного натяжения;

P_a - давление внутри пузырька (атмосферное давление);

P - давление внутри жидкости на участке эжекции.

В первом приближении рассмотрим линейное уравнение первого порядка:

$$\frac{4\mu}{\rho} \frac{1}{r} \frac{dr}{dt} + \frac{2\sigma}{\rho} \frac{1}{r} = \frac{\Delta P_r}{\rho}, \quad 0 < t < T \quad (4)$$

Вводя обозначения:

$$a = \frac{\Delta P_r}{4\mu}, \quad (5)$$

$$b = -\frac{\sigma}{2\mu}, \quad (6)$$

получаем уравнение, аналогичное уравнению химической кинетики:

$$\frac{dr}{dt} - ar = b, \quad r(0) = r_0, \quad (7)$$

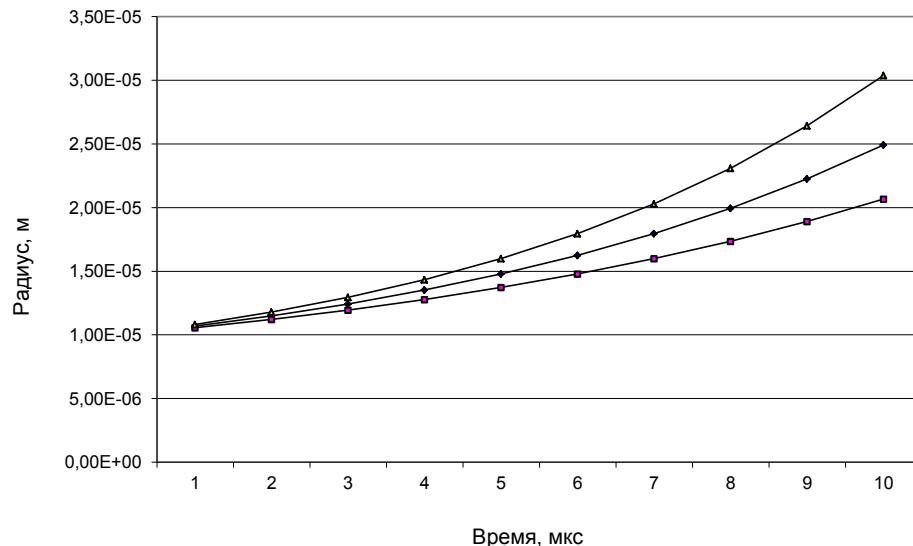
решение которого имеет вид:

$$r(t) = \left(r_0 + \frac{b}{a} \right) \exp(at) - \frac{b}{a} \quad (8)$$

До момента отрыва диаметр пузырька растет (рисунок 4) от $d_0 = 2r_0$ (r_0 – радиус отверстия) до своего максимального значения, равного $d(T) = 2r(T)$:

$$r(T) = \left(r_0 + \frac{b}{a} \right) \exp(aT) - \frac{b}{a} \quad (9)$$

На рисунке 4 приведены зависимости радиуса газового пузырька от времени, полученные по формуле (8) при $\mu = 0,1 \text{ Па}\cdot\text{с}$, $\sigma = 0,2 \text{ Н/м}$ и различных значениях перепада давления.



Ромб – $\Delta P_r = 0,6 \cdot 10^5 \text{ Па}$; треугольник – $\Delta P_r = 0,7 \cdot 10^5 \text{ Па}$;
квадрат – $\Delta P_r = 0,5 \cdot 10^5 \text{ Па}$

Рисунок 4 - Зависимость радиуса газового пузырька от времени при различных перепадах давления $\Delta P_r = P_a - P_2$

Требуемая производительность озонатора зависит от значения критического радиуса пузырька, которое, в свою очередь, определяется значением радиуса отверстия r_0 .

Подставляя (2) в (9), находим время жизни газового пузырька на газопроницаемой поверхности:

$$T = \frac{4\mu}{\Delta P_r} \ln \left\{ \frac{k \sin \Theta - 1}{\frac{r_0 \Delta P_r}{2\sigma} - 1} \right\} \quad (10)$$

Объем пузырька V в момент отрыва равен:

$$V = \frac{4}{3} \pi \left(2k \frac{\sigma}{\Delta P_r} \sin \Theta \right)^3 \quad (11)$$

Поэтому расход озоновоздушной смеси через N микроотверстий в стенке трубопровода можно представить в виде:

$$\psi = \frac{8}{3} \frac{\pi N}{\rho \nu [\Delta P_r]^2} (k \sigma \sin \Theta)^3 / \ln \left\{ \frac{k \sin \Theta - 1}{\frac{\Delta P_r r_0}{2\sigma} - 1} \right\} \quad (12)$$

При заданных значениях расхода ψ и радиуса микроотверстий соотношение (12) представляет собой трансцендентное уравнение относительно перепада давлений ΔP_r , решение которого может быть найдено методом итераций. Другой путь решения уравнения (12) заключается в подборе ΔP_r , обеспечивающего при заданном радиусе микроотверстия r_0 совпадение рассчитанного по формуле (12) и заданного расхода озоновоздушной смеси. Значение параметра k определяется экспериментальным путем.

Выводы

Разработан эжекционный проточный реактор, который совместно с короноразрядным озонатором позволяет произвести непрерывную озонную обработку жидкости (питьевая или сточная воды) в процессе ее протока через трубу реактора. Ввиду того, что все процессы взаимодействия озоновоздушной смеси протекают на границе «газ-жидкость» пузырьков газа были определены оптимальные варианты выбора параметров пузырьков газа. Выполнены теоретические выкладки для определения критического радиуса пузырька, время жизни газового пузырька на газопроницаемой поверхности, а также объем пузырька в момент отрыва. Следует отметить, что в целом, расчетные значения расходов озоновоздушной смеси близко соответствуют экспериментальным данным.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

[1] Бахтаев Ш. А., Кожаспаев Н. К., Сыдыкова Г. К. Озонная технология: очистка и обеззараживание сточных вод. // Комплексное использование минерального сырья. - Алматы: Гылым, 1999. - № 2. – С. 106-110.

[2] Бахтаев Ш. А. и др. Комплексная очистка и обеззараживание сточных и нефтесодержащих вод с применением озона. // Вестник АУЭС. – Алматы: НАО «АУЭС», 2013. - № 4 (23). – С. 39-45.

[3] Бахтаев Ш. А. и др. Способ измерения размеров пузырьков газа в жидкости. // Предпатент РК, № 14716, Бюлл. № 8, 16.08.2004.

[4] Алмагамбетов Б. Н. К расчету реактора для озонирования жидкости эжекционным методом // Комплексное использования минерального сырья. - Алматы: Гылым, 2006. - № 1 (244). - С.103-106.

[5] Бахтаев Ш. А. и др. Методика расчета реакторов для очистки промышленных сточных вод. Ч. II // Тр. 2-ой Междунар. Научно-практ. конф., посв. 15-летию независимости РК. «Горное дело и металлургия в Казахстане. Состояние и перспективы», Алматы, 2006. - С. 311-319.

[6] Алмагамбетов Б. Н., Биттеев А. Б., Тусупбаев Н. К. Экологические аспекты в деятельности нефтегазовых компаний // IV-ый Международный симпозиум «Контроль и реабилитация окружающей среды». – Томск, 2004. - С.114-115.

[7] Алмагамбетов Б. Н. и др. Пути создания технологической схемы очистки сточных вод, содержащих сложную смесь органики // Новости науки Казахстана, 2003. - Вып. 2. - С. 68-71.

REFERENCES

[1] Bakhtaev Sh. A., Kozhaspaev N. K., Sydykova G. K. Ozone technology: purification and disinfection of sewage. // Integrated use of mineral raw materials. - Almaty: Gylym, 1999. - № 2. – P. 106-110. (in Russ.).

[2] Bakhtaev Sh. A. et al. Complex cleaning and disinfection of sewage and oily waters with the use of ozone. // Bulletin of AUPET. – Almaty: NPJSC “AUPET”, 2013. - № 4 (23). – P. 39-45. (in Russ.).

[3] Bakhtaev Sh. A. et al. Measuring method of gas bubbles dimensions in a liquid // Provisional patent of the RK № 14716. Bulletin № 8, 16.08.2004. (in Russ.).

[4] Almagambetov B. N. To the calculation of the reactor for ozonizing liquid by ejection method. // Integrated use of mineral raw materials. - Almaty: Gylym, 2006. - № 1 (244). - P. 103-106. (in Russ.).

[5] Bakhtaev Sh. A. et al. Method for calculating reactors for purification of industrial wastewater. P. II // Works of the International scientific pract. conference, dedicated to the 15th anniversary of independence of the Republic of Kazakhstan. “Mining and Metallurgy in Kazakhstan. Status and prospects”, Almaty, 2006. - P. 311-319. (in Russ.).

[6] Almagambetov B. N., Biteev A. B., Tusupbaev. N. K. Environmental aspects in the activities of oil and gas companies. // IV-th International Symposium “Control and rehabilitation of the environment”. – Tomsk, 2004. - P. 114-115. (in Russ.).

[7] Almagambetov B. N. et al. Ways to create a technological scheme for wastewater treatment containing a complex mixture of organic matter // Science news of Kazakhstan, 2003. - Release 2. - P. 68-71. (in Russ.).

ГАЗДЫҢ ҚӨПІРШІКТЕРІН ҚОЛДАНЫП СҮЙЫҚТЫҚ ЗАТТАРДЫ ОЗОНМЕН ӨНДЕУ

Ш. А. Бахтаев¹, С. Б Абдрешова¹, Г. С. Садикова¹, Н. С. Бакирова¹

¹Алматы энергетика және байланыс университеті, Алматы қ., Қазақстан

Аңдамна. Сүйықтық ортаның озондық өндеу процесстері қарастырылған, ол сүйықтықтағы озонда ауа коспасы бар қөпіршіктедің болуын қарастыру нәтижелерімен негізделеді. Газ

көпіршіктегінің үш негізгі сатысы суреттелген: жазықтықтағы газ көпіршіктегінің пайда болуы, дамуы және бөлінуі. Көпіршіктің сандық радиусының мәнін, газ өтетін жазықтықтағы газ көпіршіктегінің өмір сұру уақытын, сонымен қатар бөліну кезіндегі көпіршіктің көлемін анықтауға мүмкіндік беретін формулалар көрсетілген. Ерітіндідегі газ қоспасының эжекция процесі қарастырылған, тәждік разрядты озонатор мен сулы ауа эжекторды бір уақытта пайдалану «озонды-озондаушы ерітіндін алу» кешенді технологиясын іске асыруға мүмкіндік беретіні түсіндірілді, сонымен бірге эжекциялық типті ағындық реакторды жасау кезінде r_0 көпіршік радиусы анықтаушы екені аныкталды. Ағындық реактордың құбырының қабырғасындағы N микроұңғы арқылы озонды ауа қоспасының шығынының есептеу формуласы келтірілген.

Kіттік сөздер: тәждік разряд, газ көпіршіктері, озонатордың өнімділігі, озонды ауа қоспасы.

OZONE PROCESSING OF LIQUID MEDIUM WITH USING GAS BUBBLES

Sh. A. Bakhtaev¹, S. B. Abdreshova¹, G. S. Sadikova¹, N. S. Bakirova¹

¹Almaty University of Power Engineering and Telecommunications, Almaty, Kazakhstan

Abstract. The processes of ozone treatment of liquid media are considered, which is justified by the results of studying the behavior of bubbles with an ozone-air mixture in a liquid. Three main stages of life of gas bubbles are described: nucleation, growth and detachment of gas bubbles from the surface. Presented are formulas that allow one to determine the value of the critical bubble radius, the lifetime of a gas bubble on a gas permeable surface, and the bubble volume at the time of detachment. The process of ejection of a gas mixture into a solution is considered, it is clarified that the simultaneous use of a corona discharge ozonizer and a water-air ejector makes it possible to realize a complex technology "ozone-ozonation of solutions", and it is determined that in the development of a flow-through reactor of ejection type, the radius of the bubble r_0 is decisive. The design formula for the consumption of the ozone-air mixture through N micro-holes in the wall of the pipeline of the flow reactor is given.

Key words: corona discharge, gas bubbles, ozonator productivity, ozone-air mixture.

ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА И ТЕПЛОТЕХНОЛОГИЯ

IRSTI 44.31.35

S. K. Abildinova¹, G. N. Baydyussenov¹, A. K. Makatov²

¹Almaty University of Power Engineering and Telecommunications, Almaty, Kazakhstan

²Karagandy State Technical University, Karaganda, Kazakhstan

OPTIMIZATION OF PARAMETERS OF MULTILAYER THERMAL INSULATION IN HEAT - NETWORKS

Abstract. The multilayer thermal insulation system TEX MAT "North" provides thermal protection of heat network pipelines and thermal insulation of various equipment with operating temperature of the substances contained in them in the range from 20°C to 900°C. The advantage of this model of thermal insulation over others is the possibility of its application for the ground sections of heating pipes. The design of the considered multi-layer thermal insulation system made of metallic materials of roll type provides the minimum total heat loss of the operated pipeline. The paper proposes a method for calculating the thickness of the cover layer of the thermal insulation system of the heat pipe TEX MAT "North", optimizing the heat loss by radiation. The optimal calculated thickness of the thermal insulation cover layer for different nominal diameters of the heat pipe is determined by the Booger's law on light absorption and takes into account the attenuation of the thermal radiation intensity.

Key words: heating networks, thermal insulation, aluminium foil, heat losses.

The technical potential for increasing the efficiency of the use and transportation of thermal energy depends not only on the efficiency of the use of thermal energy in buildings and in the industry but also on the condition of the heating systems themselves.

Heat networks of housing and communal services for Kazakhstan is 63%, about 40% of the length of the country's heating networks or in the linear calculus of 9.6 thousand km of its length have 100% wear. Annual losses of the heat energy for the transport of the heat-transfer medium averages 10.7 million Gcal [1].

Heating network equipment in the republic is characterized by high accidents (an average of 200 technological violations per 100 km) and have high parameters of thermal losses (about 40%).

Sources of output warm energy first of all boiler houses, and also the majority of water and sewage networks are located in an unsatisfactory situation. The main part of water supply networks in the regions requires major repairs or their complete replacement.

Statistics shows that the population of the centralized water supply systems in the Republic of Kazakhstan is inferior to developed countries. In developed countries, the level of provision of the population with water supply and sanitation is 90-95%.

To solve the issues of modernization (reconstruction and construction) of the infrastructure of housing and communal services (hereinafter - housing and communal services) and systems of heat-water supply, and sanitation, it is necessary to develop new approaches to attract investment and develop the industry.

For the effective implementation of investment programs in the energy sector, it is very important to address the energy saving issues of heat networks aimed at finding a reliable thermal insulation structure in combination with protection against external and internal corrosion of the pipeline.

Thermal insulation construction – is a construction consisting of one or more layers of heat-insulating material (product), a protective cover layer and fastening elements. The composition of the thermal insulation structure can include a vapor barrier, safety, and leveling layer [2, 3]. The choice of the optimum thermal insulation material should be made based on several criteria, depending on the project's requirements for insulation:

- thermal conductivity under specified operating conditions;
- resistance to loads;
- water vapor permeability ;
- fire hazard class;
- water - repellent properties;
- soundproofing characteristics;
- requirements for the surface of insulation (mechanical protection, protection against ultraviolet radiation, etc.).

Until recently, for the laying of main and distribution heating networks in non-passage underground channels, thermal insulation from mineral wool was used. However, operational experience shows that heat pipelines with such thermal insulation do not provide reliable and economical transport of heat, especially in places of possible flooding and on exposed sections of the heating main due to the high absorbency of moisture.

At present, the most widely used thermal insulation pipelines is PUF (polyurethane foam). However, the heating system pipes have a number of features, not allowing implement them into operation:

- pipes with PPU isolation and with the SORC (the system of operative remote control) are laid in the technical networks with a full replacement pipelines from one heat chamber to another;
- to the quality of the project, materials, installation, especially in the sealing of joints, the highest requirements are imposed (subsequently due to poor quality joints polyurethane foam pipes covered with a polyethylene sheath, fail after a few years).

In the conditions of a shortage of funds of urban households, the tactic of repairing the heating systems requires replacing the PPU with PPM (foam polymeric mineral) insulation, which is also made in the factory, but less demanding for the qualification of local repair services and repair sites. In the rest, both PPU and PPM insulation is designed for 50 years of operation, the price is commensurate. In this case, it is necessary to pay attention to the thickness of the thermal insulation, which must ensure compliance with the latest standards for thermal losses.

For transportation of coolant with temperatures from 20°C to + 950°C in pipelines for technological purposes, heating networks, as well as flues and equipment inside the premises, mats made of rock wool TEX MAT "North" of two types TKS-TP 20-300 (manufactured by Rockwool , Russia) to temperatures of 300°C and TKC-TII 300-900 to 950°C. In the market of Kazakhstan implementation of thermal insulation systems, TEX MAT «North» is engaged in Asia Energy Company (AEC), which will improve the technical characteristics of the system [4]. Thermal insulation system TIS TEX MAT "North" refers to the model with multilayer materials and can be used in the manufacture of flexible multilayer thermal insulating metallized materials of roll type that provide reflection of infrared radiation, in particular, means providing thermal protection of pipelines and thermal insulation of the corresponding equipment with operating temperature contained in them substances ranging from 20° C to 900° C. The advantage of this model thermal insulation in the fact that it is used for ground sections of the heating main pipes and it successfully solves the problem of reducing heat losses due to an increase in the thermal insulation properties of thermal insulation in combination its optimal thermal physical characteristics.

The multilayer thermal insulation is designed in such a way that the heat-insulated layers in a certain sequence allow creating a reliable barrier of heat transfer from the pipeline to the environment.

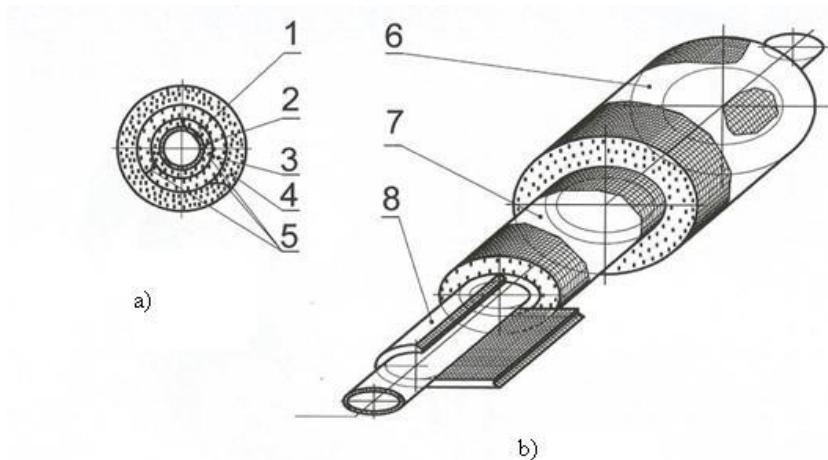
To achieve minimum heat loss, the multilayer flexible thermal insulation material TEX MAT "North" is used. It contains at least three layers of a nonwoven material insulation, and at least two of them are laminated with an aluminum foil by means of an adhesive. And the first layer of insulation is a foil needle-punched mat made of fiberglass or ceramic fiber with a thickness of 6 to 12 mm and a foil thickness of 35-50 μm . The second (next) layer of insulation is a ceramic fiber with a thickness of 9 to 75 mm. As the final surface layer of the heater, a foamed needle-punched mat of fiberglass with a thickness of 6 to 25 mm and a foil thickness of 40-55 μm was used, and the

fast-curing adhesive was used as an adhesive. For the convenience of formation, each layer of insulation is in turn fixed with a tape clamp.

Multi-layer heat insulation includes :

1. Pipe (pipeline section);
2. The first layer of insulation (foil needle-punched mat of fiberglass thickness from 6 to 12 mm);
3. Foil on the surface of the first layer of insulation thickness of 35-50 microns;
4. The second layer of insulation (ceramic fiber thickness from 9 to 75 mm);
5. The third (finishing, surface) layer of insulation foil needle-punched mat from fiberglass thickness from 6 to 25 mm;
6. Foil on the surface of the finish layer of insulation thickness of 40-55 microns.

Schematically, a heat conductor with multi-layer insulation is shown in Figure 1.



a) cross-sectional view of heat insulation; b) a perspective view of the structure.

1- metallic heat pipe; 2- insulation of the inner layer; 3 - a heater of a middle layer; 4 - a heater of the last layer; 5 - packing units; 6 - reflector of the last layer; 7 - reflector of the middle layer; 8 – reflector of the inner layer.

Figure 1 - Multilayer thermal insulation of the heat pipeline

An application of the foil material based on glass fabric or polypropylene nonwoven webs as reflective insulation finishing layer due to their elastic spine and these materials and differences in the durability of the second foil is aluminum and furthermore glass fabric layer is also additional heat insulator.

Thus, the design of the multilayer flexible thermal insulation material in question ultimately leads to a reduction in the total thermal losses of the pipeline or other heat equipment in operation.

Calculations of heat losses of other heat pipes, conducted by well-known method [4] for insulated heat pipes with TEX MAT "North" confirm good thermal insulation properties of multilayer thermal insulation.

For above-ground laying in the open air or in diction indoor unit heat losses insulated conduit, W / m are determined by the formula:

$$q_l = \frac{(t_T - t_0)}{\Sigma R} \quad (1)$$

where, t_T - the temperature of the heat carrier transported by the heat pipe;

t_0 - the ambient temperature corresponding to the operating conditions of the heat pipe;

$\sum R$ - total heat resistance of the heat pipe, $\frac{m \cdot ^\circ C}{W}$.

In this case, the total thermal resistance of the heat pipe is calculated by the formula:

$$\sum R = R_{ct} + R_{iz.1} + R_{слой фольги 1} + R_{из.2} + R_{слой фольги 2} + R_{из.3} + R_{слой фольги 3} + R_{п}, \quad (2)$$

where, $R_{ct} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{стали}} \cdot \ln \frac{d_{тр.нр}}{d_{тр.вн}}$ - the thermal resistance of the wall heat conductor;

$R_{из.1} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{слоя из.1}} \cdot \ln \frac{d_{слоя из.1}}{d_{тр.нр}}$ - the thermal resistance of the first layer of insulation (foil needle-punched mat of fiberglass);

$R_{слой фольги 1} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{алюм}} \cdot \ln \frac{d_{слой фольги 1}}{d_{слоя из.1}}$ - the thermal resistance of the foil layer on the surface of the first layer of insulation;

$R_{из.2} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{слоя из.2}} \cdot \ln \frac{d_{слоя из.2}}{d_{слой фольги 1}}$ - the thermal resistance of the second layer of insulation (ceramic fiber);

$R_{слой фольги 2} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{алюм}} \cdot \ln \frac{d_{слой фольги 2}}{d_{слоя из.2}}$ - the thermal resistance of the foil layer on the surface of the second layer of insulation;

$R_{из.3} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{слоя из.3}} \cdot \ln \frac{d_{слоя из.3}}{d_{слой фольги 2}}$ - the thermal resistance of the third finishing layer of the heater (needle punch mat from fiberglass);

$R_{слой фольги 3} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{алюм}} \cdot \ln \frac{d_{слой фольги 3}}{d_{слоя из.3}}$ - the thermal resistance of the foil layer on the surface of the third layer of insulation;

$R_{п} = \frac{1}{\pi \cdot \alpha \cdot d_{слой фольги 3}}$ - the thermal resistance on the surface of the protective (cover) layer. In this case, it represents the heat transfer coefficient by α surface of the cover layer. α - heat transfer coefficient on the surface of thermal insulation on-site design the $W / (m^2 \cdot {}^\circ C)$ can be determined as the sum:

$$\alpha = \alpha_K + \alpha_{\Lambda}, \quad (3)$$

where α_K - the heat transfer coefficient by convection $W / (m^2 \cdot {}^\circ C)$, in forced convection or wind at a speed of more than 1 m/s and a pipe diameter of more than 0.3 m is adopted $\alpha_K = 6 \frac{W}{m^2 \cdot {}^\circ C}$ [2]:

α_{Λ} - to the coefficient of heat transfer by radiation from the surface of the cover layer to the environment

$$\alpha_{\pi} = C \cdot \frac{\left(\left(\frac{t_{\text{поверхности}}}{100}\right)^4 - \left(\frac{t_0}{100}\right)^4\right)}{t_{\text{поверхности}} - t_{\text{воздуха}}}, \quad (4)$$

$C = 4,4 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C^4}$ - is the emissivity;

$t_{\text{поверхности}}$ – the temperature on the radiating surface of the cover layer is taken as a result of special measurements.

Calculated values of specific heat losses were compared with the standard values of heat losses (q_l) norms under the same operating conditions [5], i. e. when laying heat pipe. Comparative analysis showed that the calculated values of specific heat losses do not exceed normative (q_l) norms for the annual duration of operation of heating systems more than 5000 hours. The calculation was carried out for the reduced diameters of the heat conductor 108, 159; 273; 325 mm at coolant temperatures 71, 90; 130 °C. In calculations, the ambient temperature is assumed $t_{\text{воздуха}} = -6.5^\circ C$.

In the calculations, the initial data presented in Table 1 are used.

Table 1 – Thermal losses

No	outer (conditional) diameter heat wires, $d_{\text{tp.hp.}}$ mm	coolant temperature, t_r °C	temperature between layers of insulation, °C	temperature on the surface of insulation, $t_{\text{пов}}^\circ C$	thermal resistance, $\sum R$ (M·K)/BT	calculated thermal losses, q_l BT/M	thermal losses are normalized, $(q_l)_{\text{норм}}$ BT/M
1	108 (100)	71	54	36	5,50	14,09	37,2
2	108	90	56	35	5,50	17,54	45,6
3	159 (150)	90	49	41	4,13	23,34	57,4
4	159	130	66	52	4,12	33,15	78,6
5	273 (250)	90	51	42	2,81	34,34	80,6
6	273	130	70	56	2,81	48,12	110,2
7	325 (300)	71	41	35	2,43	31,95	76,6
8	325	90	57	40	2,42	39,79	92,6

Calculations of the optimum thickness of aluminum foil on the last layer of multi-layer insulation a heat conductor with TEX MAT «North» are conducted.

Optimum thickness aluminum foil on the last layer of multi-layer insulation, depending on the temperature of the heat carrier, minimizes (optimizes) heat losses by radiation.

Heat transfer through the cover layer is due to thermal radiation, mainly infrared rays. The use of aluminum foil on the last layer of insulation contributes to the reflection of thermal radiation by almost 95%, since its spectral degree of blackness is $\epsilon = 0.05$. To fully reflect thermal radiation in the optical spectrum of waves from 0.7 μm to 3 μm, the thickness of the foil should exceed the depth of penetration of electromagnetic waves, i.e. thickness of the skin layer, which is regulated by GOST 618-73 "Aluminum foil for technical purposes" [5] in the range of 10-100 μm.

The optimum calculated thickness of the cover layer is determined by the application of the law of Bouguer on the absorption of light, which shows a decrease in the intensity of radiation as it passes through a solid wall of the cover [6]. In this case, the minimum thickness of the 30 μm coating layer for the proposed model is confirmed by calculations of the radiation intensity before and after absorption. However, the other part turns into the internal energy of the foil layer. As a result, the light energy decreases. This process is called absorption of infrared light and is described by the surface of thermal insulation for different temperature of the working environment and the diameters of the pipelines.

When infrared light passes through the cover layer, part of the energy is spent on the excitation of atoms or molecules of aluminum foil. Some of this energy is returned to radiation in the form of secondary waves. The lower intensity of infrared radiation is determined by Bouguer's law :

$$I = I_0 \cdot e^{-k \cdot l}, \quad (5)$$

where I_0 - the intensity of the incident radiation on the cover layer;

I - the intensity of light after passing through a layer of matter of thickness. The design value of the thickness of the coating layer is determined by Bouguer's law:

$$l = \frac{\ln(\frac{I}{I_0})}{-k}, \quad (6)$$

where k – the absorption coefficient of the material (aluminum) is $0.35 \div 0.38$;

I – the intensity of light at the output of the material, is taken as the heat flux through all layers of insulation, i.e $I = q_l$.

$$q_l = I = \frac{(t_T - t_0)}{R_{ct} + R_{iz.1} + R_{слой фольги 1} + R_{iz.2} + R_{слой фольги 2} + R_{iz.3} + R_{слой фольги 3} + R_{п}}; \quad (7)$$

I_0 – the intensity of light at the entrance to the material, is taken as the heat flux through all layers of insulation except for the last calculated layer i.e. the cover layer $I_0 = q_{l-1}$

$$I_0 = q_{l-1} = \frac{(t_T - t_0)}{R_{ct} + R_{iz.1} + R_{слой фольги 1} + R_{iz.2} + R_{слой фольги 2} + R_{iz.3} + R_{п}}. \quad (8)$$

The results of calculating the optimum thickness of the coating layer are shown in Table 2.

Table 2 - Optimum thickness

No	external (conventional) diameter of the heat conductor, mm	coolant temperature, °C	optimal thickness of the coating layer, мкм
1	108 (100)	71	48,2
2	108(100)	90	48,2
3	159(150)	90	56,4
4	159(150)	130	56,6
5	273(250)	90	56,8
6	273(250)	130	56,9
7	325(300)	71	55,0
8	325(300)	90	53,6

The optimum thickness of the coating layer of the pipeline insulation depends on the thermal conductivity of the material and the absorption index of the material (polished aluminum foil). Calculations confirm that the values found for the thickness of the the coating layer on the basis of the application of Bouguer's law, taking into account the attenuation of the intensity of thermal radiation, are in the interval regulated by GOST 618-73 [6, 7] in the range of 10-100 μm .

Conclusions

1. Isolation is of great importance in the energy sector. High temperatures of the coolant in the pipeline impose special requirements on the heat-shielding properties of heat-insulating materials.
2. Thermal insulation system TEX MAT "North" has a low coefficient of thermal conductivity, is non-combustible, vibration-resistant and can be used in a fairly wide temperature range. Comparative analysis of specific losses with normalized heat losses under the same conditions confirm the excellent thermal insulation properties of the system TEX MAT "North".
3. The proposed technique for the optimal thickness of the finishing coat of the thermal insulation system TEX MAT "North" can be used to estimate the thickness of the coating layer during design and installation works.

REFERENCES

- [1] Programs of modernization of housing and communal services of the Republic of Kazakhstan for 2011-2020. <http://egov.kz/cms/run>, free (appeal date to the source: 02.02.2018).
- [2] SN RK 4.02-02-2011 "Thermal insulation equipment and pipelines" <https://online.zakon.kz>, free (appeal date to the source: 06.04.2018).(in Russ.).
- [3] Sokolov E. A. Heating and heating networks. The 5th Ed. - M: Energoizdat, 2006. - 360 p.(in Russ.).
- [4] <http://asiaenergy.kz>, free (appeal date to the source: 12.05.2018).(in Russ.).
- [5] IBC 4.02.-02-2004. Heating network. - Astana: Committee for Construction and Housing Affairs of the MIandT of Kazakhstan, 2005. - 34 p.(in Russ.).
- [6] Interstate Standard GOST 618-2014 "Aluminum foil for technical purposes". - M.: Standartinform, 2015. - 12 p.(in Russ.).
- [7] Schmidt V. Optical spectroscopy for chemists and biologists. - M.: Technosphere 2007. - 368 p.(in Russ.).
- [8] Shikhov A. N. Thermal and technical calculation of the enclosing structures of civil and industrial buildings. - Perm. Perm State Agricultural Academy, 2013 - 74 p.(in Russ.).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Программы модернизации жилищно-коммунального хозяйства Республики Казахстан на 2011-2020 годы // <http://egov.kz/cms/ru>, свободный (дата обращения: 02.02.2018).
- [2] СН РК 4.02-02-2011 «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов» // <https://online.zakon.kz>, свободный (дата обращения: 06.04.2018).
- [3] Соколов Е. А. Теплофикация и тепловые сети. 5-изд. - М.: Энергоиздат, 2006.- 360 с.
- [4] <http://asiaenergy.kz>, свободный (дата обращения: 12.05.2018).
- [5] МСН 4.02.-02-2004. Тепловые сети. Астана: Комитет по делам строительства и ЖКХ МИиТ РК, 2005. – 34 с.
- [6] Межгосударственный стандарт ГОСТ 618-2014 «Фольга алюминиевая для технических целей». - М.: Стандартинформ, 2015. -12 с.
- [7] Шмидт В. Оптическая спектроскопия для химиков и биологов. – Москва. Техносфера 2007. – 368 с.
- [8] Шихов А. Н. Теплотехнический расчет ограждающих конструкций гражданских и промышленных зданий. – Пермь: ФГБОУ ВПО Пермская ГСХА, 2013. - 74 с.

ЖЫЛУ ЖЕЛІЛЕРІНДЕ КӨПҚАБАТТЫ ЖЫЛУЛЫҚ ОҚШАУЛАУДЫҢ ПАРАМЕТРЛЕРІН ОҢТАЙЛАНДЫРУ

С. К. Абильдинова¹, Г. Н. Байдюсенов¹, А. К. Макатов²

¹Алматы энергетика және байланыс университеті, Алматы қ., Қазақстан

²Караганды мемлекеттік техникалық университеті, Караганда қ., Қазақстан

Аннотация. ТЕХ МАТ «Север» көпқабатты жылулық оқшаулау жүйесі жылу желілеріндегі күбыр желісінің және 20°C бастап 900°C дейінгі температура диапазоны бар әртүрлі жылулық оқшаулануы бар құралдардың жылулық қорғауын қамтамасыз етеді. Бұл жылулық оқшаулану моделінің артықшылығы – оның әуе жылу жолының күбырларында қолданылуы. Орам түрдегі металды материалдан жасалынған көпқабатты жылулық оқшаулау жүйесінің құрылымы қолданылатын күбыр жүйесінің жылулық жоғалудың аз шамасын қамтамасыз етеді. ТЕХ МАТ Север жылулық оқшаулану жүйесінің жабын қабатының оңтайлы қалындығын есептеу әдістемесі ұсынылған. Бұл әдіс сәулелендіру кезіндегі жылулық жоғалуды оңтайландырады. Жылу құбырының әртүрлі шартты диаметрлері үшін оқшаулану жүйесінің жабын қабатының оңтайлы қалындығы жарықтың жұтылуын сипаттайтын Бугер заңымен есептелген және жылулық сәулелендірудің карқындылығының әлсізденуін ескереді.

Кілттік сөздер: жылулық желілер, жылулық оқшаулау, алюминийді фольга, жылулық жоғалулар.

ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ МНОГОСЛОЙНОЙ ТЕПЛОВОЙ ИЗОЛЯЦИИ В ТЕПЛОСЕТЕЯХ

С. К. Абильдинова¹, Г. Н. Байдюсенов¹, А. К. Макатов²

¹Алматинский университет энергетики и связи, г.Алматы, Казахстан

²Карагандинский государственный технический университет, г.Караганда, Казахстан

Аннотация. Многослойная теплоизоляционная система ТЕХ МАТ «Север» обеспечивает тепловую защиту трубопроводов теплосети и теплоизоляцию различного оборудования с эксплуатационной температурой содержащихся в них веществ в диапазоне от 20°C до 900°C. Преимуществом данной модели теплоизоляции перед другими является возможность ее применения для наземных участков труб теплотрассы. Конструкция рассматриваемой многослойной теплоизоляционной системы из металлизированных материалов рулонного типа обеспечивает минимальные суммарные тепловые потери эксплуатируемого трубопровода. В работе предложена методика расчета толщины покровного слоя теплоизоляционной системы теплопровода ТЕХ МАТ «Север», оптимизирующей потери тепла излучением. Оптимальная расчетная толщина покровного слоя теплоизоляции для различных условных диаметров теплопровода определена по закону Бугера о поглощении света и учитывает ослабление интенсивности теплового излучения.

Ключевые слова: тепловые сети, тепловая изоляция, алюминиевая фольга, тепловые потери.

РАДИОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА

МРНТИ 47.05.03

Е. Жунусбеков¹, А. Елеманова^{1,2}, Л. Алтынбекова², Г. Садикова², Г. Балбаев^{1,2}

¹Гылым Ордасы, г. Алматы, Казахстан

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

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

Аннотация. В статье исследуется качество связи в беспроводных сетях и оценка качества связи по основным параметрам внутреннего и наружного применения с полученными экспериментальными данными. Анализ влияния условий распространения радиоволн в сетях беспроводной связи проводился в разных типах сред. Проведено сравнение распространения радиоволн в помещении и на открытом воздухе. Также было выполнено влияние препятствий различных материалов на распространение радиоволн. Также оценивается влияние различных типов препятствий на распределение радиосигнала. Учитывая относительный размер мощности принятого сигнала, можно сказать, что наличие гипсокартона и ДСП примерно одинаково влияет на распределение радиосигнала в волноводе, воздействуя на металл, препятствие имитировалось тонким листом фольги, затухание сигнала отражается ослаблением сигнала вплоть до его исчезновения, которое характеризуется относительной мощностью сигнала БД. Керамическое препятствие оказывает наименьшее влияние на мощность передаваемого сигнала, что отражается в графике по размеру БД.

Ключевые слова: промышленный микроконтроллер, многолучевая передача, антенна, отражение, препятствие, радиосигнал.

ВВЕДЕНИЕ

Современные радиотехнические средства позволяют упростить передачу данных с использованием недорогих микропроцессоров для многих систем управления и контроля, в том числе и для бытовых целей. Итак, работы [1-2], из которых известно, что передача информации происходит в жизни и жилищно-коммунальном хозяйстве в сети ZigBee. Однако для получения точных оценок по исследованию распределения сигнала в помещении необходимо принимать во внимание конкретный план комнаты. В работе представлены результаты экспериментов по исследованию качества связи в помещениях с различными препятствиями.

Для решения этой задачи был выполнен эксперимент по лабораторным установкам MSP-EXP430F6137R4 (два беспроводных модуля: MSP - EXP430F6137R4 - базовая плата с микроконтроллером MC430F6137 и MSP (MK) - EXP430F5137R4 - ретрансляционный платеж с МК CC430F5137 с частотой 433 МГц). Эксперимент выполнялся *in vitro* (технология выполнения экспериментов, когда опыты проводятся «в пробирке»). Модули (приемник передатчик) расположены на высоте 1,15 метра. Согласно теории планирования экспериментов [3] с конфиденциальной вероятностью $\beta = 99\%$ для обеспечения точности измерения с допустимой погрешностью $\epsilon = 0,5\%$ количество необходимых измерений определяется по формуле:

$$n \geq \left(\frac{t_\beta}{\epsilon_{\text{admissible}}} \right)^2 \quad (1)$$

Для конфиденциальной вероятности 0,99 возьмем значение коэффициента распределения Стьюдента. Мы получим количество необходимых измерений $N >= 30$. Поэтому в каждом эксперименте должно быть по 30 измерений. Исходя из полученных данных были рассчитаны:

- совокупность значений $M[X]$.
- дисперсия $D[X]$.
- среднее квадратичное отклонение $\sigma(x)$.

Модули (приемник передатчик) расположены на высоте 1,15 метра. Эксперименты проводились в одинаковых экспериментальных условиях:

1. Распределение радиосигнала в пределах прямой видимости.
2. Распределение радиосигнала в свободном пространстве.
3. Распределение радиосигнала в помещении со стационарными препятствиями.
4. Распределение радиосигнала с разными типами препятствий.

ЭКСПЕРИМЕНТ

1. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РАДИОСИГНАЛА В РАМКАХ ПРЯМОЙ ВИДИМОСТИ

Для выполнения эксперимента было установлено положение передатчика, приемник перемещался по прямой линии, отходя от первой (рисунок 1). Эксперимент повторялся 30 раз в 1-2 минуты.

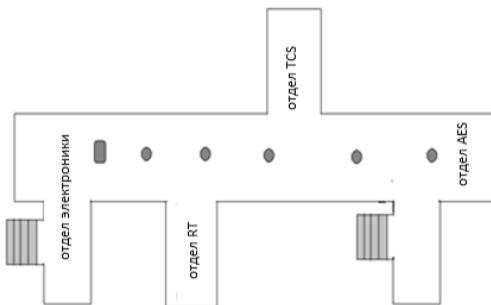


Рисунок 1 – Распределение радиоволн в комнате

В результате обработки данных видим, что сигнал монотонно ослабевает в соответствии с теорией [7]. Это обусловлено не только геометрическими параметрами здания, но и низкой мощностью передатчика и сильным ослаблением сигнала через препятствия. Наличие в здании стен, перегородок, мебели, людей и других объектов создает сложную среду распространения радиоволн. Основными эффектами, наблюдаемыми при распределении радиоволн в комнатах, являются многолучевость, вызванная повторными отражениями радиоволн от стен и других объектов, дифракцией на многочисленных острых краях объектов, находящихся в помещении, и рассеянием радиоволн. Эти эффекты создают сложную интерференционную структуру электромагнитного поля, которая сильно изменяется при перемещении людей и других объектов.

ЭКСПЕРИМЕНТ

2. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РАДИОСИГНАЛА В СВОБОДНОМ ПРОСТРАНСТВЕ

Эксперимент проводился на улице. Из рисунка 2 видно, что с увеличением расстояния между приемником и передатчиком сигнал исчезает. При распространении радиосигнала в свободном пространстве возникают проблемы, которые связаны с воздействием на сигнал различных параметров, таких, как дистанционное, многолучевое распределение, отражение и др. Уровень сигнала при приеме будет определяться не только частотой сигнала подшипника, но и расстоянием. Помимо очевидной тенденции затухания сигнала, наблюдаются быстрые колебания уровня мощности, которые зависят от расстояния. При

распределении сигнала в свободном пространстве принятая мощность обратно пропорциональна квадрату расстояния передающей антенны. Наблюдаются явления угасания сигнала. При некоторых значениях расстояния сигнала от антенн они проходят по-разному, поступают в противофазе к приемной антенне, которая может уменьшить мощность. При некоторых других значениях расстояния развиваются входящие сигналы, повышающие уровень сигнала.

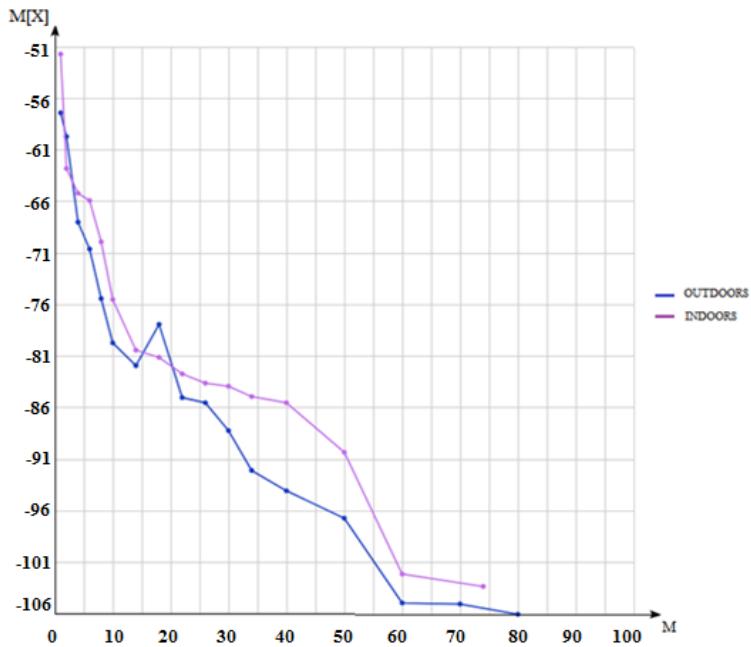


Рисунок 2 - График зависимости мощности сигнала от расстояния в пределах прямой видимости

При распространении сигнала в помещении на пути встречаются барьеры искусственного происхождения, такие, как мебель, стены и различные стенды. При распространении вне комнаты встречаются препятствия естественного происхождения, такие, как горы, деревья, газон, асфальт. Таким образом, любой более или менее широкий объект может создать препятствие. В зависимости от размеров барьера допустимы несколько вариантов: сигнал легко будет огибать препятствия или за найденным объектом формируется так называемая теменная зона с очень низким уровнем сигнала или сигнал будет вообще отсутствовать. По результатам эксперимента видно, что распределение сигнала из комнаты хуже, чем в помещении. Это объясняется отрицательным или деструктивным многолучевым распределением. Уменьшается сила сигнала, которая является уменьшением амплитуды. Когда несколько радиосигналов поступают в приемник одновременно и не находятся в фазе с основным сигналом, результатом будет снижение уровня сигнала. Предполагается, что феномен влияния других сигналов стал намного мощнее. В помещении при распределении радиосигнала заметен специальный коэффициент усиления, то есть увеличение силы сигнала, увеличение амплитуды по сравнению с распределением сигнала из помещения для MSP430RF4. Это также положительное или конструктивное многолучевое распределение сигнала. Когда несколько радиосигналов поступают в приемник одновременно и находятся в фазе или с малым по отношению к основному сигналу, результатом будет увеличение силы сигнала (увеличение амплитуды). Небольшое различие в фазах от 0 до 120 градусов приведет к увеличению уровня сигнала.

ЭКСПЕРИМЕНТ

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РАДИОСИГНАЛА СО СТАЦИОНАРНЫМИ ПРЕПЯТСТВИЯМИ

В помещении, в зоне сложной видимости, условия распределения радиоволн более разнообразны. Бетонные стены (марки М350) толщиной 10-15 см [4] между офисами являются стационарными препятствиями. Жесткие препятствия (часть конструкции здания) также влияют на возможности распространения радиосигнала.

Таблица 1 - Передача радиосигнала через бетонные стены

расстояние, м	4	6	10	12	20
M[X]	-63,4	-64,1	-75,1	-75,5	-98,2
D[X]	0,0346	0,0085	0,0079	0,0202	0,0042
$\sigma(x)$	0,186	0,0921	0,088	0,1421	0,0648

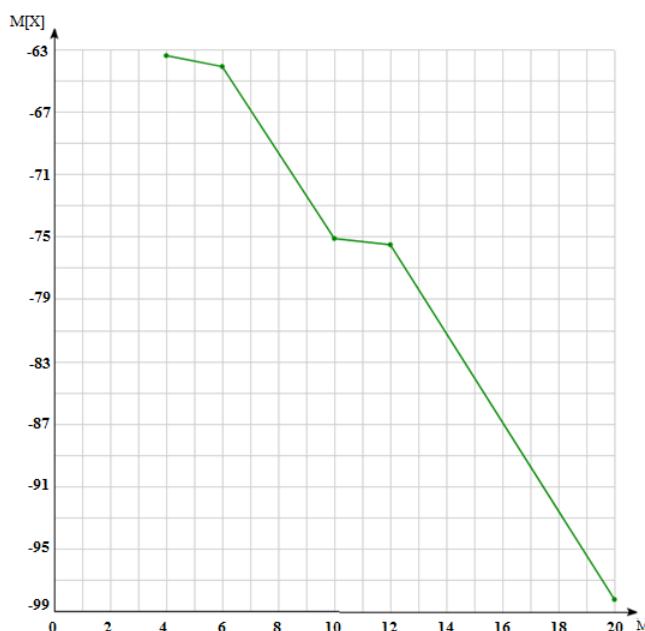


Рисунок 3 - График зависимости мощности сигнала от расстояния с учетом препятствий 1

Из таблицы 1 видно, что ослабление сигнала увеличивается на расстояние приемника от передатчика. При анализе результатов эксперимента необходимо учитывать отражение сигнала на стенах при нормальном падении радиоволны и «фокусировку» волнового потока за счет преломления [5]. При падении радиоволны на интерфейс двух сред с различными показателями преломления часть волны отражается обратно. Коэффициенты отражения S_{11} и прохождения S_{21} определяются по формулам:

$$S_{11} = \left(\frac{n_2 - n_1}{n_2 + n_1} \right), \quad S_{21} = \frac{4n_2 n_1}{(n_2 + n_1)^2}, \quad (2)$$

где n_1, n_2 - показатели преломления сред [6].

При расчете можно принять $n_1 = 1$ (воздух), $n_2 = 1,9 - 2$ (стена), затем от стены отразится около 10% сигнала. Без учета этого эффекта, это приводит к переоценке значения ослабления Q примерно на 0,5 дБ. Второй фактор - «фокусировка» радиоволны из-за преломления приводит к занижению величины поглощения, это объясняется на рисунке 4. Сферическая радиоволна, проходящая от точки О₁ при переходе от среды с показателем

преломления n_1 в среду с индикатором n_2 и снова в среду с индикатором n_1 располагается на оси O_1O_2 .

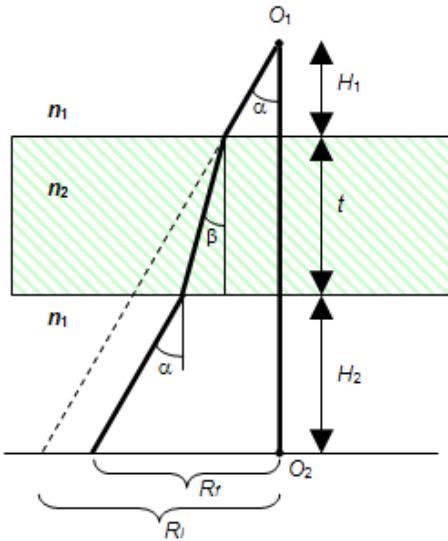


Рисунок 4 - Сужение радиоволны при прохождении через стену

Пусть приемник располагается в точке O_2 . Если стены не будет, то радиус конуса, с углом от вершины в точке O_1 на расстоянии $(H_1 + t + H_2)$, будет R_i . При наличии стенки по радиусу конуса будет R_f . Таким образом, в первом приближении, энергия передатчика в этом конусе в первом случае распределяется по квадрату, а во втором - на квадрате. Тогда относительное усиление сигнала в приемнике (при отсутствии поглощения в стенке) будет

$$M = \left(\frac{R_i}{R_f} \right)^2 = \frac{(H_1 + t + H_2) \cdot \operatorname{tg} \alpha}{H_1 \cdot \operatorname{tg} \alpha + t \cdot \operatorname{tg} \beta + H_2 \cdot \operatorname{tg} \alpha} = \frac{H_1 + H_2 + t}{H_1 + H_2 + t \cdot \operatorname{tg} \beta / \operatorname{tg} \alpha}, \quad (3)$$

$$\text{где } \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1}$$

По оси O_1O_2 ($\alpha = 0$) усиление

$$M \approx \frac{H_1 + H_2 + t}{H_1 + H_2 + t/n_2} \quad (4)$$

Усиление вследствие преломления будет как можно больше, если приемник и передатчик приводятся в угол ($H_1 = H_2 = 0$) (3 дБ). При увеличении расстояния приемника и передатчика до стены этот эффект быстро уменьшается.

Принимая во внимание рассмотренные факторы, результаты измерений поглощения Q в положениях 1-5 составили:

1. $Q = 0,7 \pm 1$ дБ (ситуация 1 и 2).
2. Бетонная стена толщиной 10 см $Q = 12,1 \pm 1$ дБ (ситуация 1 и 3, $L = 6$ м).
3. $Q = 0,4 \pm 1$ дБ (ситуация 3 и 4).
4. Бетонная стена толщиной 10 см от $Q = 22,7 \pm 1$ дБ (ситуация 3 и 5, $L = 10$ м).

Таким образом, в ходе экспериментов установлено, что если приемник и передатчик установлены на расстоянии нескольких сантиметров от стены (с разных сторон), бетонная стена приносит меньше всего ослабления - около 0,7 дБ с учетом преломления. Ослабление сигнала зависит от увеличения расстояния приемника до передатчика [8].

ВЫВОДЫ

По результатам проведенных экспериментов была получена зависимость мощности принимаемого сигнала от расстояния между приемником и внутренним пространством передатчика помещения в условиях прямой видимости. На расстоянии 10 м замечено снижение мощности сигнала на 4,2 дБм, на 20 метров 3,2 дБм, на 30 м 4,3 дБм, на 60 метров около 3 дБм. В результате эксперимента выяснилось, что благодаря беспроводной передаче текстовых и числовых данных между MSP430RF4 TI радиосигнал проходит лучше в помещении, чем вне комнаты.

Выяснилось, что затухание сигнала увеличивается на расстояние приемника от передатчика. При передаче информации между MSP430RF4 бетонные стены оказывают значительное влияние, так как в ситуации 1 и 2 ослабление сигнала составляет 0,7 дБм при ослаблении радиосигнала, а в положениях 3 и 4 - 0,4 дБм. На максимальном расстоянии, рекомендованном фирмой, производитель - 100 метров, радиосигнал резко ослабел на-98 дБм, то есть на этом расстоянии передача текстового или цифрового пакета информации невозможна.

Кроме этого, оценивалось влияние различных типов препятствий на распределение радиосигнала. Учитывая относительный размер мощности принятого сигнала, можно сказать, что наличие гипсокартона и ДСП примерно одинаково влияет на распределение радиосигнала в волноводе, воздействуя на металл, препятствие имитировалось тонким листом фольги, затухание сигнала при прохождении через препятствия и отражение происходит с ослаблением сигнала вплоть до его исчезновения, которое характеризуется относительной мощностью сигнала БД. Керамическое препятствие оказывает наименьшее влияние на мощность передаваемого сигнала, что отражается в графике по размеру БД.

Рекомендации: исследование микроконтроллера MSP 430 ... показало, что они рекомендуются для передачи текстовой и цифровой информации на расстоянии не более 90 метров в помещениях, которые могут быть характерными. Например, системами автоматизации «Умный дом», системы автоматизации жилищно-коммунального хозяйства или автоматизированных систем управления зданиями.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Jun Wang и др. Формирование приоритетных и энергосберегающих сетей ZigBee - ценовой подход, телекоммуникационные системы. 2011. (англ.).
- [2] Баронти П. и др. Беспроводные сенсорные сети: обзор современного уровня техники и стандартов 802.15.4 и ZigBee // Computer Communications, Volume 30, Issue 7, 26 Май 2007. - Р. 1655-1695. (англ.).
- [3] Красовский Г. А., Филаретов Г. Ф. Экспериментальный дизайн. - Минск: БГУ, 1982. - 302 с.
- [4] Интернет-ресурс // Режим доступа: <http://beton224723.ru/info-marcs>, свободный.
- [5] Рыжов А. и др. Ослабление сверхширокополосного хаотического сигнала 3-5 ГГц, когда он проходит через стены здания. – 2012.
- [6] Сивухин Д. В. Общий курс физики. Внутриенно Оптика. - 3-е изд. – М.: ФИЗМАТХЛИТ, 2005. - 792 с.
- [7] Многопутное распределение радиоволн // Веб-сайт «Системы и сети»: <http://systemseti.com/CCPO/403.html>, свободный.
- [8] Тассиулас Л. Планирование и предельные показатели производительности сетей с постоянно изменяющейся топологией // IEEE Transactions on Information Theory, vol. 43, № 3, май 1997. - Р. 1067-1073. (англ.).

REFERENCES

- [1] [Jun Wang](#) et al. Forming priority based and energy balanced ZigBee networks a pricing approach, [Telecommunication Systems](#) September 2011.
- [2] [Paolo Baronti](#) et al. Wireless sensor networks: A survey on the state of the art and the 802.15.4 and ZigBee standards, [Computer Communications](#), Volume 30, Issue 7, 26 May 2007. - P. 1655–1695.
- [3] G. I. Krasovskii, G. F. Filaretov Experimental Design. - Minsk: BSU, 1982. - 302 p. (in Russ.).
- [4] <http://beton224723.ru/info-marcs>
- [5] A. I. Ryzhov et al., The weakening of the ultrawideband chaotic 3-5 GHz signal while it passes through the building walls. - Moscow, 2012. (in Russ.).
- [6] Sivuhin D. V. The general course of physics. IV. Optics. 3rd edition. - Moscow: PHYZMATHLIT, 2005. - 792 p. (in Russ.).
- [7] Multipath distribution of radiowaves. // website “Systems and Networks” - <http://systemseti.com/CCPO/403.html>
- [8] L. Tassiulas “Scheduling and performance limits of networks with constantly changing topology”, IEEE Transactions on Information Theory, vol.43, no.3, May 1997. - P. 1067-1073.

ДЕРЕКТЕРДІ ТАРАТУДЫҢ САПАСЫН ТӘЖІРИБЕЛІК ЗЕРТТЕУ

Е. Жунусбеков¹, А. Елеманова^{1,2}, Л. Алтынбекова², Г. Садикова², Г. Балбаев^{1,2}

¹Ғылым Ордасы, Алматы қ., Қазақстан

²Алматы энергетика және байланыс университеті, Алматы қ., Қазақстан

Aңдамна. Мақалада сымсыз желілердің және тәжірибеде алынған деректерді іште және сыртта қолданудың байланыс сапасы негізгі параметрлер бойынша сынни түрғыда зерттелді. Байланыс желілеріндегі радиотолқындардың таралуының әсері әртүрлі ортада талданды. Радиотолқындардың таралуына бөлмеде және ашық аудиа салыстырмалы талдау жүргізілді. Соңдай-ақ радиотолқындардың таралуына кедергі жасайтын түрлі материалдар тексерілді. Сонымен катар, радиосигналдың таралуына әсер ететін кедергілер де бағаланды. Қабылданған сигнал қуатының салыстырмалы мөлшерін ескере отырып, гипсокартон мен ДСП металл арқылы толқынжолдағы радиосигналдың таралуына бір дәрежеде әсер ететінін атап кетуге болады, кедергі фольганың жұқа парагы арқылы имитацияланады, әтетін сигналды әлсіретіп жойылуына дейін апарады, ол ДБ сигналының қуатымен сипатталынады. Керамикалық кедергі таратылатын сигналдың қуатына аз әсер етеді, ол БД мөлшері графигінде көрсетілген.

Кілттік сөздер: өнеркәсіптік микроконтроллер, көпсөулелік таралым, антенна, шағылышу, кедергілер, радиосигналдар.

EXPERIMENTAL STUDY OF THE QUALITY OF DATA TRANSMISSION

Y. Junusbekov¹, A. Yelemanova^{1,2}, L. Altynbekova², G. Sadikova², G. Balbayev^{1,2}

¹Gylym Ordasy, Almaty, Kazakhstan

²Almaty University of Power Engineering and Telecommunications, Almaty, Kazakhstan

Abstract. The paper explores the quality of communication in wireless networks and the assessment of the quality of communication for the main parameters of indoor and outdoor use. The analysis of the influence of the surrounding radio waves of wireless communication networks was carried out on different types of medium. The propagation of radio waves in the room and in the open air was compared. In

addition, there is some measurements of signal power passing through different obstacles. Also assesses the impact of different types of obstacles on the distribution of the radio signal. The ceramic obstacle has the least effect on the power of the transmitted signal, which is reflected in the graph according to the size of the database.

Key words: industrial microcontroller, multi-beam transmission, antenna, reflection, obstacles, radiosignals.

Б. Тультаев¹, А. Султан¹, А. Нушибалиева², Г. Балбаев^{1,2}

¹Гылым Ордасы, г.Алматы, Казахстан

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

ИССЛЕДОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ЗРЕНИЯ НА ОСНОВЕ АДАПТИВНОГО ФИЛЬТРА ДЛЯ ВНЕДРЕНИЯ В РОБОТОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

Аннотация. Адаптивный фильтр - это устройство оценки, которое моделирует взаимосвязь между двумя сигналами в итеративном режиме в реальном времени. Адаптивные фильтры позволяют считывать и обрабатывать сигнал, приспосабливаться или адаптироваться к существующим условиям функционирования. Важнейшей функцией выполняемой адаптивным фильтром, является моделирование системы.

Исследование в области применения нейронных сетей в робототехнике, а в частности изучение отдела головного мозга-мозжечка, который отвечает за координацию движений, также за возможность обеспечивать равновесие тела и регуляцию мышечного тонуса. Мозжечок - это область мозга, сильно связанная с адаптивным контролем и искусственным движением. Его важность подчеркивается тем фактом, что он содержит до 80% всех нейронов в человеческом мозге. Эти клетки расположены очень равномерно в дискретных мозжечковых микросхемах, которые повторяются через кору мозжечка. Это говорит о том, что существует один «мозжечковый алгоритм», реализованный в управлении множеством различных задач, где контрольная функция каждой отдельной области мозжечка зависит как от этого внутреннего алгоритма, так и от архитектуры, в которую он встроен.

Ключевые слова: мозжечок, адаптивный фильтр, вестибуло-окулярный рефлекс (VOR).

Понимание алгоритма мозжечка является фундаментальным шагом к пониманию биологических вычислений, участвующих в сенсомоторном контроле.

Модель адаптивного фильтра микросхемы мозжечка применяется для решения проблем биологического моторного управления, таких как вестибуло-окулярный рефлекс (VOR).

Данный адаптивный фильтр построен на основе метода минимальной среднеквадратичной ошибки и на основе адаптивной системы с эталонной моделью (АСЭМ).

На основе данных моделей адаптивного управления системой были сформулированы две альтернативные архитектуры для трехмерной стабилизации установки VOR для дальнейшей интеграции в роботизированные системы.

Модель адаптивного фильтра интерпретирует аналитические функции мозжечка. Для реализации данного замысла используются адаптивный фильтр с минимальной среднеквадратичной ошибкой и с эталонной моделью.

Характеристики модели базовой системы VOR были выбраны следующим образом [1]:

P – динамическая модель первого порядка глазодвигательной установки с передаточной функцией P(s) между скоростью вращения глаза x(t) и командой двигателя u(t) в качестве преобразования Лапласа в уравнении 1:

$$P(s) = \frac{ks}{s+1/T_p}, \quad (1)$$

где $T_p = 0.2$ с - постоянная времени;

$k = 1$ - коэффициент усиления.

B - модель мозгового ствола, который моделируется как интегральный протектор первого порядка, также чистый коэффициент усиления постоянного тока. Передаточная функция модели ствола мозга $B(s)$ представлена как преобразование Лапласа в уравнении 2:

$$B(s) = G_d + \frac{G_i}{s+1/T_i}, \quad (2)$$

где $G_d=1$ коэффициент усиления прямого канала,

$G_i=1/T_i=5$ - коэффициент усиления косвенного пути,

$T_i=0,5\text{s}$ - постоянная времени.

Дальнейшие симуляции выполнялись с различными версиями параметров G_d , G_i , T_i , T_p . Следует отметить, что точные значения на данном этапе не важны, но постоянные времена должны быть в диапазоне 100 мс.

Мозговой ствол обеспечивает контроль, который улучшает мозжечок, регулируя ответ через вес фильтра. Идеальная компенсация установки может быть достигнута самим мозговым стволом, когда $T_i=\infty$, 1, $G_i=1$, а $G_i=1/T_p$;

C – мозжечок;

$r(t)$ - скорость головы (желаемая скорость глаза);

$u(t)$ - команды движения;

$e(t)$ - сенсорная ошибка (сетчатка);

$z(t)$ - мозжечковая обработка управляющего входа;

$x(t)$ - фактическая скорость глаз.

На рисунке 1 показана архитектура, которая представляет собой линеаризованную модель горизонтальной VOR. В этом случае, мозжечок получает копии команды двигателя $u(t)$, как входные и выходные добавленные к опорному сигналу $r(t)$. Основная задача VOR состоит в том, чтобы преобразовать вестибулярный сигнал, который относится к скорости головы, командам двигателя и глазодвигательной установке, которые связаны с скоростью глаза.

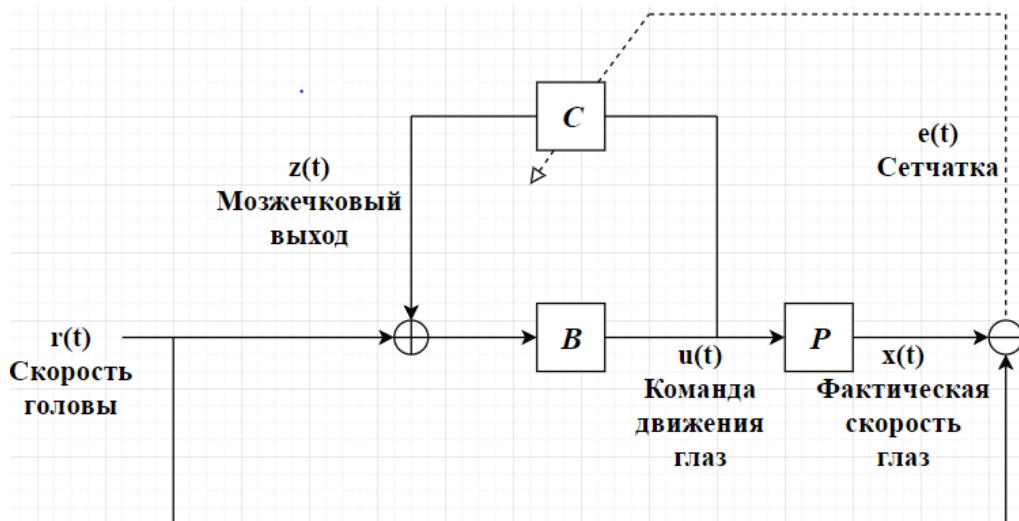


Рисунок 1 - Основная модель вестибуло-окулярного рефлекса (VOR)

Выходом является команда двигателя $u(t)$, а вход представляет собой соединение вестибулярной системы $r(t)$ и выход мозжечка $z(t)$, который приведен в уравнении 3:

$$z(t) = \sum_{i=0}^L w_i p(t - i \cdot \Delta T), \quad (3)$$

где вход $u(t)$ - адаптивный фильтр мозжечка С, который был разбит на число L-составляющих $p_1(t), \dots, p_n(t)$ с задержками между ними ΔT . $\Delta T=0,02s$ (всего 2 с),
 w_i - вес компонента p_i [2].

Мозговой ствол обеспечивает контроль, который улучшает мозжечок, регулируя ответ через вес фильтра. Идеальная компенсация установки может быть достигнута самим мозговым стволом.

Мозжечок реализуется как адаптивный фильтр FIR (конечный импульсный отклик) С, с выходом $z(t)$.

Правило регулировки веса:

а) адаптивный фильтр меняет свои веса в соответствии с корреляцией между входными компонентами и обучающими сигналами, а именно:

- в положительной корреляции, уменьшить вес;
- с отрицательной корреляцией, увеличением веса.

б) обучение прекращается, когда нет никакой корреляции между компонентными и обучающими сигналами.

Для уменьшения воспринимаемого визуального проскальзывания с входа необходимо изменить вес адаптивного фильтра. Ошибка $e(t)$ является прямым результатом производительности адаптивного фильтра (уравнение 4):

$$e(t) = (P - B^{-1} + C) \cdot x(t). \quad (4)$$

Как видно из уравнения 4, ошибка уменьшается до нуля, когда:

$$C = B^{-1} - P.$$

Данная топология обучения впоследствии не нуждается в переводе сенсорной ошибки в ошибку команды. По этой причине ожидается, что наблюдаемое визуальное скольжение создаст подходящий обучающий сигнал для адаптации фильтра. Правило для регулировки весов показано в уравнении 5:

$$\delta w_i = -\beta \langle p_j(t) \cdot \hat{u}(t) \rangle, \quad (5)$$

где δw_i - это изменение j-того веса w_j ;

β -константа коэффициента обучения. Значение этого параметра настраивается для быстрого обучения без нестабильности;

$\hat{u}(t)$ - значение проскальзывания сетчатки в момент времени t;

$p_j(t)$ - значение j-го фильтра в момент времени t [3].

Модельная архитектура системы была запрограммирована с использованием Matlab и Simulink. Блок показан на рисунке 2. Коды Matlab используются для запуска Simulink [4]. Эксперименты, приведенные ниже, были сделаны для простой установки первого порядка, чтобы доказать полезность алгоритма.

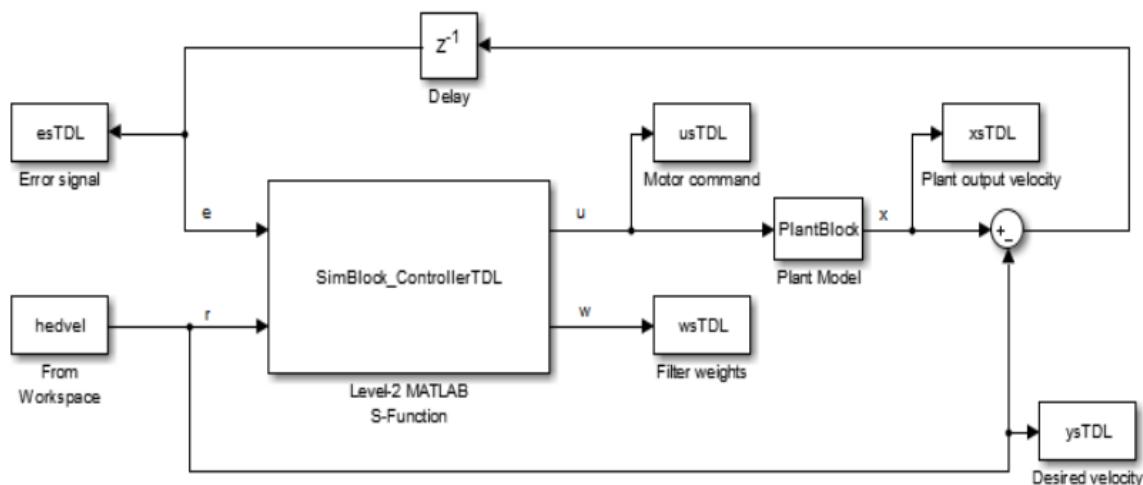


Рисунок 2 - Блок-схема в Simulink

Производительность системы с ограниченным диапазоном входного сигнала белого шума, то есть скорость головы, вызвала скачок сетчатки с низкой частотой, что ожидается из-за существующего контроллера ствола мозга В (рисунок 3).

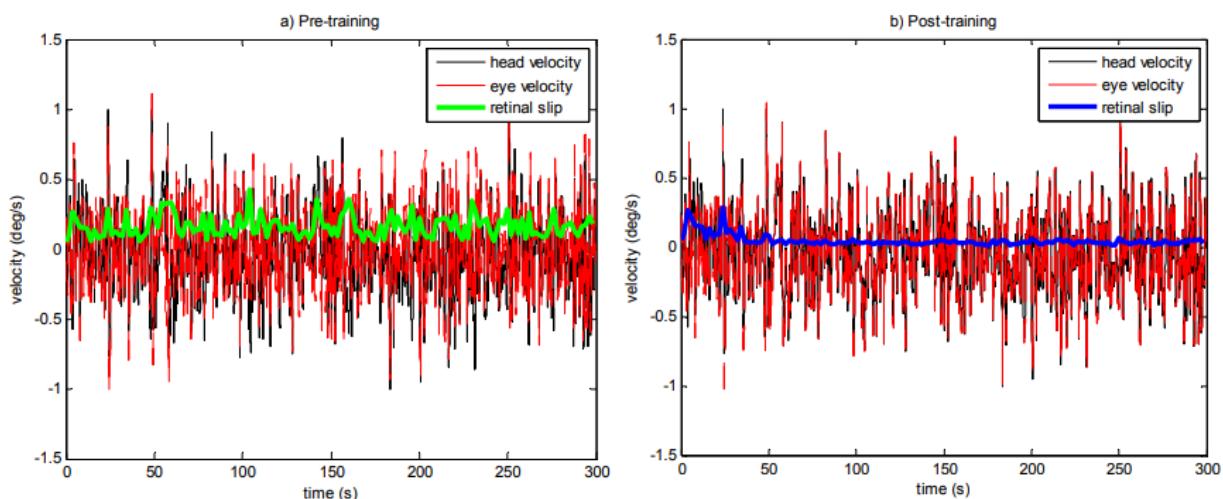


Рисунок 3 - Ошибка до и после обучения

Согласно этим графикам можно констатировать, что он не может поддерживать эксцентричный взгляд. Временной ход установки и ствола мозга непосредственно влияют на то, как быстро положение глаз возвращается к первоначальному значению.

Вход для этой системы представляет собой сигнал скорости головы, смоделированный как белой шум, ограниченный полосой, как и раньше. Обучение начинается через 30 секунд. Для тестирования того, как значение скорости обучения влияет на производительность, каждый раз, когда один и тот же набор сигналов используется как вход r . Разница между проскальзыванием сетчатки пред-тренировочных и пост-тренировочных экспериментов дает лучшее понимание того, как адаптивный компонент снижает погрешность (рисунок 4) [5].

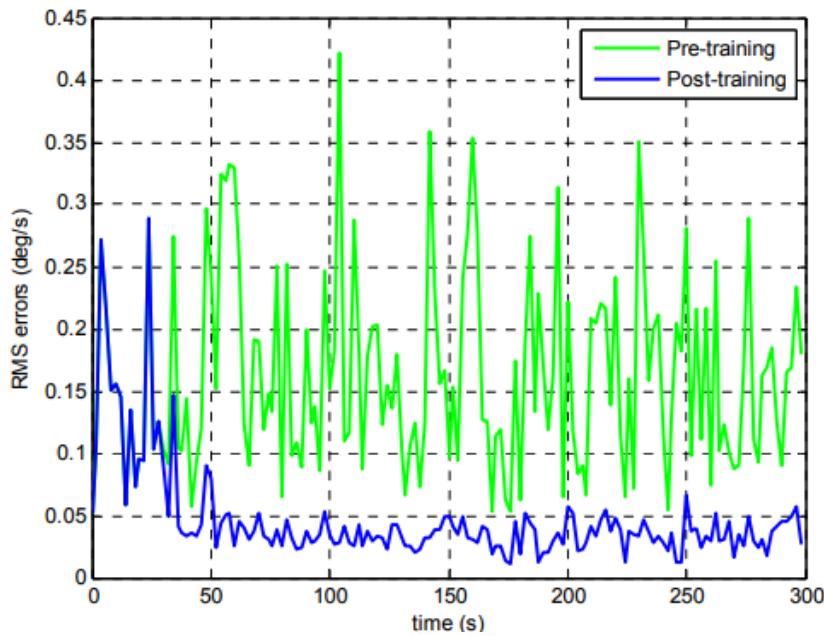


Рисунок 4 -Сдвиг сетчатки до и после тренировки (обучение началось через 30 секунд)

Необходимо обеспечить, чтобы обучение было достаточно медленным, чтобы справиться со следующими проблемами:

- возмущения установки;
- задержки;
- изменения динамики установки.

Следующий эксперимент выполняется для той же системы с различными значениями скорости обучения (рисунок 5а, 5б).

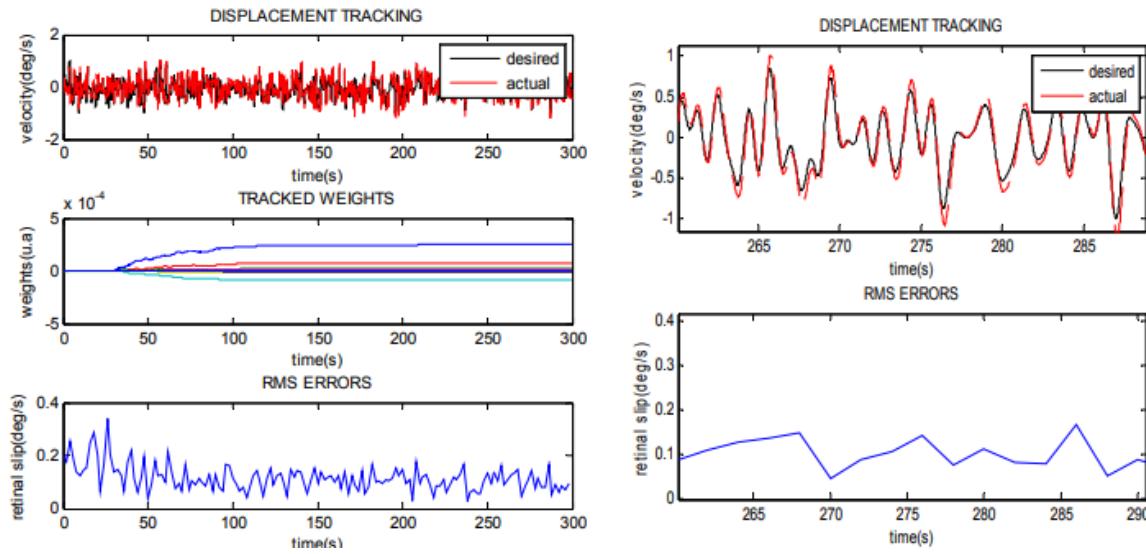


Рисунок 5а - Производительность системы при скорости обучения $\beta=0,001$

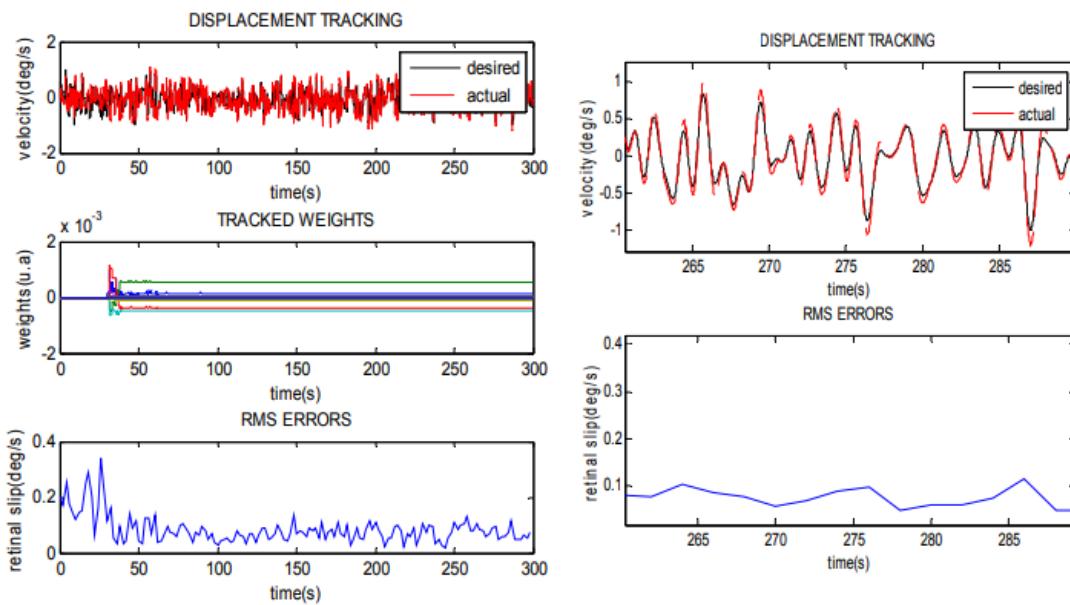


Рисунок 5б – Производительность системы при скорости обучения $\beta=0.01$

Он начинался с $\beta=0,001$ и каждый раз увеличивался, некоторые из экспериментальных результатов представлены ниже. Графики (рисунки 6, 7, 8, 9) с левой стороны показывают производительность на всю продолжительность эксперимента, а на правой стороне показаны краткими снимками одних и тех же сюжетов для ясности.

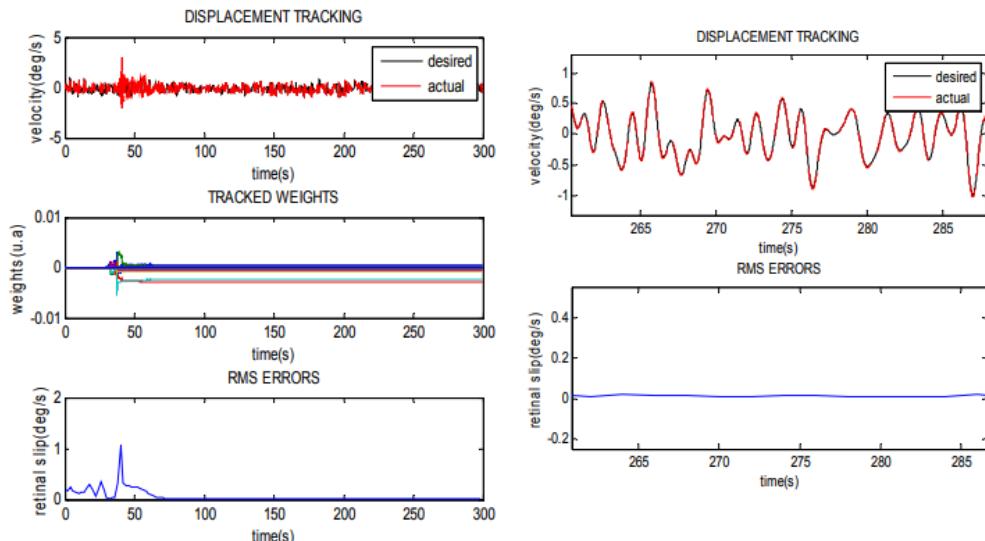


Рисунок 7 - Производительность системы прискорости обучения $b=1$

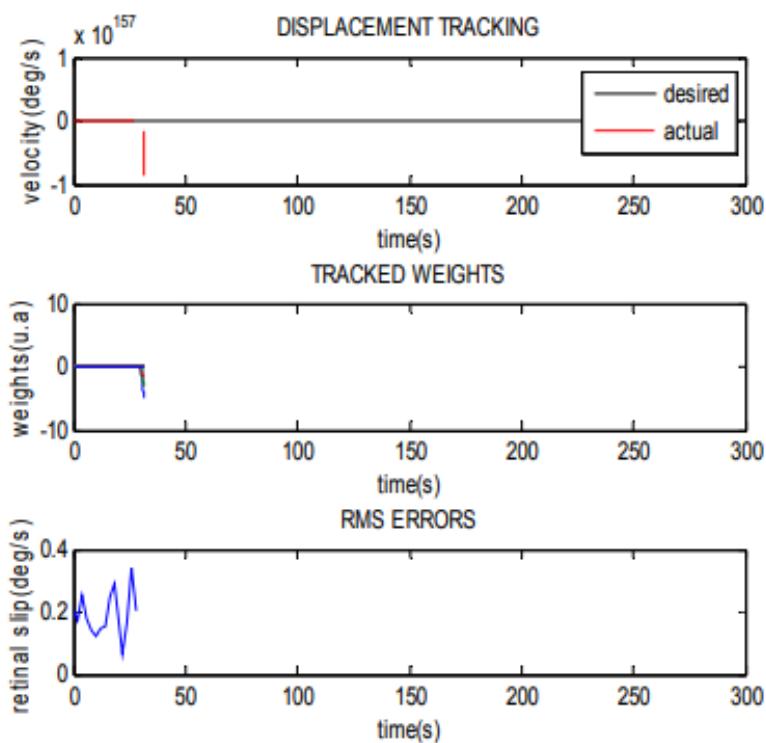


Рисунок 8 - Производительность системы при скорости обучения $b=10$

График на рисунке 8 был построен для анализа того, как скорость обучения (β) влияет на ошибку. Фактически, если скорость обучения изменяется, время моделирования также должно быть изменено.

Причиной этого является то, что системе требуется соответствующее время для применения этого обучения. Однако в эксперименте выше время моделирования было одинаковым для разных скоростей обучения. Согласно графику, на рисунке 9, особенно для этого набора ввода, ошибка меньше, когда $\beta=1$. При $\beta>>1$ система становится неустойчивой [6].

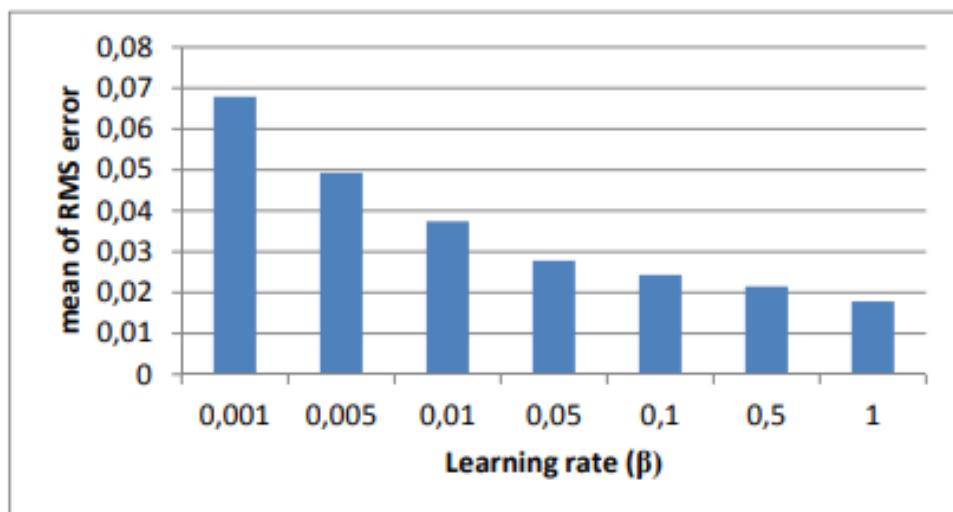


Рисунок 9 -Среднее значение ошибки СКО в отношении скорости обучения

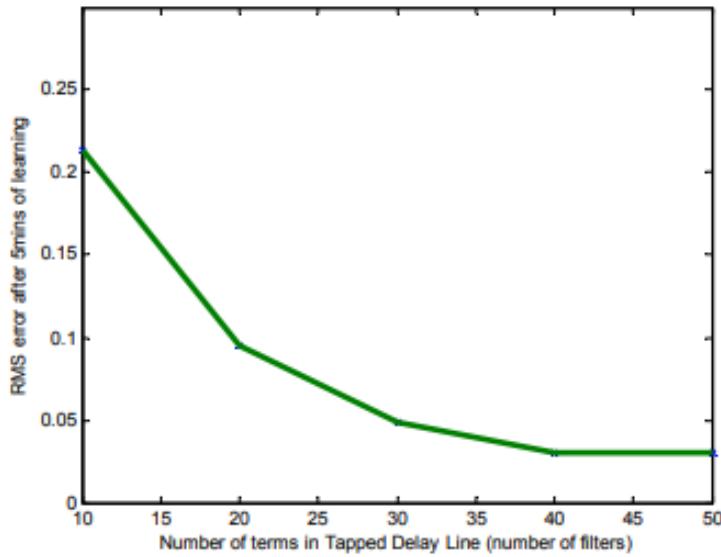


Рисунок 10 - Среднеквадратичная ошибка за последние 10 секунд для разных номеров фильтров

На рисунке 10 показано, как СКО-ошибка между желаемой и фактической скоростью глаза в течение последних 10 секунд для различного количества фильтров. Как видно на графике, ошибка СКО уменьшается с увеличением количества фильтров; если количество фильтров достаточно, ошибка будет близка к нулю.

В этом эксперименте после 150 секунд изучается адаптация к изменению параметров установки, реализуемая путем изменения коэффициента усиления. Производительность системы показана на рисунке 11.

Масштаб рисунка 11, показанный на рисунках 12, 13, 14, начнется, когда прирост растения изменится и закончится обучение соответственно.

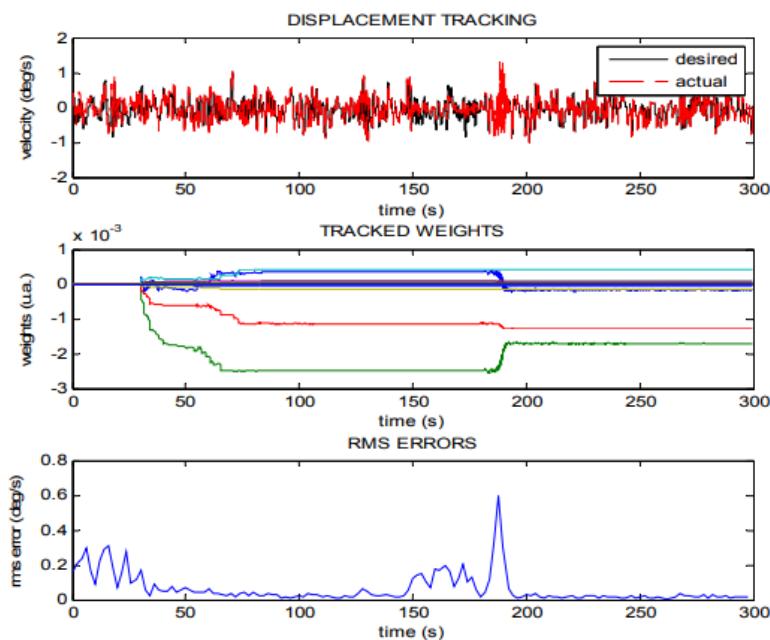


Рисунок 11 - Производительность системы с динамической установкой

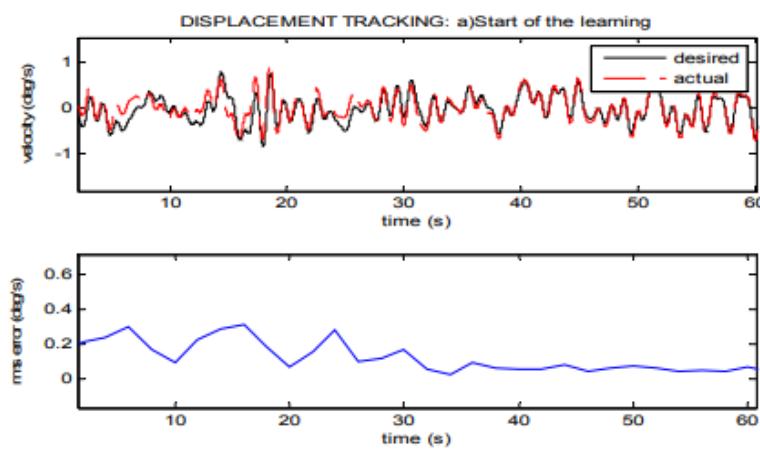


Рисунок 12 - Начало обучения

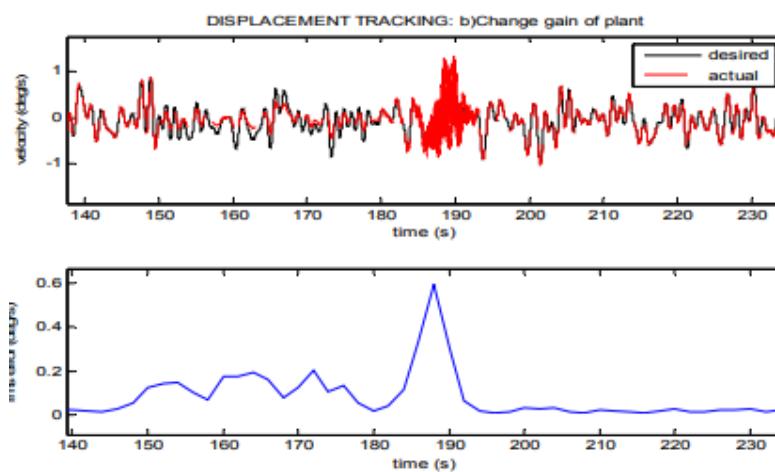


Рисунок 13 - Изменение СКО на 150 с

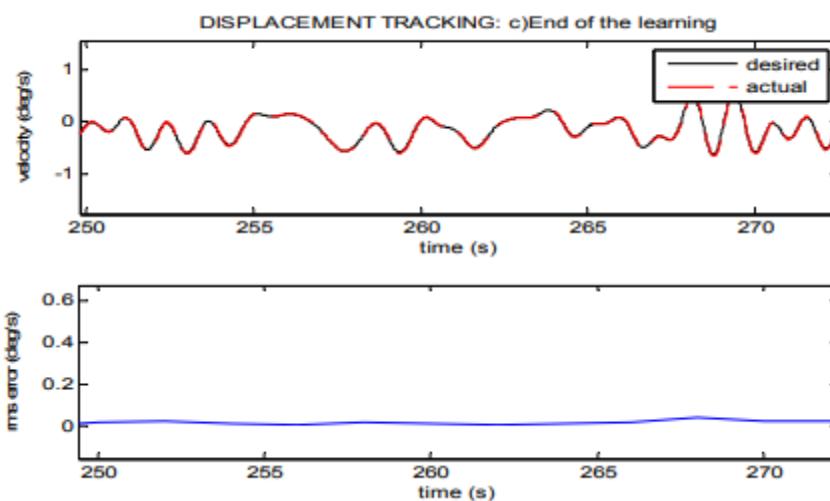


Рисунок 14 - Конец обучения

Для обеспечения более общеприменимого решения алгоритм должен быть расширен, чтобы расширить диапазон конкретных задач управления и быть подходящим для ряда установок с любым порядком. Чтобы решить эту проблему, используется концепция адаптивного управления эталонной моделью (АСЭМ).

На рисунке 15 показана архитектура горизонтальной VOR с использованием концепции АСЭМ, где М - эталонная модель.

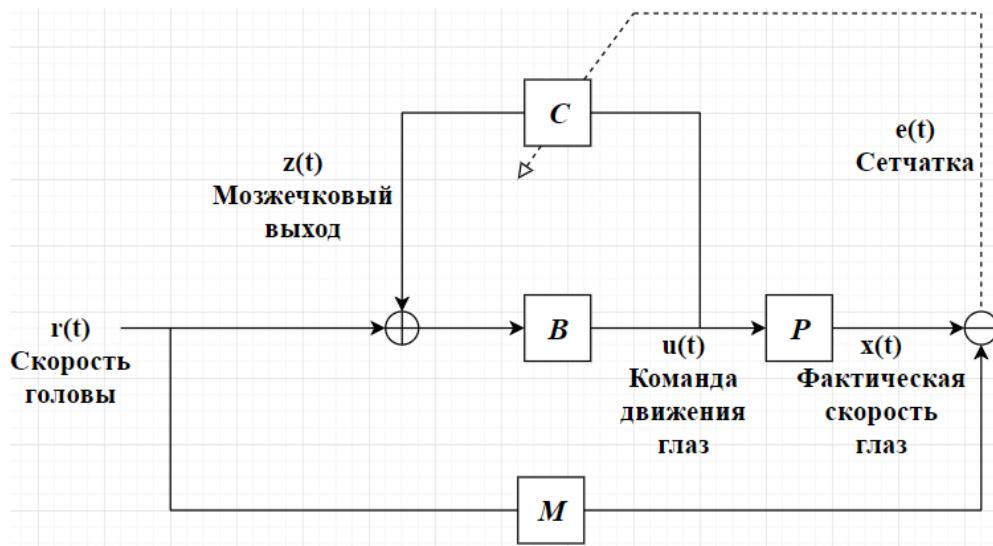


Рисунок 15 - Схема адаптивной системы с эталонной моделью (АСЭМ)

Роль АСЭМ заключается в том, чтобы определить закон управления обратной связью, который изменяет динамику заводской и эталонной модели, описывает желаемые свойства ввода/вывода замкнутой установки [7].

Алгоритм мозжечка должен быть расширен, чтобы контролировать глазодвигательную установку Р (уравнение 6):

$$P = \frac{\prod_{i=1}^m s + b_i}{\prod_{j=1}^n s + a_j}, \quad (6)$$

где $n \geq m$.

Если $n > m$, тогда обратный компенсатор будет иметь ненадлежащую функцию передачи $K = P^{-1}$, выход которого трудно реализовать, и это приводит к шумной высокочастотной производительности и нестабильности в правиле обучения. Чтобы убедиться, что нужный контроллер хорошо работает, исходная вычислительная модель VOR расширяется с помощью эталонной модели М. Эталонная модель М определяет поведение управляемой модели. Модель диапазона М определяется в непрерывном времени (уравнение 7), как:

$$M(s) = \frac{1}{(\tau s + 1)^{n-m}}, \quad (7)$$

где $\tau = 0.1s$ - постоянная времени,

$n-m$ - порядок эталонной модели, который на самом деле является разницей между числом полюсов и нулями. С этой базовой моделью требуется определить контроллер $K = P^{-1}M$ (уравнение 8):

$$K = \frac{\prod_{j=1}^n s + a_j}{\prod_{i=1}^m (s + b_i)(\tau s + 1)^{n-m}}. \quad (8)$$

Опираясь на принцип работы данных моделей формируется две альтернативные архитектуры управления для трехмерной стабилизации установки VOR для адаптируемой моторной задачи со многими степенями свободы.

На Рисунке 16 показаны две альтернативные модели для трехмерной стабилизации установки VOR, где:

x_{hor} – горизонтальная угловая скорость;

x_{ver} – вращательная угловая скорость;

x_{tor} – вертикальная угловая скорость.

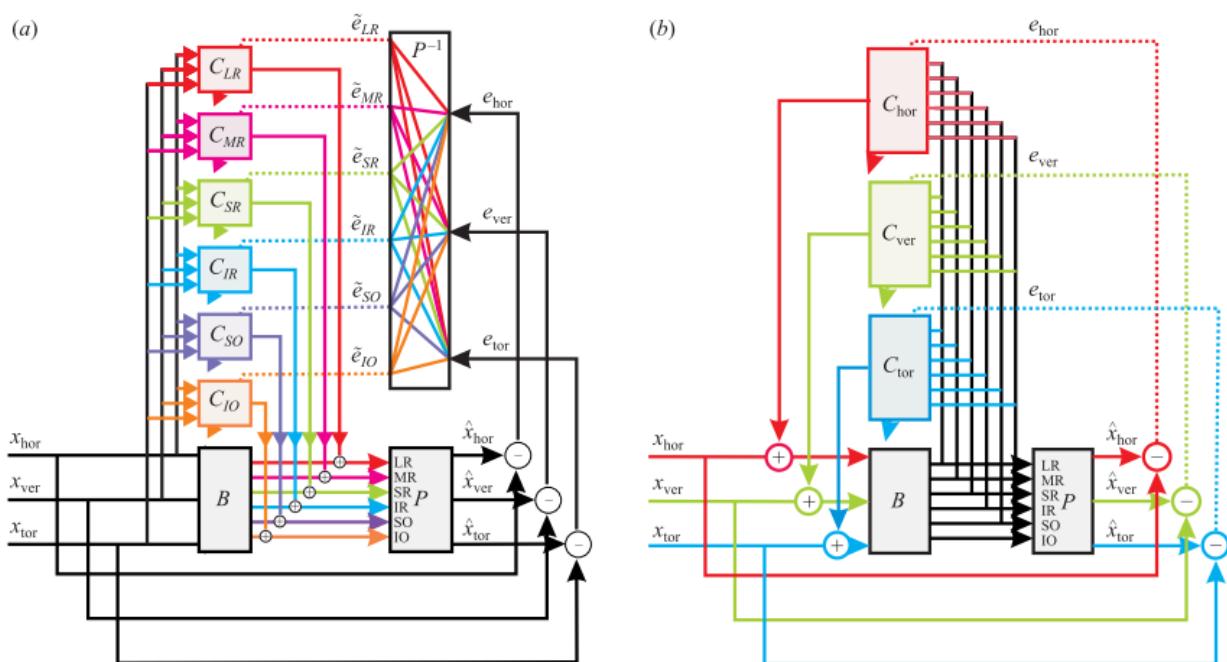
Согласно Рисунку 3 можно видеть сходство с основным VOR.

В принципе, архитектура VOR дополняется для использования трехмерной (3DOF) установки. В качестве входных переменных будут использованы три составляющие угловой скорости x_{hor} , x_{ver} , x_{tor} (горизонтальные, вращательные, вертикальные).

Сигналы производят двигательные команды для шести глазодвигательных мышц, проходя через мозговой ствол B и мозжечок C , чтобы стабилизировать вращательное положение глаз в пространстве.

Архитектура обратной связи с ошибками представлена на Рисунке 16(a), там мозжечок получает три вестибулярных входных сигнала и посыпает шесть двигательных команд. Цвета используется для привлечения внимания к «пространству движений».

Рекуррентная архитектура представлена на Рисунке 16(b), там мозжечок, в качестве входов, принимает шесть команд двигателя и отправляет поправки к трем вестибулярным сигналам. В этом случае цвета используется для фокусировки к «пространству задач».



Фигура 16 – Архитектура для трехмерной стабилизации установки VOR
а) обратная связь, б) рекуррентная

Заключение

Анализ ошибки СКО после обучения показал удовлетворительную производительность. Затем была выполнена производительность системы с разными скоростями обучения. Сделан вывод, что более высокие скорости обучения приводят к меньшей ошибке СКО. Однако более высокие уровни обучения ($\beta >> 1$) приводят к нестабильности, следовательно, к полной потере отслеживания. Исследование отслеживания на динамической модели показывает, что адаптивный контроллер способен отслеживать, даже когда изменения происходят в модели установки. Это исследование адаптивного

контроля мозжечка, которое дополняется эталонной моделью, дает потенциальное общее решение для роботизированного контроля.

Адаптивная модель фильтра является биологически правдоподобной, поскольку она имеет аналогичную основную структуру для коры мозжечка и принцип работы хорошо подходит для основных функций мозжечка. Концепция управления декорреляцией является возможным механизмом управления мозжечковым двигателем.

Возможно адаптировать алгоритм адаптивного управления мозжечка встроенную архитектуру управления для адаптивного управления роботизированными системами с использованием многодисциплинарного подхода, который включает в себя теорию управления, нейробиологию, электронику, мехатронику, робототехнику, разработку программного обеспечения и встроенные вычисления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Экклс, Джон К. «Мозжечок как машина нейронов». (1967). (англ.).
- [2] Ито, Масао. «Мозговой мозг как нейронная машина». Прогресс в нейробиологии 78.3 (2006). - С. 272-303. (англ.).
- [3] Lenz, a et al., 2008. Контроллер стабилизации зрительного глаза, вдохновленный вестибуло-окулярным рефлексом. Биоиндикация и биомиметика. (англ.).
- [4] Lenz, A. et al., 2009. Адаптивное управление мозжечком с помощью мозжечка с помощью пневматических искусственных мышц. IEEE по системам, человеку и кибернетике. Часть В, Кибернетика: публикация IEEE Systems, Man and Cybernetics Society, 39 (6). - С. 1420-33. (англ.).
- [5] Madisetti, E. V. K., Williams, D. B. & Douglas, S. C., 1999. Douglas, S. C. «Введение в адаптивные фильтры». (англ.).
- [6] Porrill, J., Dean, P. & Stone, J. V, 2004. Рекуррентная мозжечковая архитектура решает проблему с ошибкой. Труды. Биологические науки / Королевское общество, 271 (1541). - С. 789-96. (англ.).
- [7] Sejnowski, T. J., 1977. Хранение ковариации с нелинейно взаимодействующими нейронами. Math.Biol. 4. - С. 303-321. (англ.).

REFERENCES

- [1] Eccles, John C. "The cerebellum as a neuronal machine." (1967).
- [2] Ito, Masao. "Cerebellar circuitry as a neuronal machine." Progress in neurobiology 78.3 (2006). – P. 272-303.
- [3] Lenz, a et al., 2008. An adaptive gaze stabilization controller inspired by the vestibulo-ocular reflex. Bioinspiration& biomimetics.
- [4] Lenz, A. et al., 2009. Cerebellar-inspired adaptive control of a robot eye actuated by pneumatic artificial muscles. IEEE transactions on systems, man, and cybernetics. Part B, Cybernetics: a publication of the IEEE Systems, Man, and Cybernetics Society, 39 (6). - P. 1420–33.
- [5] Madisetti, E. V. K., Williams, D. B. & Douglas, S. C., 1999. Douglas, S. C. "Introduction to Adaptive Filters."
- [6] Porrill, J., Dean, P. & Stone, J. V., 2004. Recurrent cerebellar architecture solves themotor-error problem. Proceedings. Biological sciences / The Royal Society, 271(1541). - P. 789–96.
- [7] Sejnowski, T. J., 1977. Storing covariance with nonlinearly interacting neurons. Math.Biol. 4. - P. 303–321.

**РОБОТОТЕХНИКАЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕРГЕ ЕҢГІЗУ ҮШИН БЕЙІМДЕЛГЕН СҮЗГІНІҢ
НЕГІЗДЕМЕСІНДЕ ЖАСАНДЫ КӨЗҚАРАСТЫ ЗЕРТТЕУ**

Б. Тультаев¹, А. Султан¹, А. Нусибалиева², Г. Балбаев^{1,2}

¹Ғылым Ордасы, Алматы қ., Казахстан

²Алматы энергетика және байланыс университеті, Алматы қ., Казахстан

Аңдамна. Бейімделген сұзгі – бұл бағалау құрылғысы, қайтalamалы режимінде нақты уақытта екі сигналдың өзара байланысын модельдейді. Адаптивті сұзгілер сигнал оқып, өндеге, қолданыстағы жұмыс жағдайларына бейімделуге немесе бейімденуге мүмкіндік береді. Адаптивті сұзгі арқылы орындалатын ең маңызды функция жүйені модельдеу болып табылады.

Нейророботтар саласындағы зерттеулер, және, сонымен қатар, қозғалыстарды үйлесімділігіне жауапты бас мидың белеміндегі мишиқты зерттеу, сондай-ақ, денені тепе-тендіктे және бұлшық еттің тонусына мүмкіндік береді. Мишиқ - бұл мидың аймағы болып табылады, ол адаптивті бақылаумен және шебер қозғалумен тығыз байланысты. Адамның миындағы барлық нейрондардың 80% -на дейін бар екендігі оның маңыздылығына ерекше назар аударады. Бұл клеткалар мишиқтық микросхемаларда біркелкі орналасады, олар мишиқтың қыртысы арқылы қайталаңады. Бұл көптеген тапсырмаларды басқаруда іске асырылған бір «мишиқтық алгоритм» бар екенін көрсетеді, мидың әрбір жеке аймағының басқару функциясы осы ішкі алгоритмге және оғын ендірілген архитектурасына байланысты.

Кілттік сөздер: мишиқ, бейімделген сұзгі, вестибуло-көздік рефлексі (VOR).

**STUDY OF ARTIFICIAL VISION ON THE BASIS OF THE ADAPTIVE FILTER FOR
IMPLEMENTATION IN ROBOTIC SYSTEMS**

B. Tultayev¹, A. Sultan¹, A. Nussibaliyeva², G. Balbayev^{1,2}

¹Gylym Ordasy, Almaty, Kazakhstan

²Almaty University of Power Engineering and Telecommunications, Almaty, Kazakhstan

Abstract. An adaptive filter is a device of evaluation that simulates the relationship between two signals in the iterative mode in real time. Adaptive filters allow you to read and process the signal, adapt to existing operating conditions. The most important function performed by the adaptive filter is the simulation of the system.

A study on the application of neural networks in robotics, and in particular the study of the cerebellum-cerebellum, which is responsible for the coordination of movements, also for the ability to balance the body and regulate muscle tone. The cerebellum is a region of the brain strongly associated with adaptive control and skilful motion. Its importance is emphasized by the fact that it contains up to 80% of all neurons in the human brain. These cells are located very evenly in discrete cerebellar microcircuits, which are repeated through the cerebellar cortex.

Key words: cerebellum, Vestibulo-Ocular Reflex model, Adaptive filter model.

АВТОМАТИКА

IRSTI 621.643.03:665.7:528.422

N. V. Syabina¹, L. K. Ibrayeva¹

¹Almaty University of Power Engineering and Telecommunication, Almaty, Kazakhstan

THE HARMONIC LINEARIZATION COEFFICIENT DETERMINATION

Abstract. Modern main pipelines are a complex system with distributed parameters. As a rule, the presence of complex terrain entails additional difficulties in the modeling and study of such systems. The effects of nonlinear dependence in the liquid transportation system in the case of changes in the track profile and the presence of air accumulation require additional researches. The formulas used in the literature do not allow to estimate the values of the harmonic linearization coefficient for the forced oscillations domain of small amplitude. The article considers the problems of determining the coefficient of harmonic linearization. Calculation formulas are proposed for obtaining the required dependence taking into account the nonlinearity arising from asymmetric oscillations of the input value - the average velocity of the liquid, and the change in the angle of the characteristic inclination. As a result of the transformation, the dependence of the harmonic linearization coefficient for small vibration amplitudes is determined, which will allow to study various modes of self-oscillations in the future.

Key words: nonlinear dependence, the harmonic linearization coefficient, the forced oscillations amplitude.

Almost all real systems are more or less nonlinear. In the presence of air inclusions, the liquid transported through the main pipeline can be considered as a two-phase flow. The article [1] presents the characteristics of the friction forces dependence on the oil transportation speed when changing the route profile, where there are nonlinear sections.

The presence of a nonlinear characteristics requires the study of its effect on the properties of the liquid transportation system when changing the route profile and the presence of gas-air accumulations. The graphs of dependence of $P_{fric}(v)$ given in [1] shows that the system has a nonlinearity of Z_n , which corresponds to the characteristic of the unit with saturation and displacement $x^0 = v^0$, where v^0 is the value characterizing the velocity mode in the pipeline [3]. Moreover, the parameters of nonlinearity depend on the air amount [2]. We take as a nonlinearity dependence $P_{fric}(v)$, close to the typical (Figure 1).

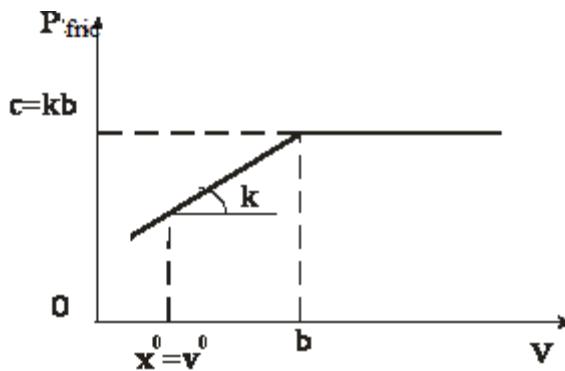


Figure 1 - Non-linear dependence of pressure losses on friction P_{fric} from the average fluid velocity v

In the case of asymmetric oscillations for the nonlinearity characteristics [1] at $a=A_e$ and following the condition $a \geq b+|x^0|$ we have [2]:

$$q(a, x^0) = \frac{k}{\pi} \left[\arcsin \frac{b-x^0}{a} + \arcsin \frac{b+x^0}{a} + \frac{b-x^0}{a} \sqrt{1-\left(\frac{b-x^0}{a}\right)^2} + \frac{b+x^0}{a} \sqrt{1-\left(\frac{b+x^0}{a}\right)^2} \right], \quad (1)$$

where a is an amplitude of periodic oscillations.

Since the formula (1) does not allow us to calculate the harmonic linearization coefficient for a small amplitude $a \geq b-|x^0|$ oscillation domain, to obtain the required dependence we use the nonlinear characteristic $F(\Delta v)$ for asymmetric oscillations of the input value Δv , which is shown at Figure 2. The shown in the figure inclination angle k_2 of the characteristic may vary.

For this type nonlinearities the harmonic linearization coefficient value $q(a)$ will be the following:

$$q(a, x^0) = k - \frac{k_2 - k_1}{\pi} \left[(b-x^0) \sqrt{1-\left(\frac{b-x^0}{a}\right)^2} + (b+x^0) \sqrt{1-\left(\frac{b+x^0}{a}\right)^2} A_e \left(\arcsin \frac{b-x^0}{a} + \arcsin \frac{b+x^0}{a} \right) \right], \quad (2)$$

We should substitute $a=A_e$, $x^0=v^0$ and k_2 in (2). However, according to the formula (2) the values of $q(a)$ can be calculated also only if $a \geq b+|x^0|$.

To investigate the model in the domain of small values of forced oscillations amplitude, which is typical for a real object, we obtain an expression for $q(A_e, v^0)$ for small amplitude values in accordance with Figure 2.

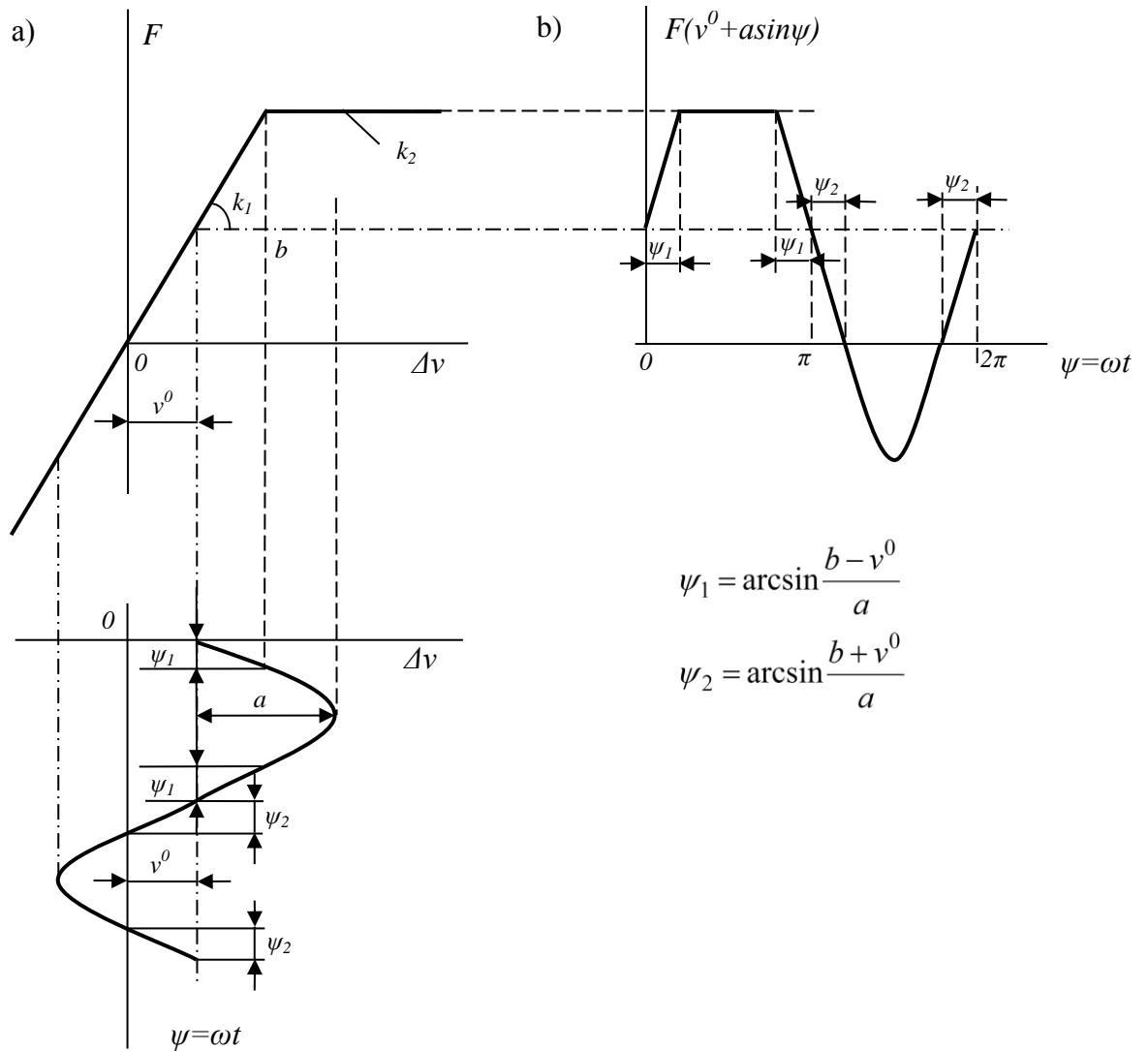


Figure 2 – The calculation of the harmonic linearization coefficient

In accordance with the values of the function $F(v^0 + A_e \sin \psi)$ shown in Figure 2b we calculate $q(A_e, v^0)$ values. According to the figure we have:

$$\begin{aligned}
 q(A_e, v^0) &= \frac{1}{\pi A_e} \int_0^{2\pi} F(v^0 + A_e \sin \psi) \sin \psi d\psi = \\
 &= \frac{1}{\pi a} \left\{ 2 \int_0^{\psi_1} k_1 (v^0 + A_e \sin \psi) \sin \psi d\psi + 2 \int_{\psi_1}^{\pi/2} k_1 b \sin \psi d\psi + \right. \\
 &\quad + 2 \int_{\psi_1}^{\pi/2} k_2 [a \sin \psi - (b - v^0)] \sin \psi d\psi - 2 \int_0^{\psi_2} k_1 (v^0 - a \sin \psi) \sin \psi d\psi + \\
 &\quad + 2 \int_{\psi_2}^{\pi/2} k_1 (a \sin \psi - v^0) \sin \psi d\psi = \frac{1}{\pi A_e} \left\{ -2k_1 v^0 \cos \psi \Big|_0^{\psi_1} + \right. \\
 &\quad + 2k_1 a \left(\frac{\psi}{2} \Big|_0^{\psi_1} - \frac{1}{4} \sin 2\psi \Big|_0^{\psi_1} \right) - 2k_1 b \cos \psi \Big|_{\psi_1}^{\pi/2} + 2k_2 A_e \left(\frac{\psi}{2} \Big|_{\psi_1}^{\pi/2} - \frac{1}{4} \sin 2\psi \Big|_{\psi_1}^{\pi/2} \right) + \\
 &\quad + 2k_2 (b - v^0) \cos \psi \Big|_{\psi_1}^{\pi/2} + 2k_1 v^0 \cos \psi \Big|_0^{\psi_2} + 2k_1 A_e \left(\frac{\psi}{2} \Big|_0^{\psi_2} - \frac{1}{4} \sin 2\psi \Big|_0^{\psi_2} \right) + \\
 &\quad \left. + 2k_1 A_e \left(\frac{\psi}{2} \Big|_{\psi_2}^{\pi/2} - \frac{1}{4} \sin 2\psi \Big|_{\psi_2}^{\pi/2} \right) + 2k_1 v^0 \cos \psi \Big|_{\psi_2}^{\pi/2} \right\}. \tag{3}
 \end{aligned}$$

Substituting the integration limits and the angles values

$$\psi_1 = \arcsin \frac{b - v^0}{A_e}, \quad \psi_2 = \arcsin \frac{b + v^0}{A_e},$$

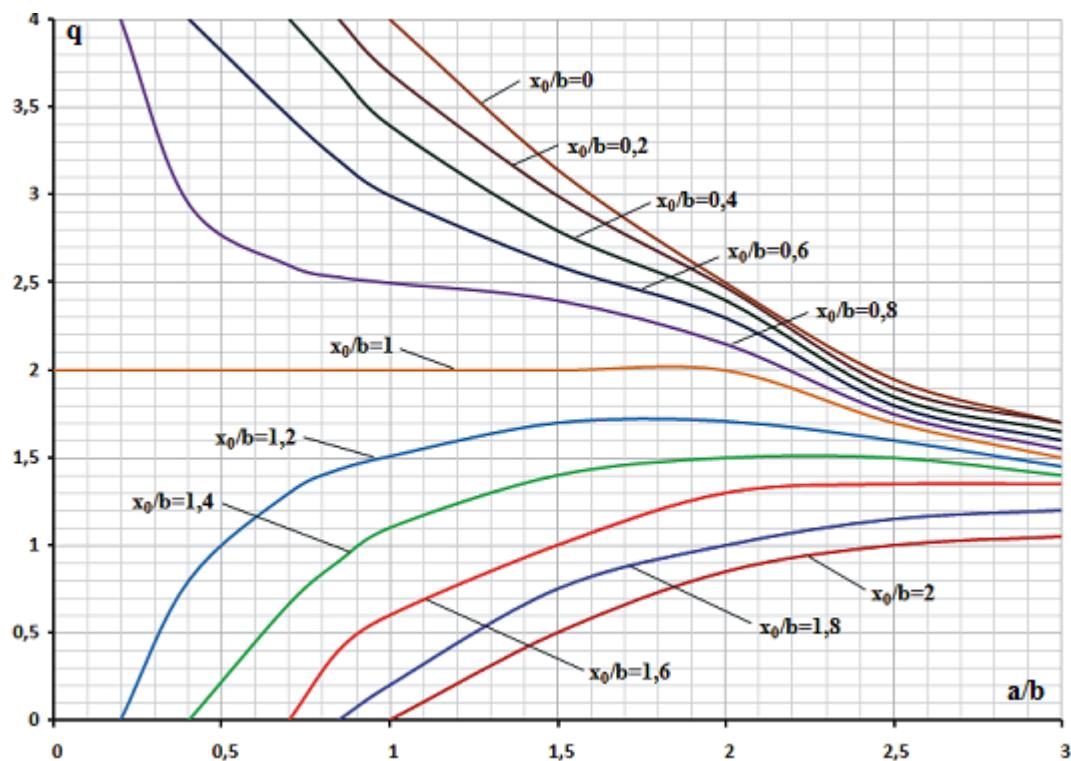
we obtain finally:

$$q(A_e, v^0) = \frac{k_1 + k_2}{2} - \frac{k_1 - k_2}{\pi A_e} \left[(b - v^0) \sqrt{1 - \frac{(b - v^0)^2}{A_e^2}} + A_e \arcsin \frac{(b - v^0)}{A_e} \right]. \tag{4}$$

Then at $k_2=0$ and $a \geq b - v^0$ according to figure 2 we have:

$$q(A_e, v^0) = \frac{k_1}{2} - \frac{k_1}{\pi A_e} \left[(b - v^0) \sqrt{1 - \frac{(b - v^0)^2}{A_e^2}} + A_e \arcsin \frac{(b - v^0)}{A_e} \right]. \tag{5}$$

The graph of dependence $q(a)$ is shown at Figure 3.



Here: by the x -axes - amplitude a/b ; by the y -axes - the nonlinearity coefficient q .

Figure 3 - The dependence of the harmonic linearization coefficient q of the relative amplitude a/b

The graph of dependence $F(x^0, a)$ is shown at the Figure 4.

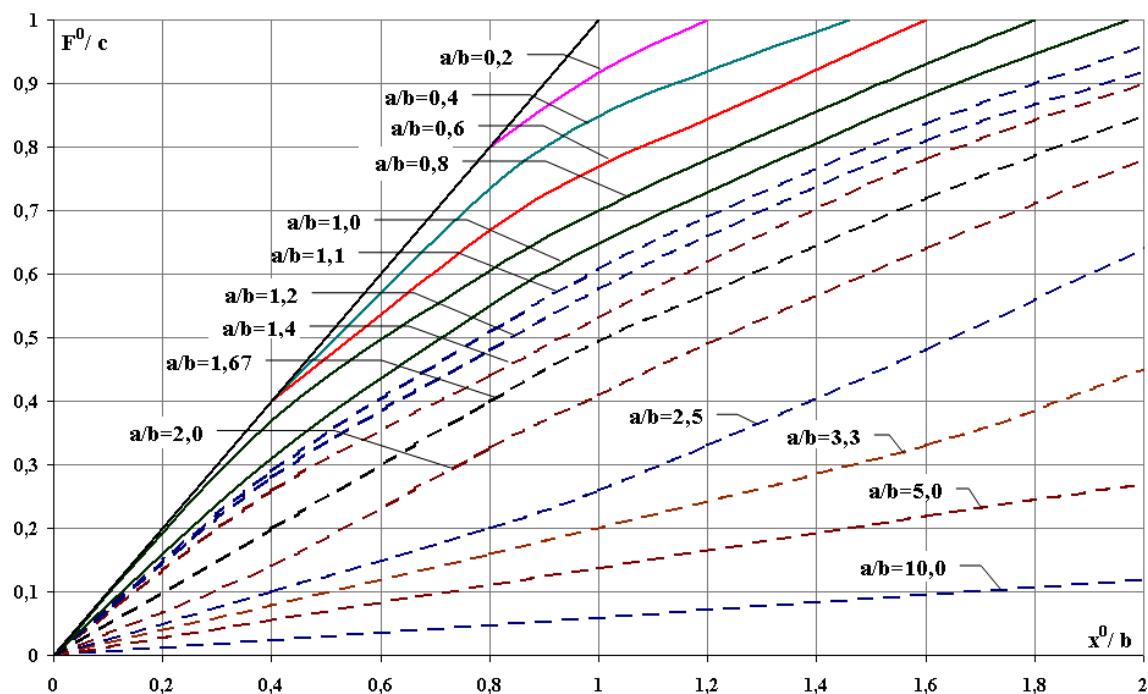


Figure 4 - Dependence of the constant component F on the amplitude a and the input constant component x^0

Thus, the obtained dependence of the harmonic linearization coefficient $q(a)$ for small oscillation amplitudes will allow to explore various oscillation modes.

REFERENCES

- [1] Kutukov S. E., Bakhtizin R. N., Shammazov A. M. Evaluation of the gas concentration effect on pipeline characteristics // Access mode:
http://www.ogbus.ru/authors/Kutukov/Kutukov_7.pdf, free (date of access 21.11.17).
- [2] Popov E. P. Theory of Automatic Control nonlinear systems. - Moscow: Science, 1979. - 256 p. (in Russ.).
- [3] Husseynzade M. A., Drugina L. I., Petrova O. N., Stepanova M. F. Hydrodynamic processes in complex pipeline systems. M.: Nedra, 1991. 164 p. (in Russ.).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Кутуков С. Е., Бахтизин Р. Н., Шаммазов А. М. Оценка влияния газового скопления на характеристику трубопровода // Режим доступа:
http://www.ogbus.ru/authors/Kutukov/Kutukov_7.pdf, свободный (дата обращения: 21.11.2017).
- [2] Попов Е. П. Теория нелинейных систем автоматического регулирования и управления. - М.: Наука, 1979. - 256 с.
- [3] Гусейнзаде М. А., Другина Л. И., Петрова О. Н., Степанова М. Ф. Гидродинамические процессы в сложных трубопроводных системах. М.: Недра, 1991. - 164 с.

ГАРМОНИКАЛЫҚ СЫЗЫҚТАНДЫРУ КОЭФФИЦИЕНТИН АНЫҚТАУ

Н. В. Сябина¹, Л. К. Ибраева¹

¹Алматы энергетика және байланыс университеті, Алматы қ., Қазақстан

Аннотация. Қазіргі заманғы магистральды құбырлар таратылған параметрлі күрделі жүйе. Әдетте, осындай жүйелерді модельдеу және зерттеу барысында жердің күрделі рельефі қосымша қызындықтардың себебі болып табылады. Мұнай тасымалдау жүйесінде трасса профилі өзгергенде және газ-аяу жыныстықтары пайда болғанда бейсызықты тәуелділіктер қосымша зерттеулерді талап етеді. Келтірілген формулалар кіші амплитудалық амалсыз тербелістер аймағында гармоникалық сыйықтандыру коэффициентінің мәнін бағалауға мүмкіндік бермейді. Мақалада гармоникалық сыйықтандыру коэффициентін анықтау сұраптары қарастырылады. Кірістегі шама – сұйықтық ортасынан орта жылдамдығы және сипаттаманың иілу бұрышы симметриялық емес тербелгенде пайда

болатын бейсизықтықты есепке алатын тәуелділікті анықтауға арналған есептеу формулалары ұсынылады. Түрлендірuler орындау нәтижесінде келешекте автотербелістердің әртүрлі режимдерін зерттеуге мүмкін беретін амплитудалардың кіші шамасында гармоникалық сзықтандыру коэффициенті анықталған.

Kілттік сөздер: бейсизықты тәуелділік, гармоникалық сзықтандыру коэффициенті, еріксіз тербеліс амплитудасы.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ГАРМОНИЧЕСКОЙ ЛИНЕАРИЗАЦИИ

Н. В. Сябина¹, Л. К. Ибраева¹

¹Алматинский университет энергетики и связи, г.Алматы, Казахстан

Аннотация. Современные магистральные трубопроводы представляют собой сложную систему с распределенными параметрами. Как правило, наличие сложного рельефа местности влечет за собой появление дополнительных трудностей при моделировании и исследовании таких систем. Влияние нелинейной зависимости в системе транспортировки жидкости при изменении профиля трассы и наличии воздушных скоплений требует проведения дополнительных исследований. Приведенные в литературе формулы не позволяют произвести оценку значений коэффициента гармонической линеаризации для области вынужденных колебаний малой амплитуды. В статье рассматриваются вопросы определения коэффициента гармонической линеаризации. Предлагаются расчетные формулы для получения требуемой зависимости с учетом нелинейности, возникающей при несимметричных колебаниях входной величины - усредненной скорости жидкой среды, и изменения угла наклона характеристики. В результате преобразований определена зависимость коэффициента гармонической линеаризации для малых амплитуд колебаний, которая позволит в будущем выполнить исследования различных режимов автоколебаний.

Ключевые слова: нелинейная зависимость, коэффициент гармонической линеаризации, амплитуда вынужденных колебаний.

Б. А. Чернов¹, Н. Б. Чернова¹

¹Алматинский университет энергетики и связи, г. Алматы, Казахстан

ЭМПИРИЧЕСКАЯ ГИДРОДИНАМИКА УЛЬТРАЗВУКОВОГО РАСХОДОМЕРА

Аннотация. Времяимпульсные ультразвуковые расходомеры получают всё большее применение благодаря большим диапазонам диаметра трубопровода, температуры и давления контролируемой жидкости, возможности измерения расхода неэлектропроводных и загрязнённых сред, отсутствию потери давления, высокой точности измерений, малой инерционности. Расход, определяемый с помощью ультразвукового расходомера, рассчитывается с применением гидродинамического делителя, учитывающего профиль скоростей потока жидкости в трубопроводе. Данный показатель определяет методическую погрешность расходомера.

В статье на базе модели Кивилиса-Решетникова предложена эмпирическая кусочно-линейная математическая модель гидродинамического делителя повышенной точности в широком диапазоне числа Рейнольдса. Введены понятия амплитудно-рейнольдсовой (APX) и логарифмической амплитудно-рейнольдсовой (ЛАРХ) характеристик гидродинамических показателей ультразвукового расходомера.

В статье также рассчитаны APX и ЛАРХ предложенной модели гидродинамического делителя ультразвукового расходомера. Получены числовые значения рейнольдсового коэффициента передачи APX и наклона ЛАРХ расходомера.

Ключевые слова: ультразвуковой расходомер, гидродинамический делитель, амплитудно-рейнольдсовая характеристика.

Принцип действия ультразвуковых расходомеров основан на измерении зависящего от объёмного расхода акустического эффекта, возникающего при прохождении ультразвуковых сигналов через поток жидкости. Главное распространение из них получили времяимпульсные расходомеры, в которых измеряется время прохождения ультразвуковых сигналов по потоку и против него. Данные расходомеры получают всё большее применение благодаря большому диапазону диаметра трубопроводов $10\text{--}10^4$ мм и выше, широким диапазонам температуры и давления контролируемой жидкости, возможности измерения расхода неэлектропроводных и загрязнённых сред, отсутствию потери давления, малой инерционности, высокой точности измерений [1].

К недостаткам времяимпульсных расходомеров относят необходимость значительных длин прямолинейных участков трубопроводов для формирования и обеспечения осесимметричного профиля скоростей потока, обязательность контроля отложений в измерительном участке трубопровода, а также сложность и высокая стоимость приборов [1].

Расход, определяемый с помощью ультразвукового расходомера, рассчитывается с применением поправочного (корректирующего) гидродинамического множителя (коэффициента) $M = V_C / V_B$, учитывающего профиль скоростей потока жидкости в трубопроводе и представляющего

собой отношение скорости потока V_C , усреднённой по площади сечения трубопровода, к скорости потока V_B , усреднённой по базе расходомера (вдоль луча ультразвукового сигнала) [4, 7, 8].

Таким образом, показания ультразвуковых расходомеров зависят от скорости V_B . Для определения же объёмного расхода жидкости требуется измерение скорости V_C . Поэтому наличие множителя M обуславливает существенную составляющую погрешности ультразвукового расходомера – методическую погрешность [1, 8].

В технической литературе [2, 3, 8] из-за своей простоты находит также применение показатель, обратный (обратно пропорциональный) M : $D = M^{-1}$. В работе [8] его предложено называть гидродинамическим делителем. И множитель M и делитель D реализуются в ультразвуковом расходомере аппаратно, физически. Поэтому множитель и делитель следует рассматривать и как одноимённые устройства, имеющие характеристики своих передаточных свойств. К таким характеристикам прежде всего относится амплитудно-рейнольдсовая характеристика $D(Re)$, график которой изображается в прямоугольной системе координат.

Наиболее известными являются три математические модели гидродинамического делителя [2, 3, 6-8]. Модели Критца и Биргера получены на основе логарифмического закона распределения скоростей. Но логарифмический закон является лишь предположительным, а потому и приближённым описанием действительных кривых распределения скоростей. Поэтому большой практический интерес представляет эмпирическая модель Кивилиса-Решетникова [2, 3, 6-8]:

$$D_{K-P}(Re) = 1,119 - 0,011 \cdot \lg Re, \quad (1)$$

где Re – безразмерное число Рейнольдса в законе гидромеханического подобия течений [7, 8].

Формула (1) получена в работе [2] планиметрическим интегрированием десяти экспериментальных кривых распределения скоростей, полученных Никурадзе И. И., и представляет собой, к сожалению, лишь линейную аппроксимацию экспериментальной зависимости из десяти рассчитанных значений $D(\lg Re)$. Поэтому модель Кивилиса-Решетникова, как показано в [8], неработоспособна в низкорейнольдсовой области.

Цель данной работы – применяя рассчитанные в [2] значения гидродинамического делителя $D(\lg Re)$, построить более качественную нелинейную эмпирическую гидродинамику ультразвукового расходомера.

В статье [2] на фигуре 2 в прямоугольной системе координат десятью крестиками показаны рассчитанные значения $D(\lg Re)$ и проведена прямая линия регрессии, не в полной мере соответствующая формуле (1). А получение самой формулы (1), в оригинале [2] имеющей вид $m = 1,12 - 0,011 \cdot \lg Re$, в статье не приводится.

Рассчитанные в [2] значения гидродинамического делителя $D(\lg Re)$ в преобразованном виде представлены в левой части таблицы 1, в которой число узлов равно числу крестиков на фигуре 2. Зависимость $D(\lg Re)$, иначе говоря, амплитудно-рейнольдсовая характеристика (АРХ) гидродинамического делителя должна иметь монотонно убывающий вид [8]. Однако этой закономерности не подчиняются узлы 3 и 5. Поэтому координаты близко расположенных друг к другу узлов 2 и 3 были усреднены и тем самым образован узел 11. Аналогично поступили с узлами 4 и 5 и на их месте был образован узел 12.

В каждом промежутке между соседними узлами применим линейную интерполяцию. Вследствие этого график функции $\bar{D}(\lg Re)$ будет приближен линейной ломаной или, иначе говоря, линейным сплайном, проходящим через 8 узловых точек.

Чтобы охватить больший диапазон Re , применим линейную экстраполяцию экспериментальных данных в сторону меньших и больших Re . В результате этого были образованы узлы 13 и 14, которые соответствуют значениям множителя $M = 0,9$ и $M = 1,0$. Тем самым для невозмущённых осесимметричных профилей потока в трубах круглого сечения был охвачен рекомендуемый [6, 8] диапазон $0,9 < M < 1$. Правее узла 14 характеристика $\bar{D}(\lg Re)$ представляет собой горизонтальную асимптоту, к которой приближаются реальные значения D с ростом числа Рейнольдса.

Таким образом, линейный сплайн пройдёт через 10 узловых точек. При этом узлы 1, 11 и 13 находятся на одной прямой. На одной прямой находятся и узлы 9, 10, 14.

Отрезок сплайна справа от узла 14, как уже говорилось, параллелен оси абсцисс. Используя работу [8], кусочно-линейную математическую модель гидродинамического делителя можно представить в виде

$$D(Re) = D_y(Re_y) + K_{RD}(Re) \Delta \lg Re; \quad K_{RD}(Re) = \Delta D_y(Re) / \Delta \lg Re_y, \quad (2)$$

где $D_y(Re_y)$ – узловое значение АРХ гидродинамического делителя, взятое из таблицы 1, ближайшее к текущему значению числа Рейнольдса;

$K_{RD}(Re)$ – рейнольдсовый коэффициент передачи гидродинамического делителя в том межузловом поддиапазоне $\lg Re$, в котором находится текущее значение $\lg Re$;

$\Delta D_y(Re)$ – межузловое приращение гидродинамического делителя, соответствующее искомому K_{RD} ;

$\Delta \lg Re_y$ – межузловое приращение $\lg Re$, соответствующее искомому K_{RD} ;

$\Delta \lg Re$ – отклонение текущего значения $\lg Re$ от ближайшего узлового $\lg Re_y$;

$K_{RD}(Re) \Delta \lg Re$ – поправка гидродинамического делителя по числу Рейнольдса.

Таблица 1 – Преобразованная экспериментальная амплитудно-рейнольдсовая характеристика гидродинамического делителя

№ узла	D_y	$\lg Re_y$	Re_y	L_{Dy} , дБ	L_{Dy} , мБ
1	1,0859	3,6	3981	0,7158	71,58
2	1,0776	3,8	6310	0,6492	64,92
3	1,0791	4,0	10000	0,6612	66,12
4	1,0711	4,24	17378	0,5966	59,66
5	1,0736	4,4	25119	0,6169	61,69

6	1,0702	4,64	43652	0,5893	58,93
7	1,0629	5,31	204174	0,5298	52,98
8	1,0609	5,6	398107	0,5135	51,35
9	1,0553	6,18	1513560	0,4675	46,75
10	1,050	6,44	2754230	0,4238	42,38
11	1,0784	3,9	7943	0,6556	65,56
12	1,0724	4,32	20893	0,6071	60,71
13	1,1123	2,5	316	0,9244	92,44
14 / -	1,000	8,9 / > 8,9	$7,94 \cdot 10^8 / > 7,94 \cdot 10^8$	0	0

Таблица 2 – Расчёт рейнольдсового коэффициента передачи и наклона ЛАРХ гидродинамического делителя

Узлы	Поддиапазон Re_y	Подди- апазон $\lg\text{Re}_y$	Ширина Δ поддиапазо- на $\lg\text{Re}_y$, дек	ΔD_y , 10^{-3}	$K_{\text{РД}}$, $10^{-3} /$ дек	$\Delta L_{\text{Д}}$, дБ	$\Delta L_{\text{Д}} /$ $\Delta \lg\text{Re}_y$, дБ/дек	$\Delta L_{\text{Д}} /$ $\Delta \lg\text{Re}_y$, мБ/дек
13-1	316-3981	2,5-3,6	1,1	- 26,4	- 24,0	- 0,2086	- 0,1896	- 18,96
1-11	3981-7943	3,6-3,9	0,3	- 7,5	- 25,0	- 0,0602	- 0,2007	- 20,07
11-12	7943-20893	3,9-4,32	0,42	- 6,0	- 14,3	- 0,0485	- 0,1155	- 11,55
12-6	20893-43652	4,32-4,64	0,32	- 2,2	- 6,9	- 0,0178	- 0,0556	- 5,56
6-7	43652-204174	4,64-5,31	0,67	- 9,5	- 14,2	- 0,0595	- 0,0888	- 8,88
7-8	204174-398107	5,31-5,6	0,29	- 2,0	- 6,9	- 0,0163	- 0,0562	- 5,62
8-9	398107-1513560	5,6-6,18	0,58	- 5,6	- 9,7	- 0,0460	- 0,0793	- 7,93
9-10	1513560-2754230	6,18-6,44	0,26	- 5,3	- 20,4	- 0,0437	- 0,1681	- 16,81
10-14	$2754230-7,94 \cdot 10^8$	6,44-8,9	2,46	- 50,0	- 20,3	- 0,4238	- 0,1723	- 17,23
13-14	$316-7,94 \cdot 10^8$	2,5-8,9	6,4	- 112,3	- 17,55	- 0,9244	- 0,1444	- 14,44
13-11	316-7943	2,5-3,9	1,4	- 33,9	- 24,21	- 0,2688	- 0,1920	- 19,20
11-9	7943-1513560	3,9-6,18	2,28	- 23,1	- 10,1	- 0,1881	- 0,0825	- 8,25
9-14	$1513560-7,94 \cdot 10^8$	6,18-8,9	2,72	- 55,3	- 20,3	- 0,4675	- 0,1719	- 17,19

Для образованных межузловых поддиапазонов $\lg \mathbf{Re}$ были рассчитаны коэффициенты передачи $K_{\text{РД}}(\mathbf{Re})$, которые в [8] были названы рейнольдсовыми. Результаты расчетов представлены в левой части таблицы 2.

Известно, что применение логарифмических единиц, шкал, масштабов позволяет изобразить процессы и закономерности при практически неограниченном диапазоне изменения интересующей нас величины, причём как малые, так и большие её значения будут представлены достаточно наглядно [5]. В силу этого в АРХ и применяется логарифмирование \mathbf{Re} . Но логарифмирование может быть применено и к величинам D и M , изменяющимся в небольшом диапазоне возле единичного значения.

Выразим величину D в децибелах (дБ): $L_D = 20 \lg D$ [5, 9]. Тогда логарифмическая АРХ (ЛАРХ) будет иметь вид $L_D(\mathbf{Re}) = 20 \lg D(\mathbf{Re})$. В ней обе координаты \mathbf{Re} и D логарифмируются. В АРХ же логарифмируется только \mathbf{Re} , поэтому АРХ является поллогарифмической.

В правой части таблицы 1 приведены значения $L_{\text{ду}}$ в дБ и в более мелких единицах мБ. В правой же части таблицы 2 для оценивания межузлового и общего наклона ЛАРХ рассчитана величина $\Delta L_{\text{ду}} / \Delta \lg \mathbf{Re}_y$ в дБ/дек и мБ/дек.

Из-за малости диапазона величины D возле единичного значения её логарифмирование является практически линейной операцией. Поэтому характер изменений АРХ и ЛАРХ одинаков при изменении числа Рейнольдса.

Для логарифмических характеристик гидродинамики ультразвукового расходомера можно получить полезное соотношение, связывающее параметры M и D :

$$L_D(\mathbf{Re}) = 20 \lg D(\mathbf{Re}) = 20 \lg M^{-1}(\mathbf{Re}) = -20 \lg M(\mathbf{Re}) = -L_M(\mathbf{Re}). \quad (3)$$

Выше была рассмотрена многоузловая кусочно-линейная математическая модель АРХ гидродинамического делителя ультразвукового расходомера. Её среднерейнольдсовый участок между узлами 11 и 9 представляет собой практически прямолинейный отрезок. Поэтому может быть рекомендована и более простая трёхузловая кусочно-линейная математическая модель АРХ расходомера, которая содержит прямолинейные наклонные участки в низкорейнольдсовой (узлы 13-11), среднерейнольдсовой (узлы 11-9) и высокорейнольдсовой (узлы 9-14) областях, а также горизонтальный (плоский) участок для «идеальной жидкости» правее узла 14. Соответствующие расчёты представлены в нижней части таблицы 2.

Из таблицы 2 видно, что рейнольдсовый коэффициент в разработанной нелинейной модели гидродинамического делителя изменяется в диапазоне $(6,9-25,0) \cdot 10^3/\text{дек}$. В модели же Кивилиса-Решетникова он был постоянным и равным $-0,011/\text{дек}$.

Наклон ЛАРХ в разработанной модели меняется в диапазоне $(5,62-20,07) \text{ мБ/дек}$, а для модели Кивилиса-Решетникова он был постоянным и равным $-20 \lg 1,011 = -0,095 \text{ дБ/дек} = -9,5 \text{ мБ/дек}$.

Покажем применение разработанных таблиц 1 и 2 для получения, например, упрощённой линеаризованной АРХ гидродинамического делителя. Решение приведём в двух вариантах: с отрицательной и положительной поправками по числу Рейнольдса. В поддиапазоне $316 < \mathbf{Re} < 7943$ АРХ будет иметь вид:

$$\varDelta(\text{Re}) = 1,1123 - 0,02421 \cdot (\lg \text{Re} - 2,5) = 1,0784 + 0,02421 \cdot (3,9 - \lg \text{Re}). \quad (4)$$

В поддиапазоне $7943 < \text{Re} < 1513560$ АРХ будет иметь вид:

$$\varDelta(\text{Re}) = 1,0784 - 0,0101 \cdot (\lg \text{Re} - 3,9) = 1,0553 + 0,0101 \cdot (6,18 - \lg \text{Re}). \quad (5)$$

В поддиапазоне $1513560 < \text{Re} < 7,94 \cdot 10^8$ АРХ будет иметь вид:

$$\varDelta(\text{Re}) = 1,0553 - 0,0203 \cdot (\lg \text{Re} - 6,18) = 1 + 0,0203 \cdot (8,9 - \lg \text{Re}). \quad (6)$$

При $\text{Re} > 7,94 \cdot 10^8$ гидродинамический делитель $\varDelta(\text{Re}) = 1$.

Выходы

1. Для гидродинамического делителя ультразвукового расходомера жидкости разработана эмпирическая кусочно-линейная математическая модель повышенной точности при $\text{Re} > 316$. Также предложен её упрощенный вариант.
2. Рассчитаны амплитудно-рейнольдсовая характеристика (АРХ) и логарифмическая амплитудно-рейнольдсовая характеристика (ЛАРХ) данного делителя. Получены числовые значения рейнольдсовых коэффициентов передачи АРХ и наклонов ЛАРХ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Иванова Г. М. и др. Теплотехнические измерения и приборы. – М.: МЭИ, 2005. – 460 с.
- [2] Кивилис С. С., Решетников В. А. Влияние профиля установившегося потока на погрешность ультразвуковых расходомеров // Измерительная техника. - № 3. – 1965. - С. 52-54.
- [3] Кремлёвский П. П. Расходомеры и счётчики количества вещества: Справочник.: Кн. 2 / Под общей ред. Е. А. Шорникова. - СПб.: Политехника, 2004. - 412 с.
- [4] Расходомер-счётчик ультразвуковой многоканальный УРСВ ВЗЛЁТ МР. Руководство по эксплуатации. Часть 1. – СПб.: ЗАО «ВЗЛЁТ», 2015. – 66 с.
- [5] Сена Л. А. Единицы физических величин и их размерности. - М.: Наука, 1988. – 432 с.
- [6] Фафурин В. А., Галеев М. К. Расчёт корректирующего коэффициента ультразвукового расходомера // Вестник Казанского технологического университета. - № 23. – 2011. – С. 152-156.

[7] Чернов Б. А., Чернова Н. Б. Математические модели параметров, измеряемых ультразвуковым расходомером // Вестник АУЭС. – Алматы: НАО «АУЭС». – № 1 (40). - 2018. - С. 40-47.

[8] Чернов Б. А., Чернова Н. Б. Гидродинамические параметры ультразвукового расходомера // Вестник АУЭС. – Алматы: НАО «АУЭС». – № 2 (41). - 2018. - С. 20-27.

[9] Чертов А. Г. Физические величины. М.: Высш. шк., 1990. – 335 с.

REFERENCES

[1] Ivanova G. M. et al. Technological measurements and instruments. Moscow: MEI, 2005. - 460 p. (in Russ.).

[2] Kivilis S. S., Reshetnikov V. A. Influence of the steady-state flow profile on the flow measurement error // Measuring technique. No. 3. 1965. - P. 52-54. (in Russ.).

[3] Kremlyovskiy P. P. Flowmeters and counters of the amount of matter: Handbook.: Book. 2 / Under the general editorship of E. A. Shornikova. SPb.: Politechnica, 2004. - 412 p. (in Russ.).

[4] The ultrasonic multichannel flowmeter-counter URSV VZLET MR. Manual. Part 1. SPb.: ZAO VZLET, 2015. - 66 p. (in Russ.).

[5] Sena L. A. Units of physical quantities and their dimensions. Moscow.: Nauka, 1988. - 432 p. (in Russ.).

[6] Fafurin V. A., Galeev M. K. Calculation of the corrective coefficient of the ultrasonic flow meter // Bulletin of Kazan Technological University. No. 23. 2011. - P. 152-156. (in Russ.).

[7] Chernov B. A., Chernova N. B. Mathematical models of parameters measured by ultrasonic flow meter. // Bulletin of AUPET. – Almaty: NPJSC “AUPET”, 2018. - № 1 (40). – P. 40-47. (in Russ.).

[8] Chernov B. A., Chernova N. B. Hydrodynamic parameters of ultrasonic flow meter. // Bulletin of AUPET. – Almaty: NPJSC “AUPET”, 2018. - № 2 (41). – P. 20-27. (in Russ.).

[9] Chertov A. G. Physical quantities. Moscow.: Higher School, 1990. - 335 p. (in Russ.).

УЛЬТРАДЫБЫСТЫ ШЫҒЫН ӨЛШЕУІШТІҚ ЭМПИРИКАЛЫҚ ГИДРОДИНАМИКАСЫ

Б. А. Чернов¹, Н. Б. Чернова¹

¹Алматы энергетика және байланыс университеті, Алматы қ., Казақстан

Aңдамна. Уақыт-импульсті ультрадыбысты шығын өлшеуіштер құбырдың диаметрі, бақыланатын сұйықтықтың температурасы мен қысымының кең диапазондары, электр өткізбейтін және ластанған орталарда шығын өлшеу мүмкіндіктері, қысым жоғалуының болмауы, өлшеудің

жоғары дәлдігі, аз инерциялылығына байланысты кең таралыс алуда. Ультрадыбысты шығын өлшеуіш көмегімен анықталатын шығын гидродинамикалық бөлгішті қолданумен анықталады, ол құбыр желісіндегі сұйықтық ағынының бағытын ескереді. Бұл көрсеткіш шығын өлшеуіштің әдістемелік қателігін анықтайды.

Мақалада Рейнольдс санының кең диапазонында жоғары дәлдікті гидродинамикалық бөлгіштің Кивилис-Решетников моделі негізінде эмпирикалық белікті-сызықты математикалық моделі ұсынылған. Ультрадыбысты шығын өлшеуіштің гидродинамикалық көрсеткіштерінің амплитуда-рейнольдс (ARC) пен логарифмдік амплитуда-рейнольдс (LARC) сипаттамалары түсініктері енгізілді.

Мақалада ультрадыбысты шығын өлшеуіштің ұсынылған моделінің гидродинамикалық бөлгішінің ARC пен LARC есептелген. ARC пен шығын өлшеуіштің LARC көлбеуінің рейнольдстік коэффициентінің сандық мәндері алынды.

Kіттік сөздер: ультрадыбысты шығын өлшеуіш, гидродинамикалық бөлгіш, амплитуда-рейнольдс сипаттамасы.

EMPIRICAL HYDRODYNAMICS OF ULTRASONIC FLOW METER

B. A. Chernov¹, N. B. Chernova¹

¹Almaty University of Power Engineering and Telecommunication, Almaty, Kazakhstan

Abstract. Cycle repeat ultrasonic flow meters are becoming more widespread due to the large ranges of pipeline diameters, temperature and pressure of the controlled liquid, the possibility of flow measurement in non-conductive and contaminated media, the absence of pressure loss, high measurement accuracy, and low inertia. The flow rate determined by ultrasonic flow meter is calculated using a hydrodynamic divider that takes into account the velocity profile in the pipeline. This divider determines the methodological error of ultrasonic flow meter.

In the article, based on the Kivilis-Reshetnikov model, an empirical piecewise linear mathematical model of a hydrodynamic divider of high accuracy over a wide range of the Reynolds number is proposed. The concepts of amplitude-reynolds (ARC) and logarithmic amplitude-reynolds (LARC) characteristics of the hydrodynamic parameters of an ultrasonic flow meter are introduced.

Also, in the article ARC and LARC of the proposed model of a hydrodynamic divider in ultrasonic flow meter are calculated. Numerical values of the Reynolds transmission coefficients of ARC and the LARC tilt of the flow meter are obtained.

Key words: ultrasonic flow meter, hydrodynamic divider, amplitude-reynolds characteristics.

Б. А. Чернов¹, Н. Б. Чернова¹

¹Алматинский университет энергетики и связи, г. Алматы, Казахстан

АВТОМАТИЗАЦИЯ НАСТРОЙКИ ГИДРОДИНАМИКИ УЛЬТРАЗВУКОВОГО РАСХОДОМЕРА

Аннотация. Приборы для измерения расхода жидкостей приобретают всё большее значение. Без них нельзя обеспечить оптимальный режим технологических процессов во многих отраслях промышленности. Эти приборы требуются для автоматизации производства и экономии энергетических и водных ресурсов. Ультразвуковыми называются расходомеры, в которых измеряется акустический эффект, зависящий от объёмного расхода жидкости в трубопроводе.

Расход, определяемый с помощью ультразвукового расходомера, рассчитывается с помощью гидродинамических параметров. Одним из них является гидродинамический делитель, который зависит от нескольких переменных технологических величин.

В статье рассмотрены вопросы автоматизации настройки гидродинамического делителя ультразвукового расходомера жидкости с методической точки зрения и с точки зрения практической реализации. Для автоматической коррекции выходного сигнала ультразвукового расходомера предложено вычислительное устройство, состоящее из моделей кинематической вязкости жидкости и числа Рейнольдса, а также модели гидродинамического делителя. Рассмотрены особенности вычислительного устройства для ультразвукового расходомера воды.

Ключевые слова: ультразвуковой расходомер, гидродинамический делитель, автоматическая настройка.

Производственные приборы для измерения расхода жидкостей приобретают всё большее значение с развитием промышленности. Расходомеры необходимы прежде всего для управления производством. Без них невозможно обеспечить оптимальный режим технологических процессов в энергетике, металлургии, в химической, нефтяной и многих других отраслях промышленности. Эти приборы требуются для автоматизации производства и экономии энергетических и водных ресурсов [2].

Ультразвуковыми называются расходомеры, основанные на измерении зависящего от объёмного расхода акустического эффекта, возникающего при прохождении ультразвуковых колебаний через контролируемый поток жидкости в трубопроводе.

Расход, определяемый с помощью ультразвукового расходомера, рассчитывается с помощью гидродинамических параметров, учитывающих профиль скоростей потока жидкости в трубопроводе. Одним из таких параметров является гидродинамический множитель $M = V_C / V_B$, который представляет собой отношение скорости потока V_C , усреднённой по площади сечения трубопровода, к скорости потока V_B , усреднённой по базе расходомера [2, 4, 6-9]. Гидродинамический делитель $D = M^{-1}$ является показателем, обратно пропорциональным гидродинамическому множителю [7, 9].

Показания ультразвукового расходомера зависят от скорости V_B . Поэтому скорость V_C , требующаяся для определения объёмного расхода жидкости, вычисляется по одной из следующих формул:

$$V_C = M V_B; \quad V_C = V_B / D. \quad (1)$$

Для вычисления множителя M производители ультразвуковых расходомеров выбирают и применяют одну из нескольких полуэмпирических формул. В качестве переменных в данных формулах присутствуют число Рейнольдса (Re), вязкость контролируемой жидкости, диаметр трубопровода и шероховатость его внутренних стенок. При этом значение M либо вычисляется вручную и заносится в прибор, либо вычисляется в самом приборе с использованием значений введённых параметров [5]. Например, в ультразвуковых расходомерах «ВЗЛЁТ» множитель M вычисляется на основании введённых значений шероховатости стенок трубопровода, вязкости контролируемой жидкости, внутреннего диаметра трубопровода и измеренной скорости потока [4].

Цель данной работы – разработка алгоритмов автоматизированного и автоматического определения и настройки гидродинамических параметров ультразвукового расходомера. Это позволит повысить точность измерения расхода при изменяющихся свойствах и характеристиках контролируемого потока жидкости. При этом заявленные алгоритмы будут строиться на основе второй формулы (1), поскольку модели гидродинамического делителя D проще моделей гидродинамического множителя M [7, 8].

В качестве математических моделей D могут использоваться известные трансцендентные уравнения Критца, Биргера и Кивилиса-Решетникова [2, 7-9], а также их подекадно (относительно числа Рейнольдса) линеаризованные разновидности [7]. Имеется также чисто эмпирическая кусочно-линейная модель гидродинамического делителя [9]:

$$D(Re) = D_y(Re_y) + K_{RD}(Re) \Delta \lg Re, \quad (2)$$

где $D_y(Re_y)$ – узловое значение амплитудно-рейнольдсовой характеристики гидродинамического делителя, ближайшее к текущему значению числа Рейнольдса;

$K_{RD}(Re)$ – рейнольдсовый коэффициент передачи делителя в том межузловом поддиапазоне величины $\lg Re$, в котором находится её текущее значение;

$\Delta \lg Re$ – отклонение значения $\lg Re$ от ближайшего узлового значения $\lg Re_y$;

$K_{RD}(Re) \Delta \lg Re$ – поправка гидродинамического делителя по числу Рейнольдса.

Упрощённый 4-х кусочный вариант этой эмпирической модели соответственно с отрицательной и положительной поправками по числу Рейнольдса представляет собой систему уравнений, полученных в [9]:

$$D = 1,1123 - 0,02421 \cdot (\lg Re - 2,5) = 1,0784 + 0,02421 \cdot (3,9 - \lg Re) \text{ при } 316 < Re < 7943; \quad (3)$$

$$\mathcal{D} = 1,0784 - 0,0101 \cdot (\lg \mathbf{Re} - 3,9) = 1,0553 + 0,0101 \cdot (6,18 - \lg \mathbf{Re}) \text{ при } 7943 < \mathbf{Re} < 1514 \cdot 10^3; \quad (4)$$

$$\mathcal{D} = 1,0553 - 0,0203 \cdot (\lg \mathbf{Re} - 6,18) = 1 + 0,0203 \cdot (8,9 - \lg \mathbf{Re}) \text{ при } 1514 \cdot 10^3 < \mathbf{Re} < 7,94 \cdot 10^8; \quad (5)$$

$$\mathcal{D} = 1 \text{ при } \mathbf{Re} > 7,94 \cdot 10^8. \quad (6)$$

Для вычисления числа Рейнольдса, являющегося безразмерным числом в законе гидродинамического подобия течений, могут использоваться следующие формулы [7, 8]:

$$\mathbf{Re} = DV_C / v(T, P); \quad v(T, P) = \eta(T, P) / \rho(T, P), \quad (7)$$

где D – внутренний диаметр цилиндрического трубопровода;

v и ρ – кинематическая вязкость и плотность жидкости;

η – динамическая вязкость или коэффициент вязкого трения жидкости;

T и P – температура и давление жидкости.

В формулах (7) учитывается то обстоятельство, что такие физические параметры, как вязкость и плотность жидкости могут, в общем случае, зависеть от её температуры и давления. Например, в работе [8] отмечается сильная зависимость вязкости любой жидкости, в том числе и воды, от её температуры.

Термодинамические и теплофизические свойства жидкостей наиболее полно изучены для воды. Изданы специальные подробные таблицы, например, [1] для использования при разработке и поверке средств измерений, предназначенных для коммерческого учёта объёмного и массового расхода, объёма и массы, тепловой мощности и тепловой энергии при отпуске, транспортировке и потреблении теплофикационной, питьевой и технической воды, а также любых преобразователей объёмного и массового расхода воды, в том числе и образцовых.

В таблицах [1] содержатся зависимости $\rho(T, P)$ и $\eta(T, P)$, необходимые в данном случае для вычисления кинематической вязкости воды по второй формуле (7). Следует отметить, что нет необходимости оснащать расходомер устройством по вычислению плотности $\rho(T, P)$, так как это устройство с измерителями температуры и давления уже имеются в соответствующем теплосчётчике или тепловычислителе узла учёта для пересчёта объёмного расхода в массовый расход.

Анализ работы [1] показывает, что при температуре до 200 °C и абсолютном давлении до 100 кгс/см² вязкость воды практически не зависит от её давления. Поэтому расчёт числа Рейнольдса для расходомеров воды может производится и по более простой формуле:

$$\mathbf{Re} = DV_C / v(T). \quad (8)$$

Необходимая информация о кинематической вязкости воды $v(T)$ для определения числа Рейнольдса по формуле (8) содержится в инструкции [3]. В преобразованном для настройки виде эта информация представлена в таблице 1. Единица измерения кинематической вязкости – сантистокс: $\text{сСт} = \text{см}^2/\text{с}$. Данная вязкость может быть определена также по эмпирической формуле:

$$v(T) = 0,0175(1 + 0,0158T)^{-2}, \text{ см}^2/\text{с}. \quad (9)$$

Таблица 1 - Кинематическая вязкость воды при её различных температурах

$T, {}^\circ\text{C}$	$v, \text{ см}^2/\text{с}$												
0	1,7905	24	0,9143	48	0,5730	72	0,4030	96	0,3064	120	0,2465	144	0,2070
1	1,7307	25	0,8938	49	0,5636	73	0,3979	97	0,3033	121	0,2445	145	0,2056
2	1,6738	26	0,8741	50	0,5544	74	0,3929	98	0,3003	122	0,2425	146	0,2043
3	1,6198	27	0,8551	51	0,5455	75	0,3880	99	0,2973	123	0,2406	147	0,2030
4	1,5684	28	0,8367	52	0,5368	76	0,3832	100	0,2944	124	0,2387	148	0,2017
5	1,5196	29	0,8190	53	0,5284	77	0,3785	101	0,2916	125	0,2369	149	0,2005
6	1,4731	30	0,8019	54	0,5201	78	0,3740	102	0,2888	126	0,2351	150	0,1992
7	1,4289	31	0,7854	55	0,5121	79	0,3695	103	0,2861	127	0,2333	151	0,1980
8	1,3867	32	0,7694	56	0,5043	80	0,3651	104	0,2834	128	0,2315	152	0,1968
9	1,3464	33	0,7540	57	0,4967	81	0,3608	105	0,2807	129	0,2298	153	0,1956
10	1,3080	34	0,7391	58	0,4893	82	0,3566	106	0,2781	130	0,2281	154	0,1945
11	1,2713	35	0,7247	59	0,4821	83	0,3525	107	0,2756	131	0,2264	155	0,1933
12	1,2363	36	0,7107	60	0,4751	84	0,3485	108	0,2731	132	0,2248	156	0,1922
13	1,2028	37	0,6972	61	0,4683	85	0,3446	109	0,2707	133	0,2232	157	0,1911
14	1,1708	38	0,6841	62	0,4616	86	0,3407	110	0,2683	134	0,2216	158	0,1900
15	1,1401	39	0,6714	63	0,4551	87	0,3370	111	0,2659	135	0,2200	159	0,1889
16	1,1107	40	0,6591	64	0,4487	88	0,3333	112	0,2636	136	0,2185	160	0,1878
17	1,0825	41	0,6472	65	0,4425	89	0,3297	113	0,2613	137	0,2169	161	0,1868
18	1,0555	42	0,6356	66	0,4365	90	0,3261	114	0,2591	138	0,2155	162	0,1858
19	1,0295	43	0,6244	67	0,4305	91	0,3227	115	0,2569	139	0,2140	163	0,1847

20	1,0040	44	0,6135	68	0,4248	92	0,3193	116	0,2547	140	0,2125	164	0,1837
21	0,9807	45	0,6030	69	0,4191	93	0,3159	117	0,2526	141	0,2111	165	0,1828
22	0,9577	46	0,5927	70	0,4137	94	0,3127	118	0,2505	142	0,2097	166	0,1818
23	0,9356	47	0,5827	71	0,4083	95	0,3095	119	0,2485	143	0,2083	167	0,1808

При температуре воды до 65 °С применение формулы (9) даёт результаты, близкие к значениям таблицы 1. Данная таблица подтверждает отмеченную выше сильную зависимость вязкости воды от её температуры. Так, при повышении температуры от 0 до 25 °С кинематическая вязкость воды уменьшается вдвое, а при повышении температуры до 167 °С кинематическая вязкость воды уменьшается в 10 раз.

Таким образом, гидродинамический показатель D для ультразвукового расходомера жидкости можно получить на выходе специального вычислительного устройства. Это устройство состоит из последовательно соединённых модели кинематической вязкости жидкости, модели числа Рейнольдса и модели гидродинамического делителя. На входы модели вязкости поступают выходные сигналы измерителей температуры и давления жидкости. На дополнительный вход модели числа Рейнольдса заводится сигнал обратной связи по скорости потока V_C с выхода расходомера. Модели числа Рейнольдса и кинематической вязкости жидкости функционируют в соответствии с уравнениями (7). Модель делителя D функционирует в соответствии с уравнениями (2-6) или уравнениями, названными в начале данной статьи. Процесс настройки завершается автоматической коррекцией выходного сигнала расходомера с использованием второй формулы (1).

В частном случае – для расходомера воды - модели кинематической вязкости воды и числа Рейнольдса функционируют в соответствии с формулой (8), а также таблицей 1 или формулой (9).

Выводы

1. Рассмотрены вопросы автоматизации настройки гидродинамического делителя ультразвукового расходомера жидкости как с методической точки зрения, так и с точки зрения их практической реализации.

2. Для автоматической коррекции выходного сигнала ультразвукового расходомера и, тем самым, повышения точности измерения расхода предложено непрерывно действующее вычислительное устройство, состоящее из моделей кинематической вязкости жидкости и числа Рейнольдса, а также модели гидродинамического делителя. Рассмотрены особенности такого вычислительного устройства для ультразвукового расходомера воды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

[1] Козлов А. Д. и др. Плотность, энтальпия и вязкость воды. – М.: МП «СИТИ», 1993. – 94 с.

[2] Кремлёвский П. П. Расходомеры и счётчики количества вещества: Справочник.: Кн. 2 / Под общей ред. Е. А. Шорникова. - СПб.: Политехника, 2004. - 412 с.

[3] Расходомер-счётчик ультразвуковой многоканальный УРСВ ВЗЛЁТ МР. Инструкция по монтажу. – СПб.: ЗАО «ВЗЛЁТ», 2015. – 73 с.

[4] Расходомер-счётчик ультразвуковой многоканальный УРСВ ВЗЛЁТ МР. Руководство по эксплуатации. Часть 1. – СПб.: ЗАО «ВЗЛЁТ», 2015. – 66 с.

[5] Рябинков А. И. От однолучевых ультразвуковых расходомеров к многолучевым // Информатизация и системы управления в промышленности. - М.: Журнал «ИСУП». - № 3 (11). – 2006.

[6] Фафурин В. А., Галеев М. К. Расчёт корректирующего коэффициента ультразвукового расходомера // Вестник Казанского технологического университета. - № 23. – 2011. – С. 152-156.

[7] Чернов Б. А., Чернова Н. Б. Гидродинамические параметры ультразвукового расходомера // Вестник АУЭС. – Алматы: НАО «АУЭС». – № 2 (41). - 2018. - С. 20-27.

[8] Чернов Б. А., Чернова Н. Б. Математические модели параметров, измеряемых ультразвуковым расходомером // Вестник АУЭС. – Алматы: НАО «АУЭС». – № 1 (40). - 2018. - С. 40-47.

[9] Чернов Б. А., Чернова Н. Б. Эмпирическая гидродинамика ультразвукового расходомера // Вестник АУЭС. – Алматы: НАО «АУЭС». – № 3 (42). - 2018. - С.

REFERENCES

[1] Kozlov A. D. et al. Enthalpy and viscosity of water. - M.: SE «CITY», 1993. - 94 p. (in Russ.).

[2] Kremljovskiy P. P. Flowmeters and counters of the amount of matter: Handbook.: Book. 2 / Under the general editorship of E. A. Shornikova. - SPb.: Politechnica, 2004. - 412 p. (in Russ.).

[3] The ultrasonic multichannel flowmeter-counter URSV VZLET MR. Assembly instructions. - SPb.: CJSC «VZLET», 2015. - 73 p. (in Russ.).

[4] The ultrasonic multichannel flowmeter-counter URSV VZLET MR. Manual. Part 1. - SPb.: ZAO VZLET, 2015. - 66 p. (in Russ.).

[5] Ryabinkov A.I. From single-beam ultrasonic flow meters to multi-beam // Informatization and control systems in industry. - M.: Magazine "ISUP". - № 3 (11). – 2006. (in Russ.).

[6] Fafurin V. A., Galeev M. K. Calculation of the corrective coefficient of the ultrasonic flow meter // Bulletin of Kazan Technological University.- № 23. – 2011. - P. 152-156. (in Russ.).

[7] Chernov B. A., Chernova N. B. Hydrodynamic parameters of ultrasonic flow meter // Bulletin of AUPET. – Almaty: NPJSC «AUPET». - № 2 (41). – 2018. - P. 20-27. (in Russ.).

[8] Chernov B. A., Chernova N. B. Mathematical models of parameters measured by ultrasonic flow meter // Bulletin of AUPET. – Almaty: NPJSC «AUPET». - № 1 (40). – 2018. P. 40-47. (in Russ.).

[9] Chernov B. A., Chernova N. B. Empirical hydrodynamics of ultrasonic flow meter // Bulletin of AUPET. – Almaty: NPJSC «AUPET». - № 3 (42). – 2018. P. (in Russ.).

УЛЬТРАДЫБЫСТЫ ШЫҒЫН ӨЛШЕУІШТІҚ ГИДРОДИНАМИКАСЫН БАПТАУДЫ АВТОМАТТАНДЫРУ

Б. А. Чернов¹, Н. Б. Чернова¹

¹Алматы энергетика және байланыс университеті, Алматы қ., Казақстан

Аннотация. Сұйықтықтың шығын өлшеу құралдары кең таралыс алада. Оларсыз өнеркәсіптің көп салаларында технологиялық процесстердің оңтайлы режімін қамтамасыз етуге болмайды. Бұл аспаптар өндірісті және энергия мен су көздерін автоматтандыру үшін қажет. Құбырдағы сұйықтықтың көлемдік шығынына тәуелді акустикалық эффект өлшенетін шығын өлшеуіштер ультрадыбысты деп аталады.

Ультрадыбысты шығын өлшеуішімен анықталатын шығын гидродинамикалық параметрлердің көмегімен анықталады. Олардың бірі- гидродинамикалық бөлгіш, ол технологиялық шамалардың бірнеше айнымалыларына тәуелді.

Мақалада, гидродинамикалық бөлгіштің әдістемелік көзқарас және практикалық көзқарас жағынан, ультрадыбысты шығын өлшеуішін баптауды автоматтандыру сұрақтары қарастырылды. Ультрадыбысты шығын өлшеуіштің шығын сигналын автоматты түзету үшін, сұйықтықтың кинематикалық тұтқырлығының моделдері мен Рейнольдс саны, сонымен бірге гидродинамикалық бөлгіштің моделдерінен тұратын есептеу қондырғысы ұсынылды.

Кіттік сөздер: ультрадыбысты шығын өлшеуіш, гидродинамикалық бөлгіш, автоматты баптау.

AUTOMATION OF HYDRODYNAMIC ADJUSTMENT OF ULTRASONIC FLOW METER

B. A. Chernov¹, N. B. Chernova¹

¹Almaty University of Power Engineering and Telecommunication, Almaty, Kazakhstan

Abstract. Devices for liquid flow measurement are becoming more common. Without them, it is impossible to provide optimal operational conditions in many industries. These devices are required to introduce automation into manufacturing and save energy and water resources. The name of ultrasonic flow meters is due to the fact that controlling flow is carried out by measuring the acoustic effect, which depends on the volumetric flow rate of the liquid in the pipeline.

The flow rate determined by ultrasonic flow meter is calculated using hydrodynamic parameters. One of them is a hydrodynamic divider, which depends on several process variables.

In the article questions of automation of hydrodynamic divider adjustment of ultrasonic flow meter from a theoretical perspective and from the practical realization point of view are considered. For automatic correction of the output signal of ultrasonic flow meter, the computing device composed of models of the kinematic coefficient of viscosity and the Reynolds number, as well as the model of the hydrodynamic divider, is proposed. Features of the computing device for ultrasonic flow-meter of water are considered.

Key words: ultrasonic flow meter, hydrodynamic divider, automatic adjustment.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

IRSTI 29.01.29, 28.17.23, 29.01.45

Ye. A. Daineko^{1,2}, M. T. Ipalakova¹, T. T. Chinibayeva¹,

M. A. Brodyagina¹, Zh. Zh. Bolatov¹

¹International University of Information Technologies, Almaty, Kazakhstan

²Institute of Applied Sciences and Information Technologies, Almaty, Kazakhstan

DEVELOPMENT OF THE GENERATOR OF TESTS FOR VIRTUAL PHYSICAL LABORATORY

Abstract. Testing is a type of verification and control of knowledge, which has become widespread in recent decades. Currently, it is distributed in secondary and higher educational institutions. In this article, the main mechanisms for the functioning of the test generator in the virtual laboratory developed by the authors for studying physics in higher educational institutions are examined. The generator is designed to create a large number of jobs in accordance with user-defined rules, which include the required number of tasks for each type of virtual laboratory work, as well as the complexity of tasks, regulated by the level of nesting functions. In the course of its work, the generator generates a test file of the GIFT format, which is a plain text file. It is shown that the test generator developed and implemented in the virtual physical laboratory is an effective way of testing knowledge.

Key words: Virtual laboratory, test generator, serialization of objects, atwood machine.

Introduction

In present time such concepts as distance learning and open universities are increasingly being used in education [1]. However, due to the nature of the subject area, the teaching of the natural sciences with the use of new technological approaches is still relatively lagging behind. The reason for this discrepancy is that such sciences often require the performance of laboratory work to acquire specific skills and practical experience. And this, in turn, means the availability of special equipment. One of the ways out of this situation is the development of specially-oriented software packages for conducting laboratory works in the on-line or desktop applications mode [2, 3]. Such programs allow you to study the processes more clearly and in detail. In addition, special skills are not required when working with hazardous equipment or materials [4]. However, when working with electronic programs, a knowledge validation tool is needed. It can be tests, tasks for independent decision, control questions, etc.

Today testing is one of the most effective, fast and popular ways to test knowledge in any field. The simplicity of the procedure, saving time, quick feedback makes it very convenient when used in electronic programs for distance education. This article is devoted to the development of a test generator for performing knowledge verification in the computer program "Virtual Physical Laboratory".

Virtual Physical Laboratory

A software application of the virtual physical laboratory was developed at the International IT University (Almaty, Kazakhstan) on the Department of Computer Engineering and Telecommunication [5]. The developed application is a virtual software environment in which the possibility of investigating the behaviors of object models, their collections and derivatives, specified with a certain degree of detail relative to real objects, within the framework of studying physics, is organized. The application allows you to conduct laboratory experiments on physics in a virtual environment. Figure 1 shows the main window of the virtual physical laboratory. After choosing one or another virtual physical experiment, the user has the opportunity to directly download the experiment, read the theory, or take the test. When you load a specific

experience in the application window, a workspace is created where the experiment is visualized. Also, the user has the opportunity to enter the initial physical parameters of the experiment.

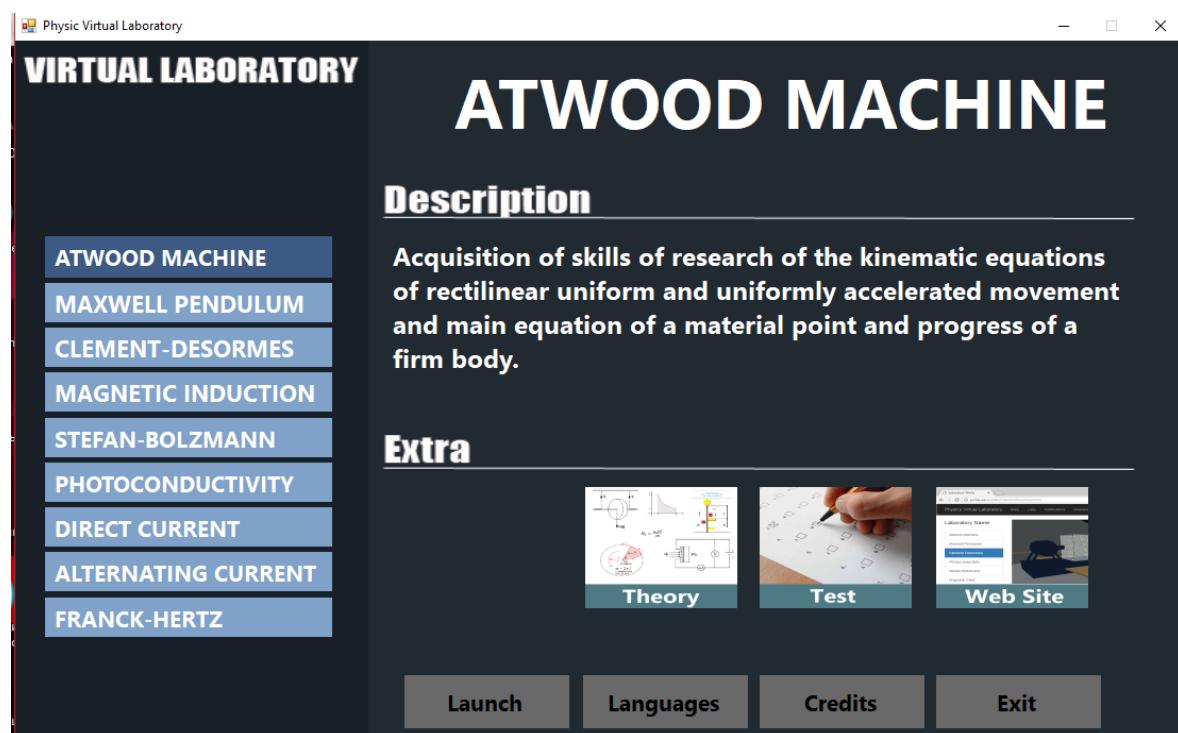


Figure 1 - The main window of the virtual physical laboratory

Quality assurance system for educated material - test generator

One of the features of the virtual physical laboratory is the availability of a quality control system for the educated material, namely the test generator.

The test generator is a quality control system for the educated material, which is embedded in the virtual physical laboratory application. This system consists of separate modules of test questions for each of the available virtual laboratory works.

Each virtual laboratory work includes a separate module for testing the passed material. When the application starts, the main window opens (Figure 1), which contains a list of virtual labs. For each laboratory work, a corresponding module of test questions is implemented. On the main panel there is a button labeled "Test", which starts the test for the selected laboratory work.

After selecting the testing process, a separate window is launched in the application (Figure 2). After starting the test ("Start Test"), a list of questions with answer variants is displayed in the window. After the student answers all the questions, you can get an immediate result by clicking on the "Check Results" button. An example of testing test questions is shown in Figure 3. At the bottom of the window, a table appears that indicates the correct and incorrect answers of the student, and the average score for the test is calculated.

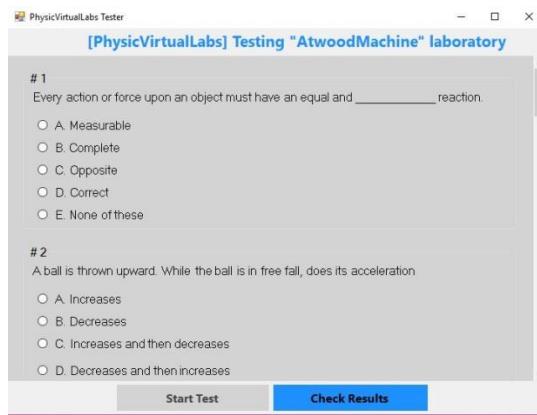


Figure 2 - Example of launching a test window

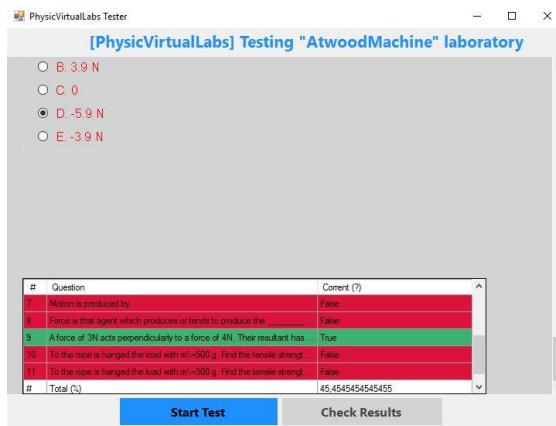


Figure 3 - Example of output of test results

For the correct operation of the test module, you must provide the data in the correct format. This test module for the application is implemented in the C # programming language. The working classes of the test generator are described in the class UML diagram (Figure 4). The PhysicVirtualLabs /PhysicVirtualLabs.Tester/ Program.cs class implements the RunTestConverter () method. This method starts converting questions into a .doc file and converts it to GIFT format.

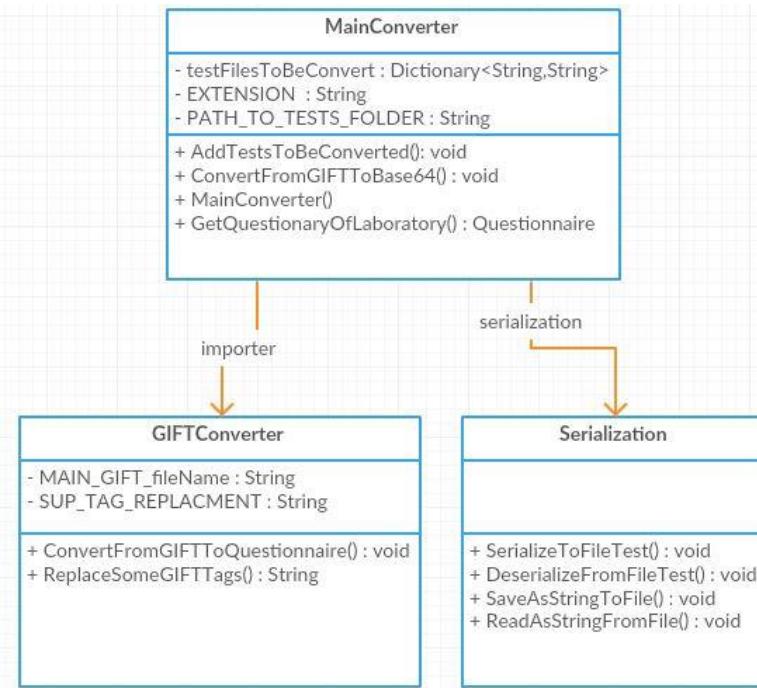


Figure 4 - UML class diagram of the test module

Each question in the test file must be of the same GIFT format. This format assumes the existence of a text with a description of the question, and then the answer options. Variants of answers are enclosed in curly braces {}. The correct answer is marked with the sign "=", the wrong one - "~".

Below is the template for the test question.

```

:: Question title :: Question text
{
  =% accuracy of answer% Correct answer
}
  
```

An example of a test file is as follows:

```

// Start of the question: MultChoQuestion
Force is that agent which produces or tends to produce the _____. {
  ~Speed in the body
  =Acceleration in the body
  ~Constant velocity in the body
  ~Constant angular velocity in the body
  ~None of them is right
  
```

}

// Start of the question: MultChoQuestion

A force of 3N acts perpendicularly to a force of 4N. Their resultant has magnitude of _____ {

~1N

=5N

~7N

~9N

~25N

}

Testing of Test Generator

As a result of testing the test generator, the following errors were identified and corrected:

- object serialization;
- converting questions into GIFT format;
- saving objects to a file.

To test the correctness of the test generator Unit tests were used. Also, the correct display of test questions and the correctness of the calculation of the final score for the test were tested.

Unit tests provide an opportunity to check if the program works as intended. Tests can be run multiple times, with each change in the code part of the program. Successful execution of tests shows that the changes did not affect the operation of the whole module. If the test fails, it allows you to discover what changes in the code affected the operation of the system and attracting to its failure, as well as easy to find the error and correct it.

A distinctive feature of unit tests is modularity. In this case, not the system as a whole, but only its small parts, was tested. This is the main difference Unit tests from system tests, when the whole system or subsystem is subjected to testing, and from integration tests that test the interaction between modules. Applies to our code, Unit tests test classes, as well as individual methods within these classes.



Figure 5 - UML activity diagram of the testing process

Figure 5 shows the UML activity diagram, which describes the components of the testing process.

Conclusion

During the study of physics there were difficulties with testing the knowledge of students in a limited time. It was suggested to automate the process of testing knowledge using test generators.

The developed module of the test generator was successfully integrated with the virtual physical laboratory application software.

The work was done under the funding of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan (No. AP05135692).

REFERENCES

- [1] Ramalingam Saravanan. Creating a browser-based virtual computer lab for classroom instruction. Proceedings of the 13th Python in Science Conference (SciPy 2014). – Austin, Texas. – P. 77-84.
- [2] Belov V. V., Obraztsov I. V. Virtualizatsiya fizicheskikh protsessov v teorii i praktike stroitel'nogo obrazovaniya. Teoriya i praktika povysheniya effektivnosti stroyit. materialov: Mat-ly V Vseros. konf. stud., aspirantov i molodykh uchenykh. Penza: PGUAS. – 2010. – P. 186-189. (in Russ.).
- [3] Daineko Y., Dmitriev V. Software Module “Virtual Physics Laboratory” in Higher Education // 8th IEEE International Conference on Application of Information and Communication Technologies – AICT2014, Kazakhstan, Astana, 15-17 October 2014. - P. 452-454
- [4] M. T. Ipalakova, Ye. A. Dayneko. Ispol'zovaniye IKT dlya razrabotki virtual'nykh obuchayushchikh programm. ICCAWMA-2016 Mezhdunarodnaya konferentsiya TSAAZHM «Aktual'nyye problemy matematike i mekhaniki v Tsentral'noy Azii», 22-23 sentyabrya, 2016, Almaty, Kazakhstan. – P. 53-54. (in Russ.).
- [5] Y. A. Daineko, M. T. Ipalakova, Zh. Zh. Bolatov. Employing information technologies based on .NET XNA framework for developing a virtual physical laboratory with elements of 3D computer modeling. Programming and Computer Software, Volume 43, Issue 3, May 2017 – P. 161-171
- [6] Dayneko Ye. A. et al. Programmnyy modul' «Virtual'naya fizicheskaya laboratoriya» dlya obucheniya studentov v tekhnicheskikh vuzakh. Vestnik KazNU, seriya Fizicheskaya. – 2015. – №1 (52). – P. 124-128. (in Russ.).
- [7] Aytmagambetov A. Z. et al. Problemy povysheniya kachestva podgotovki spetsialistov dlya IKT otrassli Kazakhstana. Trudy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Integratsiya nauki, obrazovaniya i proizvodstva – osnova realizatsii Plana natsii», (Saginovskiye chteniya №7), posvyashchennoy 100-letiyu so dnya rozhdeniya akademika A. S. Saginova, 10-11 dekabrya 2015 g. V 5-i chastyakh. Chast' 4/ Ministerstvo obrazovaniya i nauki RK, Karagandinskiy gosudarstvennyy tekhnicheskiy universitet. – Karaganda: Izd-vo KarGTU, 2015. – P. 90-92. (in Russ.).
- [8] Dayneko Ye. A. et al. Primeneniye tekhnologiy dopolnennoy real'nosti v obrazovanii. Materialy XIII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Fundamental'nyye i prikladnyye issledovaniya v sovremennom mire», 17 marta, 2016, Sankt-Peterburg, Rossiya. – P. 26-28 (in Russ.).
- [9] Kurzayeva L. V. et al. K voprosu o primenenii tekhnologii virtual'noy i dopolnennoy real'nosti v obrazovanii. Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya. – 2017. – № 6. - P. 80-84 (in Russ.).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Рамалингам Сараванан. Создание виртуальной компьютерной лаборатории на основе браузера для обучения в классе. Труды 13-го научного совещания Python (SciPy 2014). - Остин, штат Техас.- С. 77-84. (англ.).
- [2] Белов В. В., Образцов И. В. Виртуализация физических процессов в теории и практике строительного образования // Материалы V всерос. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых «Теория и практика повышения эффективности строительных материалов». - Пенза: ПГУАС, 2010. – С. 186-189.
- [3] Дайнеко Ю., Дмитриев В. Программный модуль «Лаборатория виртуальной физики» в высшем образовании // 8-я Международная конференция IEEE по применению информационно-коммуникационных технологий. - АICT2014, Казахстан, Астана, 15-17 октября 2014 года. - С. 452-454. (англ.).
- [4] Ипалакова М. Т., Дайнеко Е. А. Использование ИКТ для разработки виртуальных обучающих программ. ICCAWMA-2016 // Междунар. конф. ЦААЖМ «Актуальные проблемы математике и механики в Центральной Азии», 22-23 сентября 2016. – Алматы: изд-во, Казахстан. – С. 53-54.
- [5] Дайнеко Ю. А., Ипалакова М. Т., Болатов Ж. Ж.. NET XNA для разработки виртуальной физической лаборатории с элементами трехмерного компьютерного моделирования. Программирование и компьютерное программное обеспечение, том 43, выпуск 3, май 2017 г.– С. 161-171. (англ.).
- [6] Дайнеко Е. А. и др. Программный модуль «Виртуальная физическая лаборатория» для обучения студентов в технических вузах // Вестник КазНУ, серия «Физическая». – Алматы: изд-во, 2015. – № 1 (52). – С. 124-128.
- [7] Айтмагамбетов А. З. и др. Проблемы повышения качества подготовки специалистов для ИКТ отрасли Казахстана // Труды междунар. научно-практ. конф. «Интеграция науки, образования и производства – основа реализации Плана нации» (Сагиновские чтения № 7), посвященной 100-летию со дня рождения академика А. С. Сагинова, 10-11 декабря 2015 г. В 5-и частях. Часть 4. – Караганда: Караганда: КарГТУ, 2015. – С. 90-92.
- [8] Дайнеко Е. А. и др. Применение технологий дополненной реальности в образовании // Материалы XIII междунар. научно-практ. конф. «Фундаментальные и прикладные исследования в современном мире», 17 марта 2016 г. – СПб.: изд-во, 2016. – С. 26-28.
- [9] Курзаева Л. В. и др. К вопросу о применении технологии виртуальной и дополненной реальности в образовании // Современные проблемы науки и образования. – Город: изд-во, 2017. – № 6. – С. 80-84.

ВИРТУАЛДЫ ФИЗИКАЛЫҚ ЗЕРТХАНАҒА ТЕСТ ГЕНЕРАТОРЫН ЖАСАҚТАУ

Е. А. Дайнеко^{1,2}, М. Т. Ипалакова¹, Т. Т. Чинибаева¹, М. А. Бродягина¹, Ж. Ж. Болатов¹

¹Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті, Алматы қ., Қазақстан

²Қолданбалы ғылымдар және ақпараттық технологиялар институты, Алматы қ., Қазақстан

Андатта. Тестілеу - бұл соңғы онжылдықта кеңінен тараған білімді бақылау және бақылау түрі болып табылады. Қазіргі уақытта ол орта және жоғары оқу орындарында кеңінен қолданылады. Осы мақалада жоғары оқу орындарында физика пәнін оқып үйрету мақсатында авторлармен жасалған виртуалды зертханада тест генераторының жұмыс істеуінің негізгі механизмдерін карастырылады. Генератор виртуалды зертханалық жұмыстың әрбір түріне қажетті тапсырмалар санын, сондай-ақ ұя салу функциялары деңгейімен реттелетін тапсырмалардың күрделілігін қамтитын қолданушы ережелеріне сәйкес көптеген жұмыс орындарын құруға арналған. Генератор

жұмыс барысында GIFT форматындағы тест файлын жасайды, ол кәдімгі мәтіндік файл болып табылады. Виртуалды физикалық лабораторияда әзірленген және енгізілген тест генераторы білімді тестілеудің тиімді әдісі болып табылатынын көрсетті.

Кілттік сөздер: Виртуалды зертхана, тест генераторы, объект сериализациясы, атвуд машинасы.

РАЗРАБОТКА ГЕНЕРАТОРА ТЕСТОВ ДЛЯ ВИРТУАЛЬНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ

Е. А. Дайнеко^{1,2}, М. Т. Ипалакова¹, Т. Т. Чинибаева¹, М. А. Бродягина¹, Ж. Ж. Болатов¹

¹Международный университет информационных технологий, г.Алматы, Казахстан

²Институт прикладных наук и информационных технологий, г.Алматы, Казахстан

Аннотация. Тестирование - вид проверки и контроля знаний, который получил широкое распространение в последние десятилетия. В настоящее время он распространен в средних и высших общеобразовательных учреждениях.

В данной статье рассматриваются основные механизмы функционирования генератора тестов, разработанные авторами виртуальной лаборатории, при изучении физики в высших учебных заведениях. Генератор предназначен для создания большого количества заданий в соответствии с заданными пользователем правилам. Правила создаются исходя из типовых задачи виртуальной физической лабораторной работы для оценки усвоения пройденного материала. В процессе работы генератор формирует файл теста формата GIFT, который представляет собой обычный текстовый файл. Показано, что разработанный и внедренный в виртуальную физическую лабораторию генератор тестов является эффективным способом проверки знаний.

Ключевые слова: виртуальная лаборатория, генератор тестов, сериализация объектов, машина атвуда.

ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЯ

IRSTI 502.175:629(574-25)

A. S. Begimbetova¹

¹Almaty University of Power Engineering and Telecommunications, Almaty, Kazakhstan

MONITORING OF THE AIR CONDITION OF THE CITY ALMATY

Abstract. The increase in the number of pollutant emissions from industrialization and urbanization leads to serious environmental problems, such as: acid precipitation, ozone depletion, climate change. In this regard, it is necessary to determine and constantly monitor the level of atmospheric pollution in and outside the zone of direct action of industrial sources to identify the trend of its further changes.

To assess the state of the air basin of cities and megacities in connection with its pollution by emissions from motor vehicles and industrial enterprises, a reliable system of observations is needed. Monitoring the state of atmospheric air includes not only monitoring the concentrations of harmful impurities, but also provides the opportunity to predict the development of the environmental situation under certain meteorological conditions, taking into account the sources of emissions, terrain. The importance of monitoring is to obtain the necessary information to develop engineering methods for protecting the environment. Observation posts provide continuous registration of pollutant content. Among the most polluted areas are zones of the largest maximum single and average daily concentrations created by emissions from industrial enterprises, as well as roads with intensive traffic.

Key words: standard index (SI), air pool, the index of atmosphere pollution (IAP), the maximum permissible concentration (MPC).

Taking into account the requirements of the Resolution of the Government of the Republic of Kazakhstan on 13 April, 2011, № 848 "On the approval of the target indicators for the transition to sustainable development", the determination of air pollution as a specific environmental component is particularly important and reflects the overall environmental situation of a particular region [1].

An incomplete information database, outdated tools and methods for monitoring the composition and quality of atmospheric air, the reduction of state and departmental observation points for air pollution, the lack of automated observing systems and mobile monitoring facilities in the period since 1990 to 2004 led to the degradation of the observing system for pollution of atmospheric air in the city of Almaty.

For a large urbanized city Almaty, with a population of more than 1 million people and located in an area of high seismicity and mudflow danger, it is impossible to carry out coordinated economic and environmental policies without reliable and timely information on the state of the natural environment. Therefore, every year the existing monitoring system of the environment of the city Almaty is being improved. The monitoring of the ecological condition of the air basin in Almaty is carried out by two organizations: RSE "Kazhydromet" - at ten stationary and five high-altitude monitoring posts, the State Sanitary and Epidemiological Supervision Administration of Almaty - at various points of sampling in the residential area and along motorways [2, 3]. At present, despite the absence of large industrial enterprises, according to the results of 2017, Almaty city is ahead of many industrial centers of the republic, such as Balkhash, Zhezkazgan, Karaganda, Ridder, Pavlodar, Temirtau, Ust-Kamenogorsk, Ekibastuz.

The state of air pollution is assessed by the results of analysis and processing of air samples taken at stationary observation posts [3]. The main quality criteria are the values of maximum permissible concentrations (MPC) of pollutants in the air of populated areas (Table 1) [3]. The

quality of atmospheric air is assessed in accordance with the existing standards in the Republic of Kazakhstan [4].

Table 1 - Values of maximum permissible concentrations of harmful substances in the air of settlements for the Republic of Kazakhstan [3]

Name of impurities	Values of MPC, mg/m ³		Hazard Class
	maximum one-time (MPC _m)	daily average (MPC _d)	
Suspended substances	0,5	0,15	3
Carbonic oxide	5,0	3,0	4
Nitrogen dioxide	0,085	0,04	2
Ammonia	0,2	0,04	4
Sulphur dioxide	0,5	0,05	3
Phenol	0,01	0,003	2
Formaldehyde	0,035	0,003	2
Nitric oxide	0,4	0,06	3
Benzapryrene	5	1,5	1
Lead	0,001	0,0003	1

The degree of atmospheric air pollution is estimated by comparing impurity concentration with MPC (in mg/m³, mcg/m³). To assess the level of air pollution for the month, three air quality indicators are used:

- standard index (SI) - the largest measured in the city maximum single concentration of any pollutant, divided by MPC;
- the highest repeatability; (HR),%, excess of MPC by any pollutant in the air of the city;
- the index of atmosphere pollution (IAP) is the indicator of atmospheric pollution. For its calculation, the average values of the concentrations of various pollutants divided by the MPC and reduced to the harmfulness of sulfur dioxide.

If IAP, SI and HR fall into different grades, then the degree of atmospheric pollution is estimated by IAP [3].

In accordance with [4], the level of air pollution, depending on the value of IAP is determined as follows:

- low when IAP ≤ 5 ;
- elevated when IAP = $5 \div 7$;
- high when IAP = $7 \div 14$;
- very high when IAP ≥ 14 .

According to [4], the criteria for estimating air pollution by IAP are given in Table 2.

Table 2 - Criteria for assessing atmospheric air pollution by IAP

IAP	Ecological situation				
	Relatively satisfactory	Tense	Critical	Crisis	Catastrophic
1 substance	1	1-4	4-8	8-16	>16
2-4 substances	1-4	4-8	8-16	16-32	>32

Almaty refers to the cities of Kazakhstan with a systematically perennial high level of atmospheric air pollution.

Quality control of atmospheric air in the city Almaty is carried out at 5 stationary stations (monitoring post for pollution) and 6 high-altitude posts located in various administrative districts of the city.

To analyze the changes in the IAP of Almaty city with the growth of the car fleet, the extrapolation method was used, which allows to reduce the initial statistical series to the approximating function and to extend the function beyond its definition area, in which the extended

function belongs to a given class. A graph of the function Y (index of atmospheric pollution index) was plotted against factor X (number of cars). The resulting curve is shown in Figure 1.

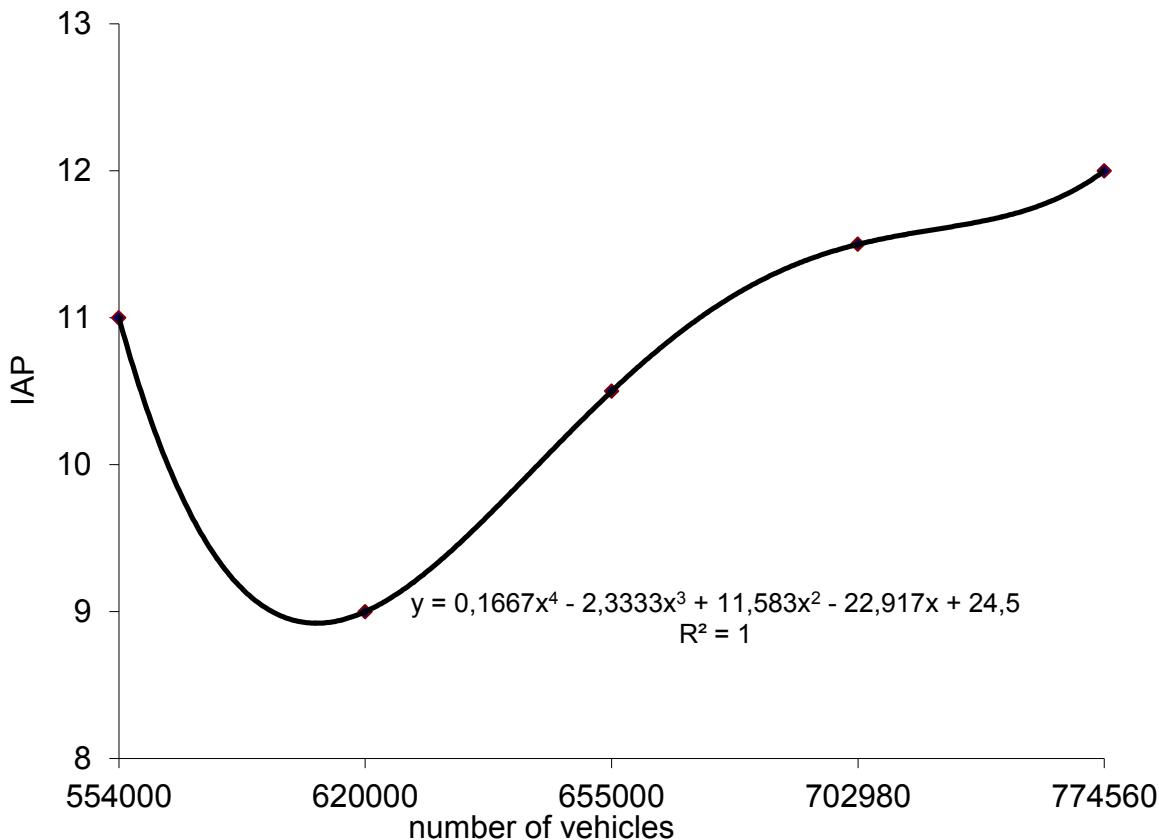


Figure 1 - Curve of IAP changes in Almaty city from the number of cars

In 2017, according to the fixed observation network, the level of atmospheric air pollution was estimated as increased, IA Pis equal to 6. SI = 4 (elevated level) by PM2,5 suspended matter (near the post № 30), HR = 37% (high level) nitrogen dioxide (near the post № 12). The level of air pollution compared with 2016 fell from "high" to "elevated". Average concentrations of suspended particles (dust) were 1.1 MPC_d, sulfur dioxide - 1.1 MPC_d, nitrogen dioxide - 1.8 MPC_d, formaldehyde - 1.2 MPC_d, heavy metals and other pollutants did not exceed the MPC. The maximum single concentrations of suspended particles (dust) were 1.4 MPC_m, PM-2.5 weighted particles - 4.4 MPC_m, PM-10 suspended solids - 3.5 MPC_m, sulfur dioxide - 3.5 MPC_m, carbon monoxide - 4.1 MPC_m, nitrogen dioxide - 2.5 MPC_m, nitrogen oxide - 1.8 MPC_m, phenol - 1.4 MPC_m the remaining pollutants did not exceed the MPC [3].

Table 3 presents data on the names of impurities determined at each observation post.

Table 3 - Location of observation posts and detectable impurities [3]

Post number	Timing of selection	Conducting of observations	Address of the post	Detectable impurities	
1	4 times a day	manual sampling (discrete methods)	Amangeldy street, corner of Satpayev street	suspended matters, sulfur dioxide, carbonic oxide, nitrogen dioxide, phenol, formaldehyde	
12	3 times a day		Raiymbek avenue, corner of Nauryzbai batyr street		
16			Ainabulak-3 microdistrict		
25			Aksay-3 microdistrict, Marechek street, corner of B. Momyshuly street		
26			Tastak-1 microdistrict, Tole bi street, 249, State Institution "City Children's Polyclinic № 8		
27 (ground)	every 20 minutes	in continuous mode	Meteorological station Medeu, Gornaya street, 548	suspended particles PM10, sulfur dioxide, carbonic oxide, dioxide nitrogen oxide	
28 (ground)			Aerological station (Airport area) Akhmetov street, 50	sulfur dioxide, carbonic oxide, dioxide nitrogen oxide	
29 (ground)			Department of Internal Affairs of Turksib district, R. Sorge Street, 14		
30 (ground)			"Shanyrak" microdistrict, school № 26, Zhankozha batyr street, 202		
31 (ground)	every 20 minutes	in continuous mode	Al-Farabi avenue, corner of Navoi street, Orbita microdistrict (territory of the Dendropark of JSC "Zelenstroy"	sulfur dioxide, carbonic oxide, dioxide nitrogen oxide	
1 (high-rise)			"Institute of Mining Engineering" named after D. A. Kunaev, Abay Avenue, 191		
2 (high-rise)			Kazakh National University named after Al-Farabi, Timiryazev street, 74		
3 (high-rise)			JSC KazGASA, Ryskulbekov street, 28		
4 (high-rise)			Akimat of Alatau district, Shanyrak-2 microdistrict, Zhankozha batyr street, 26		
5 (high-rise)			KazNTU named after K.Satpayev, K. Satpayev street, 22		

Spent gases containing carbon oxides, nitrogen, hydrocarbons, solid particles and lead compounds accumulate in the surface layer of the atmosphere. The unfavorable ecological state of the urban system affects the health of the living local population. According to the level of primary morbidity of respiratory organs of Almaty city, it ranks first ranked among the regions of the republic [2, 6]. Diseases of the respiratory system in 2013 per 100 thousand people occupied the leading place in Almaty. Among respiratory diseases, pneumonia was 1.7% (1.9%); chronic bronchitis, emphysema - 4.4% (4.9%); bronchial asthma - 0.6% (0.7%) [6]. According to the Almaty Health Department, 17 illness classes (Table 4) since 2012 to 2015 showed a positive dynamics in the incidence of respiratory diseases, and since 2016 the incidence rate has begun to decline. This pattern can be explained by a decrease in the background of atmospheric air pollution since 2016 onwards.

Table 4 - Data on the incidence of the population in 2012-2018

№	Class	The total incidence for 2012-2018 per 100 thousand of the population						
		2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
1	Neoplasms	2516,4	2430,9	2290,0	1953,6	1939,3	2346,1	2877,1
2	Diseases of the blood	3772,1	3385,4	3530,0	3518,3	3268,5	3197,5	2757,5
3	Endocrine diseases	5248,5	5368,8	5390,0	5048,6	4833,0	5109,2	6329,8
4	Diseases of the nervous system	9220,7	7977,9	7550,0	7756,1	7740,1	7129,5	7354,7
5	Diseases of the respiratory system	43213,1	44048,1	48060,0	48335,7	41476,1	33611,2	36700,8
6	Diseases of the skin	3861,8	3745,6	3470,0	3129,0	2873,6	2679,4	3599,4
7	Diseases of the digestive system	13961,1	13623,7	13780,0	12330,7	11552,2	11302,7	12412,2
8	Narcological disorders	5187,5	4976,0	4420,0	3108,2	2332,4	2288,8	1308,6

According to literature sources [5, 7], statistical observations of the degree of air pollution in highways and mainland territories include simultaneous measurements of the composition of atmospheric air. The observation cycle for the day should consist of three intervals of 2-3 hours of continuous surveys: morning rush hours (7-10 a.m.); peak timepiece (11 a.m.-14 p.m.); evening rush hours (16-19 p.m.). The results of observations, after treatment, give a number of average hourly concentrations. According to the data of the Hydrometeorological Center of Almaty, the average hourly concentrations of harmful impurities during a different time of a day at observation post № 12, located at the intersection of the streets, the values given in Table 5.

Table 5 - Average annual concentrations of harmful substances according to the data of the stationary observation post № 12

Name of impurity/ time of measurement	Average annual concentrations, mg m ⁻³		
	7 ⁰⁰ -10 ⁰⁰ a.m.	11 ⁰⁰ -14 ⁰⁰ a.m.	16 ⁰⁰ -19 ⁰⁰ p.m.
Suspended substances	0,406	0,414	0,439
Carbonic oxide	4,858	4,155	4,881
Dioxide nitrogen	0,111	0,096	0,121
Sulfur dioxide	0,013	0,020	0,020
Formaldehyde	0,015	0,017	0,018

The maximum morning concentrations, as a rule, are recorded at about 9 am, and can reach values of 0,5-0,7 MPC_m. Reducing air pollution in the daytime helps reduce the number of

machines, warming the atmosphere and increasing vertical turbulent exchange under the influence of increased wind speed and instability of the surface layer [8]. Late in the evening and early in the morning, the concentration decreases due to a reduction in emissions of impurities by transport and industry. An exception to this pattern is the daily course of carbon monoxide in the winter period, when the concentrations do not decrease during the day. As in the city of Almaty, motor transport accounts for the majority of pollutant emissions, their concentration is 3-6 times lower at night than in the day, with two maxima at 7-11 a.m. and 16-19 p.m. during the day. The share of carbon monoxide in the total mass of emissions of motor vehicles is 80-90%, in turn, about 80% of global emissions of carbon monoxide are in motor transport [5, 6].

Conclusions

Analysis of the current state and organization of control of atmospheric air pollution in Almaty has shown that it monitors the ecological state of the air basin in ten stationary and five high-altitude surveillance stations at various points of sampling in the residential area and along the highways of Almaty. The main pollutants, according to the results of long-term observations of Kazhydromet, are: dust (suspended particles), sulfur dioxide, carbon monoxide, oxide and nitrogen dioxide, phenol, formaldehyde. The increased level of air pollution in the city is due to unreasoned urban development and a large number of road transport. The city of Almaty has extremely weak resources for self-cleaning the atmosphere. Optimal aeration of the mountain breeze is observed only in the upper, southern part of the city. Particularly significant air pollution is observed in the cold season, when emissions of stationary and mobile sources are the highest.

An analysis of the IAP change showed that, despite effective environmental measures taken to improve the quality of atmospheric air in Almaty, a high index of atmospheric pollution is maintained against the backdrop of a constant increase in the number of mobile sources.

REFERENCES

- [1] Begimbetova A. S., Aidarova S. B. Ecological zoning of the city of Almaty according to the results of the assessment of the state of atmospheric air // The Age of Science and Education - 2014. - №1-3 (57-59). - P. 23-34. (in Russ.).
- [2] Begimbetova A.S. Analysis of the state and organization of control of atmospheric air pollution in the city Almaty // Materials of the VI International Scientific and Practical Conference. Conf. - North Charleston: 2015. - V. 2. - P. 100-108. (in Russ.).
- [3] Information bulletin on the state of the environment of the Republic of Kazakhstan for 2017. - 353 p. (in Russ.).
- [4] Sanitary-epidemiological requirements for atmospheric air: approved by the Government of the Republic of Kazakhstan № 1127 on December 30, 2015. (in Russ.).
- [5] Nazarenko O. B. Ecology. - Tomsk: Publishing house of Tomsk Polytechnic University, 2007. - 100 p. (in Russ.).
- [6] Sultanova R. Y., Dautova A. Z., Klushina O. A. Pollution of the environment of Almaty city of Kazakhstan and its impact on public health // Access mode: URL: sibac.info/archive/nature/StudNatur 04. 2013.pdf, free (date of circulation: 03/06/2018). (in Russ.).
- [7] Lozhkina O. V., Popov V. V., Kuznetsova A. D. Analysis of physicomathematical models of atmospheric diffusion applied to assessments of the impact of vehicles on the urban environment // Scientific journal "Vestnik". - St. Petersburg: SPbUGPS EMERCOM of Russia, 2012. - №1. - P. 59-66. (in Russ.).
- [8] V. N. Lis'ev. Monitoring of urban pollution by vehicle emissions Environmental and meteorological problems of large cities and industrial zones // Access mode: http://www.rusnauka.com/11_NPE_2014/Ecologia, free (appeal date to the source : 05/17/2018).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Бегимбетова А. С., Айдарова С. Б. Экологическое районирование города Алматы по результатам оценки состояния атмосферного воздуха // Век науки и образования – 2014. – Город: изд-во, 2014. - № 1-3(57-59). – С. 23-34.
- [2] Бегимбетова А. С. Анализ состояния и организации контроля загрязнения атмосферного воздуха в городе Алматы // Материалы VI междунар. научно-практ. конф. - North Charleston: изд-во, 2015. – Т. 2. – С. 100-108.
- [3] Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды Республики Казахстан за 2017 год. - 353 с.
- [4] Санитарно-эпидемиологические требования к атмосферному воздуху: утв.: постановлением Правительства РК № 1127 от 30.12.2015.
- [5] Назаренко О. Б. Экология. – Томск: Томский политехнический ун-та, 2007. – 100 с.
- [6] Султанова Р. Ю., Даутова А. З., Клушина О. А. Загрязнение окружающей среды города Алматы Казахстана и их влияние на здоровье населения // Режим доступа: URL: sibac.info/archive/nature/StudNatur04.2013.pdf, свободный (дата обращения: 03.06.2018).
- [7] Ложкина О. В., Попов В. В., Кузнецова А. Д. Анализ физико-математических моделей атмосферной диффузии применительно к оценкам воздействия автотранспорта на городскую среду // Научный журнал «Вестник». - СПб.: СПбУГПС МЧС РФ, 2012. - № 1. - С. 59-66.
- [8] Лисьев В. Н. Мониторинг загрязнения городов выбросами автотранспорта Экологические и метеорологические проблемы больших городов и промышленных зон // Режим доступа: http://www.rusnauka.com/11_NPE_2014/Ecologia, свободный (дата обращения: 17.05.2018).

АЛМАТЫ ҚАЛАСЫНЫң АУА БАССЕЙНІ ЖАҒДАЙЫНЫң МОНИТОРИНГІ

А. С. Бегимбетова¹

¹Алматы энергетика және байланыс университеті, Алматы қ., Қазақстан

Аңдатпа. ИндустрIALIZация мен урбанизацияның нәтижесінде қоршаган ортаға тасталатын ластаушы заттардың күрт көбеюі мынадай алапат экологиялық проблемаларды тудырып отыр: қышқылдық тұнбалардың тұнуы; озон қабатының бұзылуы; климаттың өзгеруі. Сондықтан да олардың ары қарай өзгеру тенденциясын анықтау үшін өндіріс көздерінің аймақ та және аймақтан тыс жерлерге тікелей әсер етуін ауаның ластану деңгейіне қарай анықтап және оны үнемі бақылауда ұстасу қажет. Автокөліктер мен өндіріс орындарынан шығарылатын зиянды қалдықтармен ластанатын қалалар мен мегаполистердің ауа бассейнерінің жағдайын бағалау үшін бақылаудың нақты жүйесі қажет. Атмосфералық ауа жағдайының мониторингі зиянды қалдық концентрацияларының шамаларын бақылап қана қоймай, сонымен катар жергілікті жер рельефтірінің қалдық көздерін ескере отырып, белгілі бір метеорологиялық жағдайларда экологиялық жағдайдың дамуын болжауга мүмкіндік береді. Мониторинг маңыздылығы қоршаган ортаны қорғаудың инженерлік әдістерін дайындау үшін қажетті ақпаратты алушмен тұжырымдалады. Бақылау бекеттері ластаушы заттардың құрамын үздіксіз тіркеуді қамтамасыз етеді. Жоғары деңгейде ластанған аудандар катарына өндірістік кәсіпорындар қалдықтарының концентрациясының тәуліктік және орташа деңгейі негұрлым максимальды аймақтар, сондай-ақ жоғары көлік қозғалысына ие жолдар жатады.

Кілттік сөздер: стандартты индекс, ауа бассейні, атмосфера ластануының индексі ең шекті концентрация.

МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ВОЗДУШНОГО БАССЕЙНА ГОРОДА АЛМАТЫ

А. С. Бегимбетова¹

¹Алматинский университет энергетики и связи, г.Алматы, Казахстан

Аннотация. Увеличение количества выбросов загрязняющих веществ в результате индустриализации и урбанизации приводит к серьезным экологическим проблемам: выпадение кислотных осадков, разрушение озонового слоя, изменение климата. В связи с этим необходимо определять и постоянно контролировать уровень загрязнения атмосферы как в зоне, так и вне зоны непосредственного действия промышленных источников для выявления тенденции его дальнейших изменений.

Для оценки состояния воздушного бассейна городов и мегаполисов в связи с его загрязнением выбросами от автотранспорта и промышленных предприятий нужна достоверная система наблюдений. Мониторинг состояния атмосферного воздуха включает не только наблюдение за величинами концентраций вредных примесей, но и дает возможность прогнозировать развитие экологической ситуации при определенных метеорологических условиях с учетом источников выбросов, рельефа местности. Важность мониторинга заключается в получении необходимой информации для выработки инженерных методов защиты окружающей среды. Посты наблюдений обеспечивают непрерывную регистрацию содержания загрязняющих веществ. К числу наиболее загрязненных районов относятся зоны наибольших максимальных разовых и среднесуточных концентраций, создаваемые выбросами промышленных предприятий, а также дороги с интенсивным движением транспорта.

Ключевые слова: стандартный индекс, воздушный бассейн, индекс загрязнения атмосферы, предельно-допустимая концентрация.

ИННОВАЦИИ В ВЫСШЕМ ОБРАЗОВАНИИ. ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ НАУКИ

IRSTI 681.51:681.7.068

A. Y. Zhakupbekova¹

¹Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

THE DEVELOPMENT OF FUZZY MODELS FOR THE ANALYSIS OF EDUCATIONAL ACTIVITIES

Abstract. The article presents a model of fuzzy quality management of higher education as the main factor of competitiveness for further integration into the model of intellectual control system of educational activities. The presented work deals with modeling and monitoring the quality of higher educational system using fuzzy techniques. Design of controllers using conventional methods for that kind of systems is not easy due to absence of a systematic theory behind it. In such cases, an approach based on the use of fuzzy logic for identifying the risks of deterioration of teaching quality and administration based on the input and output data have been shown to be attractive. The data obtained as a result of monitoring are presented to the administration of the educational institution for strategic and operational decision-making.

Key words: fuzzy mathematical model, indicators, fuzzy rules, aggregation, artificial intelligence, prediction, membership functions.

Difficulties in the development of higher education are partly explained not only by the results of internal indicators, but also by the effects of external influences of the labor market. Another problem of professional training is the lack of an effective system for monitoring its quality and effectiveness. The main difficulty of monitoring the quality of educational services is the weak formalization of many assessments of the quality of educational activities and the lack of standard monitoring procedures (which evaluate a standard set of license and accreditation indicators) for the comprehensive assessment. Analysis of the work on the study of factors affecting the quality of university activities is an area of the use of the theory of fuzzy sets and fuzzy logic with the possibility of the transition from the classical probability models and expert assessments to fuzzy-multiple descriptions.

The fuzzy logic provides a means of converting a linguistic control strategy based on expert knowledge into an automatic control strategy. The ability of fuzzy logic to handle imprecise and inconsistent real-world problems has made it suitable for a wide variety of applications.

To achieve the goal, the following tasks were set:

- Identify factors that affect the competitiveness of the educational institution;
- Develop a fuzzy model of quality management of educational services;
- Implement the developed model on a concrete example;
- Evaluate the results and prospects of further research.

Construction of fuzzy model: Description of input and output variables

When constructing a model for assessing the quality of the university work, it is advisable to classify the input variables and, based on it, construct an output tree that defines a system of nested smaller knowledge statements. Thus, the presence of mathematical means of reflecting the fuzziness of the initial information allows us to construct a model adequate to reality, in which a fine-tuning of the fuzzy model is carried out by training it on the basis of experimental data. The final evaluation of the model, showing the quality of the department is indicated by the letter - R (results). $R \in [0.100]$. The greater the value of this criterion, the higher the leading positions of the university in the market of educational services.

The main indicators of learning activities that affect competitiveness, and the change of which is described with the help of clear mathematical functions, are quantitative indicators. Denote them by X_1, \dots, X_n , then the final evaluation of the university model will represent a functional mapping of the form:

$$X = \{X_1, X_2, \dots, X_n\} \rightarrow R \in [0,100]$$

For a sufficiently large number of factors, it is convenient to represent them in the form of a hierarchical tree (Figure 1). Elements of a tree are interpreted as follows:

- The root of the tree - the competitiveness of the educational institution (R);
- Terminal vertices - partial influencing factors (X_i , $i=1..9$);
- Nonterminal peaks - enlarged influencing factors - (Y_1, Y_2, Y_3, R);

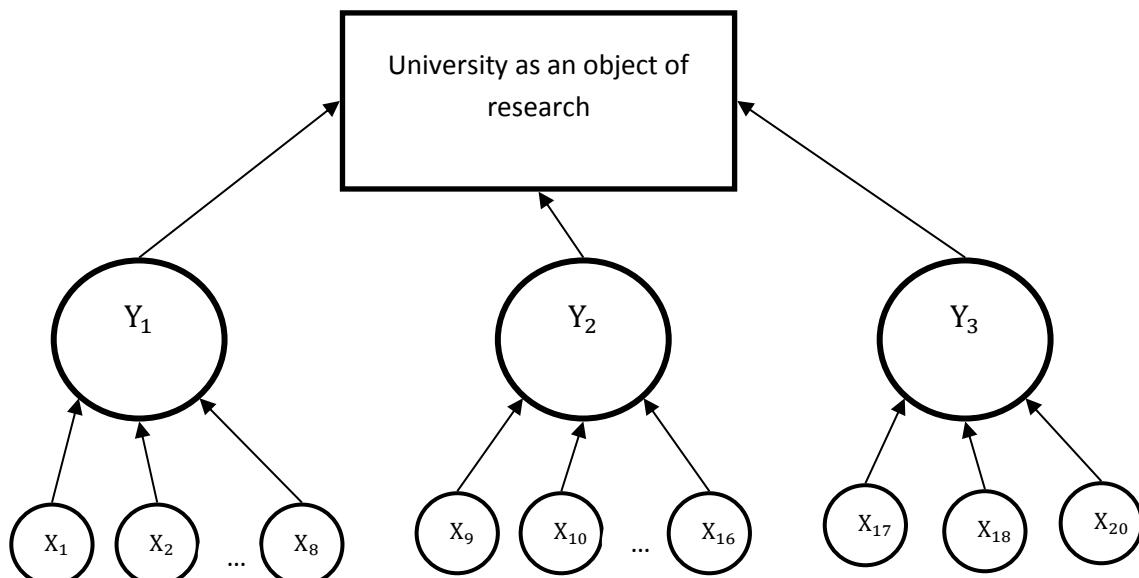


Figure 1 – A hierarchical representation of university activities

As an algorithm for fuzzy logic inference, the Mamdani algorithm [2] is used. At the first stage, the base of rules of fuzzy inference systems is formed (Table 2). A set of rules was generated based on possible combinations of fuzzy statements in the premises and conclusions of the rules, according to which the maximum number of rules in the database is determined by the following ratio: $N = N_{x_1} \cdot N_{x_2} \cdot \dots \cdot N_{x_m} \cdot N_y$, where $N_{x_1} \cdot N_{x_2} \cdot \dots \cdot N_{x_m} \cdot N_y$, – number of membership functions for specifying input and output variables [3]. Since the initially formed rules base is redundant - with the same assumptions and different conclusions, the set of rules was optimized on the basis of expert information, resulting in the formation of a base of 27 rules. Expert fuzzy knowledge bases are given in Table 3. Elements of antecedents of fuzzy rules are related by the logical operation AND, the weight coefficients of each of the rules are equal to 1.

Table 1 – Description of indicators

Symbol	Description of indicators
Y₁	Educational-methodical work
X ₁	Active educational programs in English
X ₂	Active joint educational programs or dual diploma programs
X ₃	Position of the specialty in the QS ranking by areas (directions) of preparation
X ₄	Proportion of employed graduates
X ₅	Specialties of VOUD, the average score for which is more than 60% of the maximum points
X ₆	The level of the teaching staff
X ₇	Increase (in%) of the number of students compared to the previous year (1% above the threshold level of 5%)
X ₈	Average assessment of teachers through the questionnaires of students

Y₂	Research work
X ₉	The number of articles published in English-language scientific journals of KazNU together with authors from the far abroad with the Index of Hirsch at least 3 in the Scopus database
X ₁₀	The number of articles published in English in the series of the Bulletin of KazNU named after al-Farabi
X ₁₁	The number of articles published in scientific journals, recommended by KKSON and the journal "Aikap"
X ₁₂	Number of security documents received
X ₁₃	The volume of research funding from industry, business and other development institutions (household contracts), mln.tg
X ₁₄	The volume of grant, program-targeted financing of scientific research, mln. tg
X ₁₅	The number of articles (students, undergraduates and doctoral students) published in the journals indexed in Scopus
X ₁₆	Number of created student start-up companies
Y₃	Social and educational work
X ₁₇	Organization of educational events in the framework of innovative projects (Ainaladynrlandir, Greenkampus, 100 kitap, Cult of a healthy body, etc.)
X ₁₈	The volume of student scholarships established by graduates and university partners, mln.tg
X ₁₉	Number of students-winners of creative competitions, sports competitions
X ₂₀	Number of image publications about the achievements of KazNU

Based on the study and analysis of materials of domestic and foreign scientists [4, 5, 6, 7] on the development of assessments of the quality of educational services authors made the following conclusions regarding the methodological principles that are necessary take into account when developing a rating:

- The principle of systemic nature, which requires both the interconnection of indicators in the model, so that this connection makes sense.
- The principle of complexity, which means that the model should display various aspects of the educational activity of the institution.
- The principle of normative model. Its application in the model is based on the fact that growth rates of indicators characterizing various aspects of educational the activities of the institution are in a certain relationship with each other. Wherein it should be noted that the objective of the normative model is to achieve the state of the educational institution, which for it is the most optimal.

Table 2 – Translation from a quantitative index to a fuzzy parameters

Indicators		Fuzzy parameters		
		low	middle	high
X ₁	Active educational programs in English	Absent	1≤x<3	More than x≥3
X ₂	Active joint educational programs or dual diploma programs	Absent	1≤x<3	More than x≥3
X ₃	Position of the specialty in the QS ranking by areas (directions) of preparation	More than x>50	10≤x<50	Less than x< 10%

X ₄	Proportion of employed graduates	Less than x<50	50≤x<75%	More than x≥75%
X ₅	Specialties of VOUD, the average score for which is more than 60% of the maximum points	Less than x<30	30≤x<60%	More than x≥60
X ₆	The level of the teaching staff	Less than x<75	75≤x<90%	More than x≥90
X ₇	Increase (in%) of the number of students compared to the previous year (1% above the threshold level of 5%)	Less than x<10%	10≤x<15%	More than x≥15
X ₈	Average assessment of teachers through the questionnaires of students (score)	Less than x<2	2≤x<4	More than x≥4

Developed by the authors in this study, the methodology of analyzing and evaluating the quality of educational services, these principles implements, taking into account various aspects (options) of educational activities, such as the quality of teaching, the quality of students' learning and profitability, and the social-educational work of educational activities.

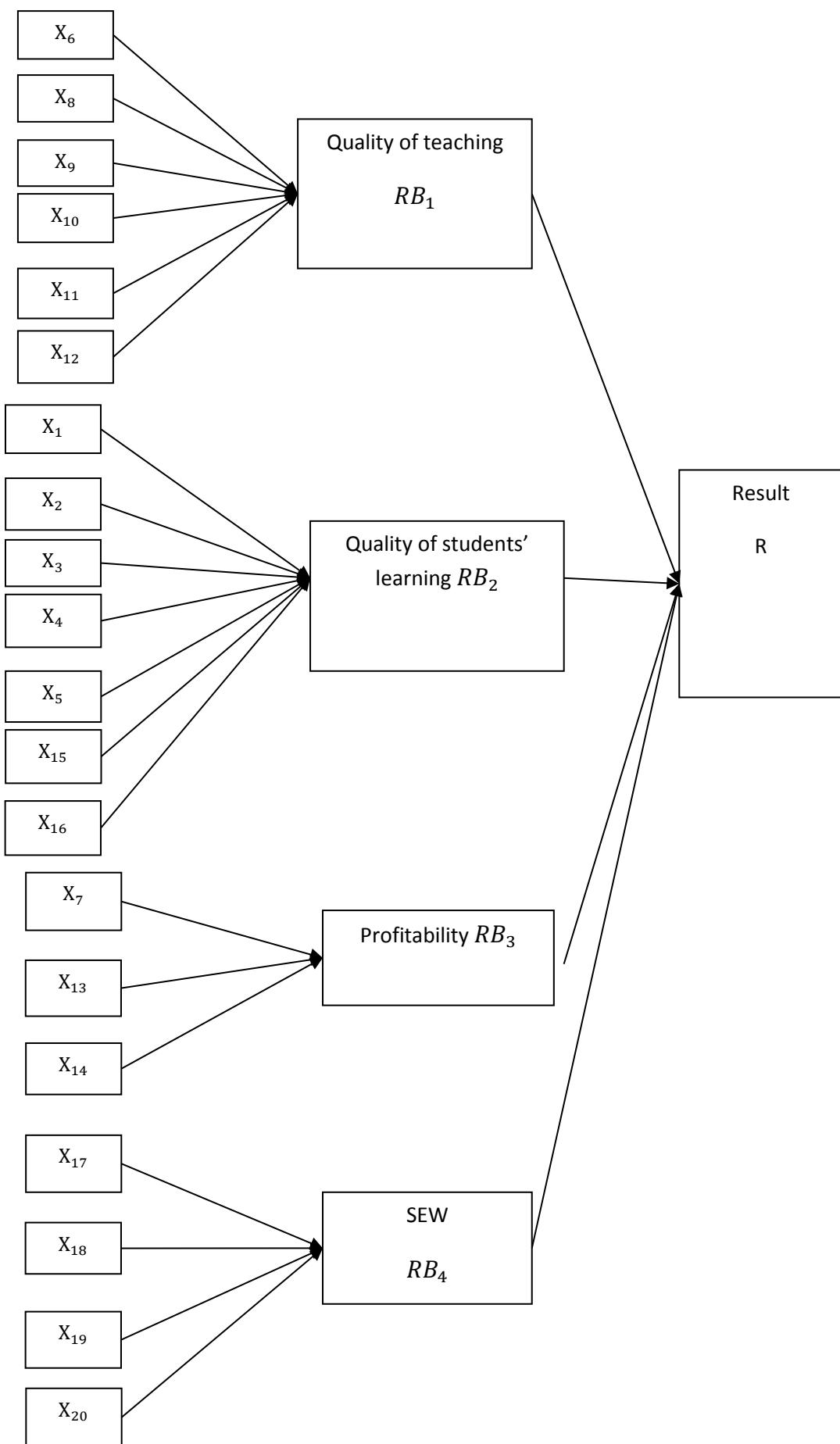


Figure1 – A new method of indicators' classification

Based on suggested new method of classification of university indicators (Figure 2), we can make a fuzzy rule for the integrated value of R in the Table 3.

Table 3 – Expert fuzzy knowledge bases for the integrated result R

Nº	RB1	RB2	RB3	RB4	R
1	Low	Low	Low	Low	Low
2	Low	Low	Middle	Low	Low
3	Low	Low	High	Low	Low
4	Low	Middle	Low	Low	Low
5	Low	High	Low	Middle	High
6	Low	Middle	Middle	Low	Low
7	Low	Middle	High	Middle	Middle
8	Low	High	Middle	High	Low
9	Low	High	High	High	Low
10	Middle	Low	Low	High	Low
11	Middle	Low	Middle	Middle	Middle
12	Middle	Low	High	Middle	Middle
13	Middle	Middle	Low	Low	Middle
14	Middle	Middle	Middle	Middle	Middle
15	Middle	Middle	High	Middle	Middle
16	Middle	High	Low	Low	Middle
17	Middle	High	Middle	High	High
18	Middle	High	High	High	High
19	High	Low	Low	Low	Low
20	High	Low	Middle	Low	Low
21	High	Low	High	Low	Low
22	High	Middle	Low	Middle	Middle
23	High	Middle	Middle	Middle	Middle
24	High	Middle	High	High	High
25	High	High	Low	Low	Middle
26	High	High	Middle	High	High
27	High	High	High	High	High

Expertise determines the priority of the above blocks of indicators, based on the interests of the evaluating entity.

Based on the preferences of the interested party, ranking of the scores on the blocks of indicators is made, that is

$$RB_1 > RB_2 > RB_3 > RB_4,$$

where RB_i – Quality assessment for one of the above four blocks of indicators;
 > – the preference of the previous block of the indicator before the next one.

Table 4 – Weights of each blocks of indicators

Nº	Indicator Block	weight μ_i
1	Quality of students' learning	0,5
2	Quality of teaching	0,3
3	Profitability	0,15
4	Social and educational work	0,05

For the analyzed university, the value of its rating will be determined by the formula:

$$R = \mu_1 * RB_1 + \mu_2 * RB_2 + \mu_3 * RB_3 + \mu_4 * RB_4,$$

where R – university rating;

μ – weight index (Table 4);

RB_i – quality assessment by groups of indicators.

Table 5 - Classification of ratings of educational institutions:

State	Value of rating
High	$85 \leq R \leq 100$
Middle	$65 < R < 85$
Low	$0 \leq R \leq 65$

The membership functions for input variables were constructed using the method of statistical processing of expert information, and for the output variable-based on the paired comparisons method [4]. The following piecewise triangular and trapezoidal membership functions were used in the construction, which are depicted in Fig. 3.

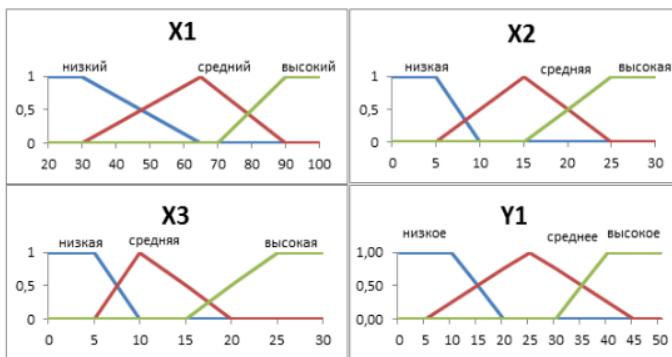


Figure 2 – Membership functions of linguistic variables

With the help of aggregation, the degrees of truth of the conditions of each of the rules of fuzzy products were determined, and paired fuzzy logical operations (min-conjunction and max-disjunction) were used. Those rules, the degree of the truth of the conditions of which is different from zero, are considered active and are used for further calculations.

Activation of subcontracts in fuzzy rules of products is carried out by the method of min-activation, accumulation of fuzzy sets, defuzzification of output variables by the method of the center of gravity.

Model of fuzzy quality management of educational services

is built on the basis of expert knowledge; therefore, it is necessary to train the model on experimental data to ensure reliable results, and to assess the adequacy of the model constructed. To learn the fuzzy model, 100 pairs of experimental data "inputs-output" were used. The parameters of the term membership functions were adjusted in such a way that the root-mean-square error was minimal [5].

The center of gravity (CoG, COG, Cent of Gravity) or centroid area is calculated by the formula:

$$y = \frac{\int_{Min}^{Max} x \cdot \mu(x) dx}{\int_{Min}^{Max} \mu(x) dx}.$$

where y - the result of defuzzification;

x - the variable corresponding to the output linguistic variable W ;

$\mu(x)$ - the fuzzy set belonging to the output variable w after the accumulation step;

Min and Max - the left and right points of the interval of the carrier of the fuzzy set of the considered output variable w.

In defuzzification by the center of gravity method, the usual (not fuzzy) value of the output variable is equal to the abscissa of the center of gravity of the area bounded by the curve of the membership function of the corresponding output variable.

Results

The developed model allows predicting the quality of educational services and helps to determine drawbacks of existing situations in the university activities. As the result, application of this model provides the high level of the quality in educational services and a leading position with the high competition.

The prospect of further research is the development of a fuzzy model using the Matlab environment, as well as increasing the level of complexity of the model with the addition of such factors as the quality of information technology, the quality of patents, textbooks and the quality of educational programs and the further integration of university management into the model.

REFERENCES

- [1] Leonenkov A. V. Fuzzy modeling in the environment of MATLAB and fuzzyTECH – St. Petersburg: BHV-Petersburg, 2005. - 736 p. (in Russ.).
- [2] Kruglov V. V., Dli M. I., Golupov R. Yu. Fuzzy logic and artificial neural networks, M.: Hot line - Telecom, 2002. - 221 p. (in Russ.).
- [3] Yakhyeva G. E. Fuzzy sets and neural networks. - M.: Internet-University of Information Technologies; BINOMIAL. Laboratory of Knowledge, 2006. - 316 p. (in Russ.).
- [4] Bocharnikov V. P. Fuzzy-technology: Mathematical foundations. The practice of modeling in the economy. - Moscow: Nauka, 2001. - 328 p. (in Russ.).
- [5] Sovetov B. Ya., Yakovlev S. Ya. Modeling of systems. –Moscow: Nauka, 2005. - 600 p. (in Russ.).
- [6] Konyukhovsky G. V. Mathematical methods of operations research. M.: Hot line - Telecom, 2001. - 221 p. (in Russ.).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Леоненков А. В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzTECH. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 736 с.
- [2] Круглов В. В., Дли М. И., Голупов Р. Ю. Нечеткая логика и искусственные нейронные сети. – М.: Горячая линия – Телеком, 2002. – 221 с.
- [3] Яхъяева Г. Э. Нечеткие множества и нейронные сети. – М.: Интернет-университет информационных технологий; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. – 316 с.
- [4] Бочарников В. П. Fuzzy-технология: Математические основы. Практика моделирования в экономике. – М.: Наука, 2001. – 328 с.
- [5] Советов Б. Я., Яковлев С. Я. Моделирование систем. – М.: Наука, 2005. – 600 с.
- [6] Конюховский Г. В. Математические методы исследования операций. – М.: Горячая линия – Телеком, 2001. – 221 с.

ЖОҒАРЫ ОҚУ ОРНЫНЫҢ САПАСЫН ТАЛДАЙТАЫН ФАЗЗИ МОДЕЛІН ҚҰРАСТАРЫ

A. E. Жакупбекова¹

¹Әл – Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан

Аңдатпа. Берілген макалада интеллектуалдық оқу үрдісін басқару моделіне интеграциялау және одан әрі пайдалану мақсатында жоғары оқу орнының білім беру сапасын талдайтын нақты емес фаззи моделі құрастырылған. Фаззи моделі жоғары оқу орнының бәсекеге қабілеттілігін арттырудың негізгі факторлардың бірі ретінде ұсынылған. Бұл ретте жоғары оқу орнының сапасын бақылау жүйесінің моделі де нақты емес әдіске сүйенеді. Қарапастырылатын жүйені сипаттайтын кіріс және шығыс параметрлер жөнінде мағлұмматтың толықтай болмауына байланысты, жоғары оқу орнының жұмысын модельдеу курделі есептердің бірі болып саналады. Бұндай жағдайда оқыту сапасының нашарлау ықтималдығын анықтау және басқару үшін нақты емес фаззи моделін қолдану есептің шешімі болуы орынды. Модельді бақылау нәтижесінде алынған деректер стратегиялық және жедел шешімдер қабылдау үшін жоғары оқу орнының басшылығына ұсынылады.

Кілттік сөздер: нақты емес фаззи моделі, көрсеткіштер, фаззи ережелері, агрегациялау, жасанды интеллект, жорамалдау, мұшелік функциясы.

РАЗРАБОТКА НЕЧЕТКОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ АНАЛИЗА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

А. Е. Жакупбекова¹

¹Казахский Национальный университет им. Аль-Фараби, г.Алматы, Казахстан

Аннотация. В статье разработана модель нечеткого управления качеством высшего образования как основного фактора конкурентоспособности для дальнейшего использования и интеграции в модель интеллектуального управления учебной деятельностью. При этом смоделированная система мониторинга качества высшего образования дана с использованием нечетких методов. Построение модели университетской деятельностью является одним из сложных задач из-за отсутствия полных знаний о входных и выходных параметрах. В таких случаях подход, основанный на использовании нечеткой логики для определения рисков ухудшения качества обучения и администрирования, является адекватным и целесообразным. Данные, полученные в результате мониторинга, будут представлены руководству учебного заведения для принятия стратегических и оперативных решений.

Ключевые слова: нечеткая математическая модель, показатели, базы нечетких правил, агрегирование, искусственный интеллект, функция принадлежности.

Ж. Искаков¹

¹Алматы энергетика және байланыс университеті, Алматы қ., Қазақстан

«ӨШЕТИН БҮРАЛМА ТЕРБЕЛІСТІ ЗЕРТТЕУ» ЗЕРТХАНАЛЫҚ ЖҰМЫСЫН ОРЫНДАУ ӘДІСТЕМЕСІ

Аңдатта. Берілген мақалада оқу зертханасы жағдайында өшетін бұралма тербелісті тәжірибелік зерттеу бойынша зертханалық жұмыс әдіstemесі әзірленді. Бұл үшін әдетте оқтың ұшу жылдамдығын импульс моментінің, механикалық энергияның сақталу зандарына және меншікті тербеліс заңдылықтарына негізделген тәжірибелік анықтау үшін пайдаланылатын бұралма маятник қолданылады. Бұралма маятник горизонталь жазықтықта тербелмелі қозғалыс жасай алатын тік керілген болат сымға ілінген шыбықтан тұрады. Шыбықтың ұштарында тік бұрышты параллелипеп пішінді екі дене бекітілген және де шыбықта бірдей екі цилиндр жүк орналасқан, оларды қозғай отырып маятниктің инерция моментін өзгертуге және таңдалған орынга бекітуге болады. Өшү параметрлерінің: өшү коэффициентінің, логарифмдік өшү декрементінің, релаксация уақытының, релаксация уақытындағы тербеліс санының және де механикалық жүйенің сапасының маятниктің инерция моментінен тәуелділіктері зерттеледі. Тәжірибе нәтижелерін өндөдеуде аз квадраттар әдісі қолданылады. Тәжірибелік зерттеулер нәтижелері теориялық тәуелділіктердің ақиқаттығын дәлелдейді. Қолданылған әдістеме университеттерде бұралма тербелісті тәжірибелік зерттейтін дайын қондырғы болмаган кезде физикалық практикум үшін ұсынылады.

Кілттік сөздер: зертханалық практикум, бұралма маятник, өшү сипаттамалары, инерция моменті

Физикалық практикум заманауи оқу жабдықтарына сүйеніп физиканы тәжірибелік оқыту технологиясы болып табылады. Зертханалық практикумның мақсаты сапалы университеттік іргелі дайындығы және білімді практикада қолдану дағдылары бар бәсекеге қабілетті кадрларды тәрбиелеу болып табылады. Зертханалық практикум студенттің интеллектін дамытуға, оқу пәніне қызығушылығын арттыруға, жасау ептілігін игеруге бағытталған. Пәрменді оқытууды қамтамасыз ете отырып зертханалық практикум оқу уақыты жетіспеген жағдайларда сапалы білім беру мәселесін шешеді.

Н. Н. Евграфованың және В. Л. Каганның [1], И. Н. Корзунның [2] физикалық практикумдарында, Р. Н. Сыздықованың және А. И. Кенжебекованың әдістемелік нұсқаулықтарында [3] және көптеген зертханалық практикумдарда еркін механикалық тербелістерді оқып зерттеу және еркін түсү үдеуін анықтау физикалық төңкерілмелі маятник көмегімен Бессель әдісімен іске асырылады. А. И. Акимовтың, А. Н. Бараповтың және А. М. Салеңкійдің мақаласында [4] оқу физикалық маятник көмегімен ауырлық құшінің үдеуінің шамасын өлшеу дәлдігін арттыру жолдары талқыланады. Анықтау қателіктерін бағалау формулалары алынады.

Оқу зертханасы жағдайында еркін түсү үдеуін анықтау дәлдігін арттыру әдістемесі ұсынылады. Р. Н. Сыздықованың және А. И. Кенжебекованың әдістемелік нұсқаулықтарында [3] еркін тербеліс математикалық маятник моделі мысалында оқытылады, зертханалық қондырғыда бұл модельді іске асыру дәлдігі бағаланады. Нәтижесінде, берілген дәлдікпен тербеліс периоды тұрақты болып қалатын амплитудалар диапазоны анықталады, тербеліс периодына өшудің әсері зерттеледі, тәжірибеде тербеліс периоды квадраты мен іліну ұзындығы арасындағы тәуелділіктің дұрыстығы тексеріледі. И. Н. Корзунның практикумында [2] серіппелі маятниктің еркін тербелісі тәжірибелік зерттеледі, серіппенің қатандық коэффициенті, тербеліс периоды, тұтқыр ортадағы маятниктің үйкеліс коэффициенті табылады. Е. Н. Астаповтың, З. Н. Ботневаның, Ю. П. Кочкиннің және басқалардың [5], Р. Н. Никулиннің және Н. В. Грецованның [6] практикумдарында физикалық маятниктің өшетін тербелісінің сипаттамалары анықталады. А. Н. Качевскийдің мақаласында [7] физикалық маятниктің өшетін тербелісінің сипаттамаларына қосымша механикалық

жүйенің ішкі үйкелісі, материалдың сипаттамалары – демпферлеу қабілеттілігі мен ығысу модулі анықталады.

Маятниктер тек еркін механикалық тербелістерді тәжірибелік зерттеулер үшін ғана қолданылмай, маятниктің инерция моментін анықтау және Штейнер теоремасын тексеру үшін де қолданылады [8].

И. А. Авенариустың және Б. Л. Афанасьевтың зертханалық практикумында [9], А. М. Саламатинаның, М. Ш. Карсыбаевтың және Т. С. Байпақбаевтың әдістемелік нұсқаулықтарында [10] және көптеген басқа практикумдарда бұралма маятник негізінен оқтың ұшу жылдамдығын анықтау үшін, қатты денелердің инерциялық сипаттамаларын зерттеу үшін қолданылса, біз оны өшү параметрлерінің: өшү коэффициентінің, логарифмдік өшү декрементінің, релаксация уақытының, релаксация уақытындағы тербеліс санының және де механикалық жүйенің сапасының маятниктің инерция моментінен тәуелділіктерін зерттеу үшін, ақырында материалдың серпімділік қасиеттерін анықтау үшін қолданамыз.

Енді тәжірибелік қондырғының сипаттамасын және тербелістің өшү сипаттамаларының бұралма маятниктің инерция моментіне тәелділіктерін тәжірибелік зерттеу әдістемесін көлтіреік. Поляк өндірісінің “FRM-09 бұралма маятнигі” тік тартылған болат сымда (2) ілінген шыбықтан (1) тұрады және горизонталь жазықтықта тебелмелі қозғалыс жасауға қабілетті. Шыбық ұштарында тік бұрышты параллелепипед пішінді екі дене бекітілген және де шыбықта, оның бойымен орын ауыстыруға және қалаған орынға бекітуге болатын екі бірдей цилиндр жүк (3) орналасқан (сурет 1).

Маятник жоғарғы жағынан бүйір бетінде бұрыштық шкала (4) салынған мөлдір цилиндрлік қақпакпен жабылған. Бақылау және өлшеу жүйесі фотоэлектрлік датчиктен және оған жалғанған электрондық секундомерден және тербеліс санағыштан тұрады. Бетінде СЕТЬ (5), СБРОС (6), СТОП (7) түймешелі ажыратқыштар, (8) секундомерінің және (9) тербеліс санағышының көрсетулерінің индикаторлары орналасқан. Тәжірибе алдында (10) тірек бұраны көмегімен қондырғыны тік орналастырамыз, керу гайкасын (11) босатып маятникті бұрыштық шкалалың нөлдік бөлігіне қарсы орналастырамыз да гайканы қатайтып осы жағдайда маятникті (12) бұрандамен бекітеміз.

Цилиндр жүктөрді (3) маятниктің горизонталь өсі бойымен жылжытып біріне бірін барынша жақыннатамыз. Аспапты желіге қосамыз. СБРОС түймешесін басып, маятникті бұрыштық шкалалың $A_0=20$ бөлігіне тең бұрышқа бұрамыз, соңан кейін маятникті еркіне жібереміз және $N=10, 20, 30, 40, 50$ толық тербелісінің t уақытын және оларға сәйкесті $A(N)$ тербеліс амплитудаларының мәндерін анықтаймыз. Әрбір тәжірибені үш реттен кем емес қайталаймыз және олардың нәтижелерінің орташа мәндерін аламыз. $T = \frac{t}{N}$ формуласы

бойынша T тербеліс периодын есептейміз және барлық өлшеулер үшін тербеліс периодының іс жүзінде бірдей екендігін байқаймыз, сондықтан оның $N=30$ тербеліс санына сәйкес мәнін алса да жеткілікті екендігіне көз жеткіземіз. Әрбір тербеліс саны үшін $\ln\left(\frac{A_0}{A(N)}\right)$ шамасын есептейміз және 1 кестеге енгіземіз. $\ln\left(\frac{A_0}{A(N)}\right)$ - нің N - нен тәуелділігінің графигін тұрғызамыз (сурет 2).

Тұрғызылған тұзуде екі нүктені аламыз, $\delta=tg\varphi$ формуласы бойынша өшудің логарифмдік декрементін және $\ln\left(\frac{A_0}{A(N)}\right)=1$ сәйкес N_e ні $N_e=\frac{1}{\delta}$ формуласы бойынша анықтаймыз.



Сурет 1 - FRM-09 бұралмалы маятнигі

Кесте 1 - Тәжірибелік мәліметтер

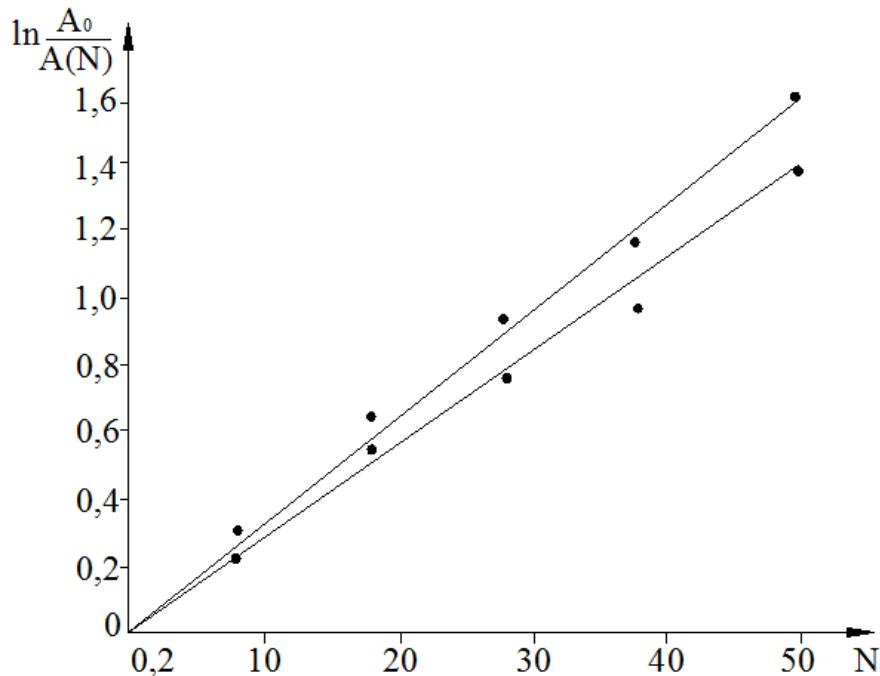
Шыбықтағы цилиндр жүктөрдің орналасуы	Тербеліс амплитудасы	Тербеліс саны N						t, c
		0	10	20	30	40	50	
Барынша жақындағылған	$A(N)$	20	14	10	8	6	4	100,80
	$\ln\left(\frac{A_0}{A(N)}\right)$	0	0,3567	0,6931	0,9163	1,2040	1,6094	
Барынша қашықтатылған	$A(N)$	20	15	11	9	7	5	169,20
	$\ln\left(\frac{A_0}{A(N)}\right)$	0	0,2877	0,5978	0,7985	1,0500	1,3863	

Мұнан әрі $\beta = \frac{1}{N_e T} = \frac{\delta}{T}$ формуласы бойынша өшү коэффициентін, $\tau = \frac{1}{\beta}$ формуласы бойынша релаксация уақытын және ақырында $Q = \frac{\pi}{\delta} = \pi N_e$ формуласы бойынша маятниктің сапалылығын есептейміз. Тәжірибе нәтижелерін өндөде деңгельдең кіші квадраттар әдісін пайдаланған өте ыңғайлы. Бұл үшін: $\ln\left(\frac{A_0}{A(N)}\right) = y$, $N = x$ белгілеулерінде $y = kx$

тәуелділігін қабылдаймыз. Сонда $\delta = k = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i}{\sum_{i=1}^n x_i^2}$ және қателігі $\sigma_\delta = \sigma_k \approx \frac{1}{n} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n y_i^2}{\sum_{i=1}^n x_i^2} - k^2}$ Басқа шамалардың категіктерін мына өрнектер бойынша анықтауга болады:

$$\sigma_{N_e} = \frac{1}{\delta^2} \sigma_\delta, \sigma_\beta = \frac{1}{T} \sigma_\delta + \frac{\delta}{T^2} \sigma_T, \sigma_\tau = \frac{1}{\delta} \sigma_T + \frac{T}{\delta^2} \sigma_\delta, \sigma_Q = \frac{\pi}{\delta^2} \sigma_\delta.$$

Енді шыбық бойымен цилиндрлік жүктерді олардың ең шеткі орындарына дейін ығыстырып тәжірибелің және өлшеулдердің алдыңғы кезеңдерін қайталаймыз.



Сурет 2 - $\ln\left(\frac{A_0}{A(N)}\right)$ - нің N - нен тәуелділігінің графигі

Есептеу нәтижелері:

$$\delta_1 = k_1 = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i}{\sum_{i=1}^n x_i^2} = \frac{0 \cdot 0 + 10 \cdot 0,3567 + 20 \cdot 0,6931 + 30 \cdot 0,9163 + 40 \cdot 1,2040 + 50 \cdot 1,6094}{10^2 + 20^2 + 30^2 + 40^2 + 50^2} = 0,0316;$$

$$T_1 = \frac{t_1}{N} = \frac{100,81}{30} = 3,36c; N_{e1} = \frac{1}{\delta_1} = \frac{1}{0,0316} = 32; \beta_1 = \frac{\delta_1}{T_1} = \frac{0,0316}{3,36} = 0,0094c^{-1}; \tau_1 = \frac{1}{\beta_1} = \frac{1}{0,0094} = 106c; Q_1 = \pi N_{e1} = 3,14 \cdot 32 = 100.$$

$$\delta_2 = k_2 = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i}{\sum_{i=1}^n x_i^2} = \frac{0 \cdot 0 + 10 \cdot 0,2877 + 20 \cdot 0,5978 + 30 \cdot 0,7895 + 40 \cdot 1,0500 + 50 \cdot 1,3863}{10^2 + 20^2 + 30^2 + 40^2 + 50^2} = 0,0273;$$

$$T_2 = \frac{t_2}{N} = \frac{169,198}{30} = 5,64c; N_{e2} = \frac{1}{\delta_2} = \frac{1}{0,0273} = 37; \beta_2 = \frac{\delta_2}{T_2} = \frac{0,0273}{5,64} = 0,0048c^{-1}; \tau_2 = \frac{1}{\beta_2} = \frac{1}{0,0048} = 208c; Q_2 = \pi N_{e2} = 3,14 \cdot 37 = 116.$$

Өлшеу нәтижелерін 1 кестеге, есептеу нәтижелерін 2 кестеге толтырамыз.

Кесте 2 - Маятниктің өшетін тербелісінің сипаттамалары

Шыбықтағы цилиндр жүктөрдің орналасуы	T, c	N_e	δ	β, c^{-1}	τ, c	Q
Барынша жақындағылған	3,36	32	0,0316	0,0094	106	100
Барынша қашықтатылған	5,64	37	0,0273	0,0048	208	116

Тұргызылған $\ln\left(\frac{A_0}{A(N)}\right)$ шамасының N тербеліс санына тәуелділігінің екі графигі маятниктің I инерция моментінің өсуі δ өшудің логарифмдік декрементінің немесе β өшу коэффициентінің кемуіне әкелетіндігін, яғни $\delta = \frac{r}{2I}T$ немесе $\beta = \frac{r}{2I}$, мұндағы r – кедергі коэффициенті, тәуелділіктерінің ақиқаттығын көрсетеді. Есептеу нәтижелері τ релаксация уақытының, τ уақыты ішіндегі N_e тербеліс санының механикалық жүйенің Q сапалылығының маятниктің I инерция моментіне тұра пропорционал әкендігін көрсетеді. Және де $G = \frac{32}{\pi d^4} \left(\frac{4\pi^2}{T^2} + \beta^2 \right) I$ формуласы бойынша маятник сымының ығысу модулін есептеуге болады. Бұл жерде d – сымның диаметрі.

Жасалған ғылыми-әдістемелік жұмыс негізінде келесі қорытындыны жасауға болады.

Мақалада оку зертханасы жағдайында өшетін тербелісті тәжірибелік зерттеу үшін ынғайланған тәжірибелік қондырығы ұсынылады. Әдетте оқтың ұшу жылдамдығын анықтауға арналған бұралма маятникте зертханалық жұмысты жүргізуін әдістемесі жасалынды. Өшү параметрлерінің: өшу коэффициентінің, логарифмдік өшу декрементінің, релаксация уақытының, релаксация уақытындағы тербеліс санының және де механикалық жүйенің сапасының маятниктің инерция моментінен тәуелділіктері тәжірибелік зерттелді. Нәтижелерді өндөу аз квадраттар әдісімен функцияны аппроксимациялау арқылы жүргізілді. Тәжірибе нәтижелерін теориялық занылыштармен салыстыру олардың ақиқаттығын көрсетеді. Тәжірибелік қондырығы және зертханалық жұмыстың әдістемесі университеттерде физикалық практикум үшін өшетін бұралма тербелістердің сипаттамаларының маятниктің инерция моментіне тәуелділігін зерттеудің қарапайым және тиімді тәсілі ретінде ұсынылуы мүмкін.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- [1] Евграфова Н. Н., Каган В. Л. Руководство к лабораторным работам по физике. – М.: Высшая школа, 1970. – 388 с.
- [2] Корзун И. Н. Лабораторные работы по механике и молекулярной физике. – Алматы: Қазақ университетті, 1991. – 94 с.
- [3] Сыздықова Р. Н., Кенжебекова А. И. Физика. Тербелістер. Барлық мамандық студенттері үшін зертханалық жұмыстарды орындауға арналған әдістемелік нұсқаулықтар. - Алматы: АЭЖБУ, 2015. - 32 б.
- [4] Акимов А. И., Баранов А. Н., Салецкий А. М. Физический маятник: Пути повышения точности измерения g // Физическое образование в вузах. Т. 6 (2). – М.: Московское Физическое общество, 2000. — С. 52-61.

- [5] Астапов Е. Н. и др. Механика. Лабораторный практикум для студентов всех специальностей. - Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2011. – 66 с.
- [6] Никулин Р. Н., Гречова Н. В. Физический практикум. - Волгоград: ВолгГТУ, 2007. – 189 с.
- [7] Качевский А. Н. Лабораторная работа «Изучение затухающих крутильных колебаний, упругих и неупругих свойств материала» // Физическое образование в вузах. Т. 6 (3). – М.: Московское Физическое общество, 2000. — С. 46-48.
- [8] Iskakov Zh. Methods of experimental verification of Steiner theorem in physical practicum and laboratory work // CBU International Conference Innovation Proceedings 2014 «Technology Transfer and Education». - Prague: CBU, 2014. – P. 316–323. (англ.).
- [9] Авенариус И. А., Афанасьев Б. Л. Лабораторный практикум по физике. Часть 1. Механика. – М.: Московский дорожный институт, 2010. - 120 с.
- [10] Саламатина А. М., Карсыбаев М. Ш., Байпакбаев Т. С. Механика. Зертханалық жұмыстарды орындауға арналған әдістемелік нұсқаулар. - Алматы: АӘжБУ, 2015. - 40 б.

REFERENCES

- [1] Yevgrafova N. N., Kagan V. L. Manual to laboratory works in physics. Moscow: Higher school, 1970, – 388 p. (in Russ.).
- [2] Korzun I. N. Laboratory works on mechanics and molecular physics. Almaty: Kazakh National University, 1991, – 94 p. (in Russ.).
- [3] Syzdykowa R. N., Kenzhebekova A. I. Physics: oscillations. Methodical instructions to laboratory works for students of all forms of education and for all specialties. Almaty: AUPET, 2015, - 32 p. (in Kaz.).
- [4] Akimov A. I., Baranov A. N., Saletskiy A. M. Physical pendulum: Ways of Increasing the Accuracy Measurements of g. Physical education in Higher Institution. Moscow: Publishing house of the Moscow Physical Society, 2000, – Vol. 6 (2). – P. 52-61. (in Russ.).
- [5] Astapov Ye. N. et al. Mechanics: laboratory practicum for students of all specialties. Magnitogorsk: GOU VPO MSTU, 2011, – 66 p. (in Russ.).
- [6] Nikulin R. N., Gretsova N. V. Physical practicum. Textbook. Volgograd: Volgograd State Technical University, 2007 – 189 p. (in Russ.).
- [7] Kachevskiy A. N. Laboratory project Studying of damped torsion vibrations, elastic and inelastic of material properties. Physical education in Higher Institution. Moscow: Publishing house of the Moscow Physical Society, 2000, – Vol. 6 (3). – P. 46-48. (in Russ.).
- [8] Iskakov Zh. Methods of experimental verification of Steiner theorem in physical practicum and laboratory work. CBU International Conference Innovation Proceedings 2014, Technology Transfer and Education - Prague: CBU, 2014, – P. 316–323.
- [9] Avenarius I. A., Afanasyev B. L. Laboratory practical practicum on physics: Part 1. Mechanics. - Moscow: Moscow Road Institute, 2010, – 120 p. (in Russ.).
- [10] Salamatina A. M., Karsybayev M. SH., Baypakbayev T. S. Physics. Mechanics: methodical instructions to laboratory works for students of all forms of education and for all specialties. - Almaty: AUPET, 2015, - 40 p. (in Kaz.).

МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ «ИЗУЧЕНИЕ ЗАТУХАЮЩЕГО КРУТИЛЬНОГО КОЛЕБАНИЯ»

Ж. Исаков¹

¹Алматинский университет энергетики и связи, г. Алматы, Казахстан

Аннотация. В статье предлагается разработанная методика лабораторной работы по экспериментальному изучению затухающего крутильного колебания в учебных лабораторных условиях. Показано использование крутильного маятника, который обычно применяется для экспериментального определения скорости полета пули. Крутильный маятник представляет собой стержень с одинаковыми цилиндрическими и прямоугольными грузами, подвешенный на вертикально натянутой стальной проволоке и способный совершать колебательное движение в горизонтальной плоскости. Момент инерции маятника можно изменять перемещением цилиндрических грузов вдоль стержня и закреплением их в выбранном положении. Исследуются зависимости параметров затухания: коэффициент затухания, логарифмический декремент затухания, время релаксации, число колебаний за время релаксации и добротность механической системы от момента инерции маятника. При обработке экспериментальных результатов применялся метод наименьших квадратов. Результаты экспериментальных исследований доказывают достоверность теоретических зависимостей. Данная методика может быть рекомендована для физических практикумов в университетах при отсутствии готовой установки по экспериментальному изучению затухающих крутильных колебаний.

Ключевые слова: лабораторный практикум, крутильный маятник, характеристики затухания, момент инерции.

METHODOLOGY OF EXECUTION OF LABORATORY WORK "STUDY OF DAMPED TORSION OSCILLATION"

Zh. Iskakov¹

¹ Almaty University of Power Engineering and Telecommunications, Almaty, Kazakhstan

Abstract. In this article, a technique for laboratory work on the experimental study of a damped torsional oscillation in training laboratory conditions has been developed. For this, a torsional pendulum was used, which is usually used to experimental determine the speed of a bullet. The torsional pendulum is a rod with identical cylindrical and rectangular loads suspended on a vertically stretched steel wire and capable of oscillating in the horizontal plane. The moment of inertia of the pendulum can be changed by moving the cylindrical loads along the rod and fixing them in the selected position. Dependences of attenuation parameters: the attenuation coefficient, the logarithmic damping decrement, the relaxation time, the number of oscillations during the relaxation time, and the quality factor of the mechanical system from the moment of inertia of the pendulum are investigated. When processing the experimental results, the least squares method was used. The results of experimental studies prove the reliability of theoretical dependences. The technique used can be recommended for physical workshops in universities in the absence of a ready installation for experimental study of damped torsional vibrations.

Key word: laboratory practicum, torsion pendulum, damping characteristics, inertia moment.

М. Б. Байбазаров¹

¹Алматинский университет энергетики и связи, г.Алматы, Казахстан

ЗАДАЧА УПРАВЛЕНИЯ ЛИНЕЙНОЙ СИСТЕМЫ СО СЛУЧАЙНОЙ ПОМЕХОЙ

Аннотация. Целью данной работы является получение необходимых и достаточных условий в задаче программного управления со случайной помехой. Решается задача программного оптимального управления, переводящая линейную систему из заданного начального состояния в конечное состояние и имеющая при этом наименьшую интенсивность (норму) управляемых процессов. Оценка качества процесса управления дается конкретным критерием в форме математического ожидания в зависимости от выбора интенсивности управляемых процессов. Для нахождения оптимального управления решается двойственная задача, определяющая векторную случайную величину и доставляющую минимум ресурсов управления. Эта векторная случайная величина определяется пересечением областей достижимости и множеством управляемой системы с учетом интенсивности управления и соответствует оптимальной программе управления, которая является решением задачи. Получены формулы вычисления оптимального программного управления со случайной помехой.

Ключевые слова: программное оптимальное управление, случайная помеха, интенсивность управления.

Рассмотрим объект, движение которого описывается дифференциальным уравнением.

$$\dot{x} = A(t)x + B(t)u(t) + C(t)v(t), \quad x[t_*] = x_*, \quad (1)$$

где x - n -мерный вектор;

u и v - скаляры;

$A(t)$ – матрица функция; $B(t)$ и $C(t)$ – n -мерные векторы, компоненты которых есть непрерывные функции времени [1: 248].

Помеха v формируется следующим образом. Предположим, что с моментом τ_1 связана некоторая случайная величина ξ_1 такая, что она может принимать любое значение из отрезка $[0, 1]$. Отрезок $[t_*, \vartheta]$ разбит на две части точкой τ_2 . Пусть $t_* = \tau_1$

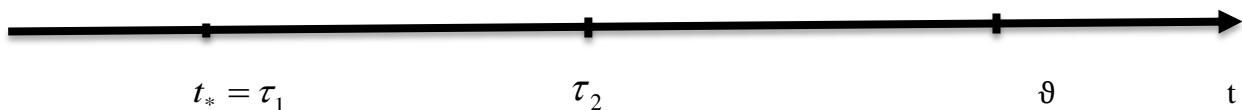


Рисунок 1- Фиксированный отрезок времени управляемой системы

Пока не наступила τ_1 , каким будет значение $\xi_1 \in [0, 1]$, мы не знаем. Оно становится известным только в момент времени τ_1 . Далее ξ_1 распределена равномерно в пределах $[0, 1]$, т. е.

$$P(\alpha \leq \xi_1 \leq \beta) = \beta - \alpha \text{ в частности, . } P(\alpha = 0 \leq \xi_1 \leq \beta = 1) = 1.$$

С моментом τ_2 связана случайная величина ξ_2 , которая также распределена равномерно внутри отрезка $[0, 1]$, т. е. $P(\alpha \leq \xi_2 \leq \beta) = \beta - \alpha$. До наступления момента времени τ_2 , какое

случится значение ξ_2 , не знаем. Оно будет известно только в момент времени τ_2 . Предположим, что ξ_1, ξ_2 являются стохастический независимыми. Тогда вероятность появление события определяется

$$P\{\alpha_1 \leq \xi_1 \leq \beta_1\} \cap \{\alpha_2 \leq \xi_2 \leq \beta_2\} = P(\alpha_1 \leq \xi_1 \leq \beta_1) * \\ * P(\alpha_2 \leq \xi_2 \leq \beta_2) = (\beta_1 - \alpha_1)(\beta_2 - \alpha_2).$$

Эти события ξ_1 и ξ_2 определяют элементарные события $\omega(\xi_1, \xi_2)$.

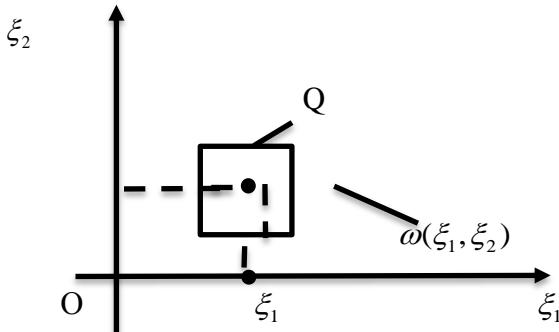


Рисунок 2 - Множества элементарных событий

Каждое элементарное событие отождествляется точкой в единичном квадрате и представляет множество $Q=\{\omega\}$. Вероятность события A , что точка ω попала во внутрь фигуры Q , равна площадке этой фигуры $P(A) = S(Q)$. Пусть на полуинтервале $t_* = \tau_1 \leq t \leq \tau_2$ помеха v – есть функция от двух аргументов (t, ξ_1) , которая получается в момент τ_1 . Эта функция $v[t, \xi_1]$, $\tau_1 \leq t < \tau_2$, $0 \leq \xi_1 \leq 1$ известна по условиям задачи. На полуинтервале $\tau_2 \leq t < \vartheta$ помеха v – есть функция от трех аргументов $v = \{v(t_1, \xi_1, \xi_2), \tau_2 \leq t < \vartheta, \xi_1, \xi_2\} \in [0, 1]$ – известна по условиям задачи. При этом, каким случится значение ξ_2 , заранее не знаем, а узнаем только в момент τ_2 . Например, функция $v(t, \omega)$ может быть задана в виде

$$v(t, \omega) = \begin{cases} v(t, \xi_1) = \xi_1, \tau_1 \leq t < \tau_2 \\ v(t, \xi_1, \xi_2) = \xi_1 + \xi_2, \tau_2 \leq t < \vartheta. \end{cases}$$

График этой функции изображен на 3 рисунке.

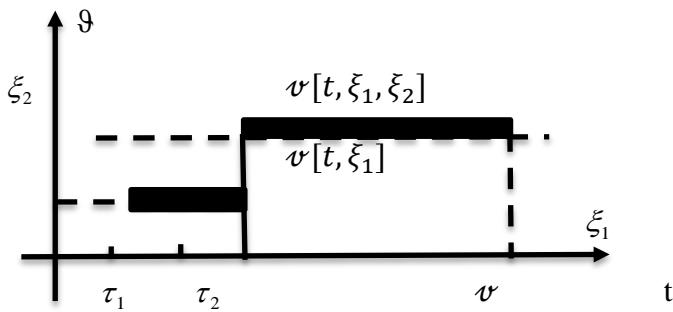


Рисунок 3 - График функции равномерно распределенной случайной величины

Управление воздействиям u формируется аналогично помехе v , т. е.

$$u(t, \omega) = \begin{cases} u(t, \xi_1), & \tau_1 \leq t < \tau_2 \\ u(t, \xi_1, \xi_2), & \tau_2 \leq t < \vartheta \end{cases}$$

Такие функции называются не упреждающими относительно ξ_1, ξ_2 .

Аналогично определяется не упреждающие функции при $k > 2$.

Если задана функция $v(t, \omega)$ и выбрано управление $u(t, \omega)$, то реализуется движение объекта как решение дифференциального уравнения

$$\dot{x}(t, \omega) = A(t)x(t, \omega) + b(t)u(t, \omega) + c(t)v(t, \omega) \quad (1)$$

$$t_* \leq t \leq \vartheta \quad x(t_*, \omega) = x_*$$

При этом на отрезке $t_* = \tau_1 \leq t \leq \tau_2$ реализуется движение $x[t, \xi_1]$, а на полуинтервале $\tau_2 \leq t \leq \vartheta$ реализуется движение $x[t, \xi_1, \xi_2]$. Для оценки качества процесса управления задаемся некоторым критерием качества [3:372].

$$\gamma^0 = \left(M |x(\vartheta, \omega)|^2 \right)^{1/2} + \mu M \left\{ \int_{t_*}^{\vartheta} |u(t, \omega)|^2 dt \right\}, \quad (2)$$

где M - математическое ожидание выражений в скобках.

Задача. При заданной фиксированной функции

$$v(t, \omega) = \begin{cases} v[t, \xi_1], & \tau_1 \leq t < \tau_2 \\ v[t, \xi_1, \xi_2], & \tau_2 \leq t < \vartheta \end{cases}$$

требуется выбрать управление $u^0[\cdot] = u^0(t, \omega) = \begin{cases} u^0[t, \xi_1], & \tau_1 \leq t < \tau_2, \\ u^0[t, \xi_1, \xi_2], & \tau_2 \leq t < \vartheta \end{cases}$ чтобы выполнялось

$$\text{условие } \gamma^0 = \min_{u[\cdot]} \left(M \{x(\vartheta, \omega)^2\} \right)^{1/2} + \mu M \left\{ \int_{t_*}^{\vartheta} |u(t, \omega)|^2 dt \right\}, \quad (3)$$

где функций $u(t, \omega)$ и $v(t, \omega)$ – измеримые функции по аргументам t, ω .

Функция $u(t, \omega) = u(t, \xi_1, \xi_2)$ называется измеримой по t и $\omega(\xi_1, \xi_2)$, если для любого числа « c » множество значений, (t, ξ_1, ξ_2) удовлетворяющих неравенство $u(t, \xi_1, \xi_2) < c$, является измеримым. Например, если $v(t, \omega)$ – измеримая функция, то для любого числа « c » множество $A_c = \{\omega: v(t, \omega) < c\}$ будет измеримым, т. е. получаем событие $A_c = \{\omega\}$, которое состоит в том, что при всех $\omega \in A_c$ имеем $v(\omega) < c$, а при $\omega \notin A_c$ имеем $v(\omega) \geq c$. Событие A_c представляет собой некоторое множество точек единичного квадрата.

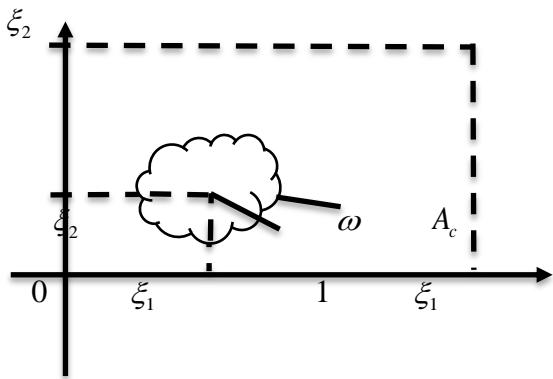


Рисунок 4 - Измеримые множества случайных событий A_c

Так как случайные величины ξ_1, ξ_2 независимы и из них каждая равномерно распределена в пределах отрезка $[0, 1]$, то математическое ожидание вычисляется по формулам

$$M\{x[\vartheta, \xi_1, \xi_2]^2\} = \int_0^1 \int_0^1 |x[\vartheta, \xi_1, \xi_2]|^2 d\xi_1 d\xi_2, \quad (4)$$

$$M\left\{\int_{t_*}^{\vartheta} |u[t, \xi_1, \xi_2]|^2 dt\right\} = \int_0^1 \int_0^1 \int_{t_*}^{\vartheta} |u[t, \xi_1, \xi_2]|^2 dt d\xi_1 d\xi_2. \quad (5)$$

Пара программ $\{u(\cdot), v(\cdot)\}$ для исходного состояния $x[t_*] = x_*$ порождает движение

$$x(\bullet) = \{x(t, \omega), t_* \leq t < \vartheta, \omega \in Q\}, \text{ где } x(t, \omega) = \begin{cases} x[t, \xi_1], & t_* = \tau_1 \leq t < \tau_2 \\ x[t, \xi_1, \xi_2], & \tau_2 \leq t < \vartheta, \end{cases}$$

как решение дифференциального уравнения (1'). При различных ω будут получаться различные реализации движения $x(\cdot)$ и разные значения $x[\vartheta, \omega] = x[\vartheta, \xi_1, \xi_2]$.

Согласно формуле Коши имеем [4: 465].

$$x(\vartheta, \omega) = X(\vartheta, t_*) x_* + \int_{t_*}^{\vartheta} X(\vartheta, \tau) (b(\tau)u(\tau, \omega) + c(\tau)v(\tau, \omega)) d\tau$$

Задача. Для системы (1') при начальном условии $x[t_*] = x_*$ при фиксированной программе $v(\cdot)$ требуется найти $u^0(\cdot)$, обеспечивающая выполнение равенства

$$\bar{\gamma} = \min_{u(\cdot)} \left(M\{x(\vartheta, \omega)^2\}^{1/2} + \mu M\left\{\int_{t_*}^{\vartheta} |u(t, \omega)|^2 dt\right\} \right) = \left(M\{x^0(\vartheta, \omega)^2\} \right)^{1/2} + \mu M\left\{\int_{t_*}^{\vartheta} |u^0(t, \omega)|^2 dt\right\}. \quad (6)$$

Рассмотрим дополнительные движения объекта

$$Z_{n+1} = \mu M\{u(t, \omega)^2\}, \quad Z_{n+1}[t_*] = 0. \quad (7)$$

$$\text{Тогда } Z_{n+1}[\vartheta] = \mu \int_{t_*}^{\vartheta} M\{u(t, \omega)^2\} dt. \quad (8)$$

Показатель качества управлении примет вид

$$\gamma^0 = \left(M \{x(\vartheta, \omega)^2\} \right)^{1/2} + Z_{n+1}[\vartheta]. \quad (9)$$

Область достижимости G для систем (1), (7) построим теперь в пространстве $\{Z\}$, элементами которого являются пары $Z = \{y, Z_{n+1}\}$, где Z_{n+1} – число, $y = \{x(\omega), \omega \in Q\} = \{x(\omega), x_n(\omega)\}$ – n -мерная векторная случайная величина. Тогда область G формируется следующим образом. Зафиксируем какую-нибудь программу $u^{(1)}(\cdot) = \{u^{(1)}(t, \omega), t_* \leq t < \vartheta, \omega \in Q\}$. Тогда получим некоторое множество значений $x(\vartheta, \omega)$. Это множество составляет случайную величину $y^{(1)}(\vartheta)$. Перебрав все возможные программы $u(\cdot)$ получаем множество элементов $y(\vartheta)$ и множество значений $Z_{n+1}(\vartheta)$. Эти множества и составляют область достижимости G . [3: 317]

В зависимости показателя (9) выберем норму элемента $y(\vartheta)$ в виде

$$\|y(\vartheta)\| = \left(M |x(\vartheta, \omega)|^2 \right)^{1/2}. \quad (10)$$

С учетом (10) показатель качества (9) примет вид

$$\gamma^0 = \|y(\vartheta)\| + Z_{n+1}[\vartheta]. \quad (11)$$

Далее обозначен через K_c –множество точек $\{y, Z_{n+1}\}$ удовлетворяющих условию

$$K_c : \|y(\vartheta)\| + Z_{n+1}[\vartheta] \leq C.$$

Определим значение $c = c_0$, для которых область достижимости G и множество K_c касается в точке $(y^0(\vartheta), z_{n+1}^0(\vartheta))$. Этой точке соответствует программа

$$u^0(\cdot) = \{u(t, \omega), t_* \leq t < \vartheta, \omega \in Q\}$$

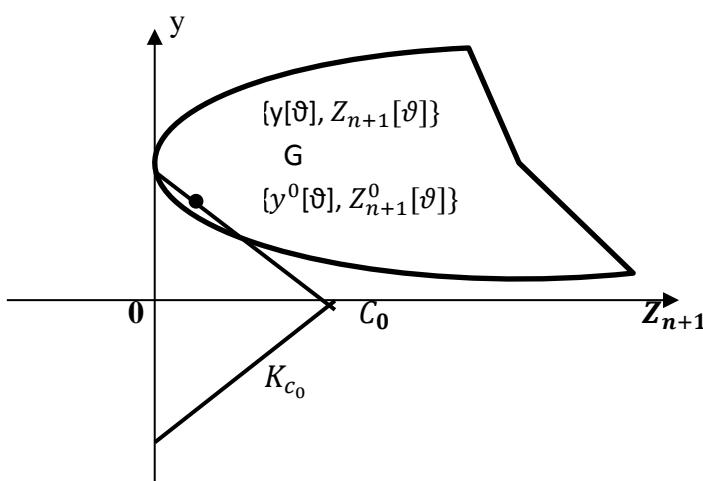


Рисунок 5 - Пересечение области достижимости G и множеством K_c управляемой системы

Для нахождения этой программы $u^0(\cdot)$ переходим к двойственной задаче [3: 376].

Введем величину $S = \{l(\cdot), S_{n+1}\}$, $S_{n+1} = 1$, $l(\cdot) = \{l(\omega), \omega \in Q\}$, где $l(\omega)$ – векторная случайная величина, измеримая функция от $\omega \in Q$ и имеющая одинаковые размерности с $y(\vartheta)$. Далее нужно определить скалярное произведение векторов $l(\cdot)$ и $y(\vartheta) = x(\vartheta)$ по формуле

$$(l(\cdot)x(\vartheta, \cdot)) = M \{ \langle l(\omega) \cdot x(\vartheta, \omega) \rangle \}.$$

По определению математического ожидания, это скалярное произведение примет вид $(l(\cdot) \cdot x(\vartheta, \cdot)) = M(l(\omega) \cdot x(\vartheta, \omega)) = \int_0^1 \int_0^1 (l(\omega), x(\vartheta, \omega)) \cdot d\xi_1 d\xi_2$, где $x(\vartheta, \omega)$ – решение системы (1) определяется по формуле (5), поэтому

$$\begin{aligned} & \int_0^1 \int_0^1 \langle l(\omega) \cdot X(\vartheta, t_2) \cdot x_* \rangle d\xi_1 d\xi_2 + \int_0^1 \int_0^1 \langle l(\omega) \cdot \int_t^{\vartheta} X(\vartheta, \tau) [b(\tau) \cdot u(\tau, \omega) + c(\tau) g(\tau, \omega)] \rangle d\xi_1 d\xi_2 \\ & \int_0^1 \int_0^1 \langle l(\omega) X(\vartheta, t_*) x_* \rangle d\xi_1 d\xi_2 = \langle M\{l(\omega) \cdot X(\vartheta, t_*) x_*\} \rangle = \langle m_* X(\vartheta, t_*) x_* \rangle, \end{aligned} \quad (12)$$

где $m_* = M\{l(\omega)\}$, а во втором слагаемом переставляем операции интегрирования по τ и по ξ_1, ξ_2 и с учетом $\omega(\xi_1, \xi_2)$, следовательно, $l(\omega) = l[\xi_1, \xi_2]$ получим

$$\begin{aligned} l(\omega \cdot x(\vartheta, *)) &= \langle m_* X(\vartheta, t_*) x_* \rangle + \int_{\tau_1}^{\tau_2} \langle m(\xi_1) X(\vartheta, \tau) \cdot b(\tau) u[\tau, \xi_1] d\xi_1 d\tau \rangle + \int_{\tau_1}^{\vartheta} \int_0^1 \int_0^1 \langle m(\xi_1, \xi_2) \cdot \\ & X(\vartheta, \tau) b(\tau) u[\tau, \xi_1, \xi_2] d\xi_1 d\xi_2 \rangle + \int_{\tau_1}^{\tau_2} \langle m[\xi_1] X(\vartheta, \tau) c(\tau) v[\tau, \xi_1] d\xi_1 d\tau \rangle + \int_{\tau_1}^{\vartheta} \int_0^1 \int_0^1 \langle m(\xi_1, \xi_2) \cdot \\ & X(\vartheta, \tau) c(\tau) v[\tau, \xi_1, \xi_2] d\xi_1 d\xi_2 d\tau \rangle, \end{aligned}$$

$$\text{где } m[\xi_1] = \int_0^1 l[\xi_1, \xi_2] d\xi_2 = M\{l(\xi_1, \xi_2)/\xi_2\}, m[\xi_1, \xi_2] = l[\xi_1, \xi_2] = M\{l[\xi_1, \xi_2]/\xi_1, \xi_2\}. \quad (13)$$

- условные математические ожидания [5: 686].

Вычислим $Z_{n+1}(\vartheta)$ с учетом управляющих воздействий $u[t_1 \xi_1]$,

$\tau_1 \leq t < \tau_2$, и $u[t, \xi_1, \xi_2], \tau_2 \leq t < \vartheta$ определяется выражением

$$Z_{n+1}[\vartheta] = \mu \int_{t_*}^{\vartheta} M\{u^2(\tau, \omega)\} d\tau = \mu \int_{\tau_1}^{\tau_2} \int_0^1 u^2[\tau_1, \xi_1] d\xi_1 d\tau + \mu \int_{\tau_2}^{\vartheta} \int_0^1 \int_0^1 u^2[\tau, \xi_1, \xi_2] d\xi_1 d\xi_2 d\tau. \quad (14)$$

Далее ищем программу $u^l(\cdot) = \begin{cases} u^l[\tau, \xi_1] & \tau_1 \leq t < \tau_2 \\ u^l[\tau, \xi_1, \xi_2] & \tau_2 \leq t < \vartheta \end{cases}$, которая минимизирует величину (13) и (14) при фиксированном τ и ξ_1 и ξ_2 . Сначала найдем функцию $u^l(\tau, \xi_1), \tau_1 \leq t < \tau_2, 0 \leq \xi_1 \leq 1$, минимизирующую величину

$$\int_{\tau_1}^{\tau_2} \int_0^1 \left[m(\xi_1) X(\vartheta, \tau) b(\tau) u(\tau, \xi_1) + \mu u^2(\tau, \xi_1) \right] d\xi_1 d\tau.$$

Минимум этого интеграла достигается в подынтегральном выражении [2:160], т. е

$$m(\xi_1) X(\vartheta, \tau) b(\tau) u^l(\tau, \xi_1) + \mu(u^l(\tau, \xi_1))^2 = \min_{u(\tau, \xi_1)} [\langle m(\xi_1) X(\vartheta, \tau) b(\tau) u(\tau, \xi_1) \rangle - \mu u^2(\tau, \xi_1)] \quad (15)$$

Решение этой задачи имеет вид

$$u^l(\tau, \xi_1) = -\frac{1}{2\mu} \langle m(\xi_1) \cdot X(\vartheta, \tau) b(\tau) \rangle. \quad (16)$$

Далее находим функцию $u^l[\tau, \xi_1, \xi_2], \tau_2 \leq t < \vartheta, 0 \leq \xi_1 \leq 1$, минимизирующую величину

$$\int_{t_x}^{\vartheta} \int_0^1 \int_0^1 [\langle m(\xi_1, \xi_2) \cdot X(\vartheta, \tau) b(\tau) u(\tau, \xi_1, \xi_2) \rangle + \mu u^2[\tau, \xi_1, \xi_2]] d\xi_1 d\xi_2 d\tau. \quad (17)$$

Для минимума интеграла достаточно найти величину $u^l(\tau, \xi_1, \xi_2)$, при которой в каждой точке $\{\tau, \xi_1, \xi_2\}$ достигается минимум подынтегрального выражения. Решение этой задачи имеет вид

$$u^l[\tau, \xi_1, \xi_2] = -\frac{1}{2\mu} \langle m[\xi_1, \xi_2] \cdot X(\vartheta, \tau) b(\tau) \rangle. \quad (18)$$

Найденную программу (16) и (18) подставляем в форму (13), получим некоторую величину

$$\begin{aligned} \varphi(l(\cdot)) = & \langle m_* X(\vartheta, \tau) x_* \rangle + \int_{\tau_1}^{\tau_2} M_{\xi_1} \left\{ (m(\xi_1) \cdot X(\vartheta, \tau) b(\tau))^2 + \langle m(\xi_1) X(\vartheta, \tau) c(\tau) v[\tau, \xi_1] \rangle \right\} d\tau + \\ & + \int_{\tau_2}^{\vartheta} M_{\xi_1, \xi_2} \cdot \left\{ -\frac{1}{4\mu} ((\langle m[\xi_1, \xi_2] \cdot X(\vartheta, \tau) b(\tau) \rangle)^2 + m[\xi_1, \xi_2] \cdot X(\vartheta, \tau) c(\tau) v[\tau, \xi_1, \xi_2]) \right\} d\tau. \end{aligned} \quad (19)$$

Далее решаем задачу на максимум выражении (19) при условии $\|l(\cdot)\| \leq 1$, т. е.

$$\max_{\|l(\cdot)\| \leq 1} \varphi(l(\cdot)) = \varphi(l^0(\cdot)), \quad (20)$$

$$\text{где } \|l(\cdot)\| = (M(\{[l(\omega)]^2\})^{1/2} = \left(\int_0^1 \int_0^1 |l[\xi_1, \xi_2]|^2 d\xi_1 d\xi_2 \right)^{1/2} \leq 1.$$

Это и есть задача на условный экстремум. Решая задачу (19) и (20) вариационного исчисления, находим функцию $l^0[\xi_1, \xi_2]$. Далее находим $m^0, m^0[\xi_1], m^0[\xi_1, \xi_2]$, соответствующие $l^0[\xi_1, \xi_2]$. Подставляя их в формуле (16)-(20), находим оптимальную программу $u^{l^0(\cdot)}$ и оптимальное значение $\tilde{\chi}^0 = \varphi(l^0(\cdot))$. Таким образом описана процедура построения управления $u^{l(\cdot)}$ со случайной помехой.

Вывод

Получены необходимые достаточные условия оптимальности в задачи программного управления со случайной помехой для линейной системы и формулы вычисления оптимального программного управления. Описана процедура построение управлении со случайной помехой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Байбазаров М. Б. Об одной задаче управления с детерминированной помехой // Вестник КазГАСА. – Алматы: КазГАСА, 2015. – № 2. – 248. – 256 с.
- [2] Балонин Н. А. Новый курс теории управления движением. - М.: Наука, 2000. – 160 с.

- [3] Красовский Н. Н. Теория управления движением. – М.: Наука, 1968. – 476 с.
[4] Степанов В. В. Курс дифференциальных уравнений. - М.: Наука, 2009. – 465 с.
[5] Хасеинов К. А. Каноны математики. – Алматы: М. М. Ш., 2003. – 686 с.

REFERENCES

- [1] Baibazarov M. B. On a control problem with deterministic interference. – Bulletin of KazGASA .- Almaty, 2015. - № 2. – 256 p. (in Russ.).
[2] Balonin N. A. A new course in the theory of motion control. - Moskow: Nauka, 2000. – 160 p. (in Russ.).
[3] Krasovskiy N. N. Motion Control Theory. - Moscow: Nauka, 1968. - 476 p. (in Russ.).
[4] Stepanov V. V. Course of differential equations. – Moskow: Nauka, 2009. – 465 p. (in Russ.).
[5] Haseinov K. A. The canons of mathematics. – Almaty, M. M. Sh, 2003. – 686 p. (in Russ.).

СЫЗЫҚТЫ БІРТЕКТІ ЖҮЙЕДЕГІ КЕЗДЕЙСОҚ КЕДЕРГІЛЕРДІ БАСҚАРУ ЕСЕБІ

М. Б. Байбазаров¹

¹Алматы энергетика және байланыс университеті, Алматы қ., Казакстан

Аңдамта. Бұл жұмыстың мақсаты берілген уақыт аралығында кездейсоқ кедергілі бағдарламалық басқару есебінің сыйықты жүйелер үшін тиімді шешімінің қажетті және жеткілікті шарттарын алу болып табылады: Мұнда қозғалмалы жүйені берілген бастапқы күйінен соңғы күйіне ең аз нормамен (шығын қорымен) тиімді басқару есебінің бағдарламасы жетілдіреді. Басқару процесінің құндылығын бағалау бағдарламалық басқару нормасының таңдалуына байланысты математикалық күтім түрінде нақты белгілермен беріледі. Басқару шығынын тиімді (минимум) басқару үшін қосалқы есеп шығарылады. Есептің шешімі басқару жүйесінің анықталу облысы мен басқаруға жұмсалатын шығын көлемін анықтайтын векторлық кездейсоқ шаманы табу және ол шаманың мәні тиімді басқару бағдарламасына сәйкес болады. Кездейсоқ кедергілі жүйелерді басқарудың тиімді бағдарламасын есептейтін формулалар қорытылып шығарылды.

Kілттік сөздер: бағдарламалық тиімді басқару, қарқындылықты басқару, кездейсоқ кедергі.

CONTROL OF A LINEAR SYSTEM WITH RANDOM INTERFERENCE

M. B. Baibazarov¹

¹Almaty University of Power Engineering and Telecommunications, Almaty, Kazakhstan

Abstract. The purpose of this paper is getting necessary and sufficient conditions in the task of software control with random interference. The optimal software control task is solved, which transfers a linear system from a given initial state to a final state, having the least intensity (norm) of controlled processes. Evaluation of the quality of the control process is given by a specific criterion in the form of a mathematical expectation, depending on the choice of the intensity of the controlled processes. The task of software optimal control is solved, which transfers systems from the given initial state to the final state, with the least expenditure of the controlled processes. To find the optimal control, a dual task is solved that determines the vector random variable that delivers the minimum control resources. This vector random variable is defined as the intersection of reachability areas and the set of a controllable system taking into account the intensity of control and it corresponds to the optimal control software that is the solution of the task. Formulas for calculating optimal software control with random interference are obtained.

Key words: programmable optimal control, intensity of control, accidental interference.

D. S. Orynbekova¹

¹Almaty University of Power Engineering and Telecommunications, Almaty, Kazakhstan

SPIRITUALITY IS THE BASIS OF THE CONSOLIDATION OF KAZAKHSTAN SOCIETY

Abstract. The article is devoted to the actual problem of spiritual foundations of Kazakh people, to its ideological points embodied in centuries-old culture and traditions. Particular emphasis is placed on the categories of being, the foundation of which are moral perfection and creative development of a personality.

The article shows the specific features of Kazakh mentality that are expressed in the ideal need of a person in the knowledge of his destiny and in the possibility of building harmonious and personal relationships with the surrounding world, based on the principles of good, love, beauty and creativity. In this regard, the author believes that the current socio-political and cultural-spiritual situation in the Republic of Kazakhstan requires a radical revision of the category of spirituality in the system of moral and ethical guidelines. Along with this, it is emphasized that in the era of informatization, education is the priority, which allows to optimally combine sociocultural structurally-substantial transformation with Kazakh traditions and novations.

All of the above is the basis of the ideology and of the attitude of the younger generation, which is the guarantor in the consolidation of our society.

Key words: spirituality, people, spiritual values, improvement, upbringing, education, self-worth.

The question of spirituality is multifaceted. Man has been trying for centuries to comprehend spiritual values and bring it into his consciousness. The development of man himself follows the path of social formation and spiritual perfection.

The person is affected by the environment, people's relations. A person has to live in a society, and therefore social integration is an extremely important factor in his life. Each of us needs a certain ability to adapt to society, otherwise the individual is doomed to a permanent inability to get along with others, isolation, misanthropy and loneliness.

Individual development of each person begins with his gradual entry, inclusion in the world around him. But the essence of a person is his spiritual interests. They are also formed in the process of interaction with each other in a certain space and time, in joint activity ideals, value orientations, and criteria are developed.

In scientific research, various criteria are proposed for determining the level of maturity of the individual and spirituality. B. Bratus distinguishes four levels of development in the personality structure: egocentric, group-centered, humanistic and spiritual [1]. Of course, all these levels are present and are combined in varying degrees in each person, in some moments, one or the other may alternately prevail.

Spirituality is the inner core of man. At the same time, this striving for inner perfection, the knowledge of oneself, the meaning and purpose of one's life, is a kind of nurturing humanity.

High spirituality is understood as the relation of man to the world through Truth, Good, Beauty and Mercy. The higher the spiritual potential of a person is, the stronger the natural defense of the human body as a whole. People with a low level of spiritual development do not have full protection, helping to overcome the lower needs, actions and emotions. And here the task of self-improving is preferable not so much on the physical as on the spiritual level.

Thus, spirituality is seen as an ideal human need to know the essence of its purpose, as an opportunity to build its relationships with the surrounding world on the principles of goodness, love, beauty and creativity. For the development of spirituality, the favorable conditions are necessary as much as the organization of appropriate spiritual education.

The modern socio-political and cultural-spiritual situation requires a radical revision of the understanding of spirituality and its place in the system of value orientations of the individual and society. Rapidly developing IT-technologies penetrating all spheres of life of a modern human make it to become more mobile and receptive to phenomena of reality. The increased need for mastering new information forces the individual to address the rapid filling of information gaps by means of constant self-education.

"A fully functioning person" [1], according to K. Rogers, is aware of his feelings, needs, is open to all sources of knowledge, is able to choose from the possible behaviors that corresponds to his nature, has responsibility. He is open to change and ready for personal growth, self-development. He argued that people are able to direct and control themselves and regulate their behavior.

But it is precisely the centuries-old culture and national traditions, deep spiritual values: the worship of the native land, the reverence for family ties, the customs of the people, honest labor, charity and compassion for others, help in trouble, are not subject to change.

The main components of the Kazakh national spirituality are represented in the work. It embodies the traditions of the richest steppe culture, which was based on the love of its people, its culture, family, women, on the recognition of the human right to happiness and justice, to sympathy for the destitute.

Life is arranged very rationally, the native of Juinek's Jugneki believed, in his book *The Gift of Truths*, which is dedicated to moral and ethical principles. The need for a social order in which a person exists, and for this, he argues, the aspiration to knowledge, knowledge is important. Cognition opens the way to the comprehension of the highest values of the universe, on which happiness is possible, which is the natural aspiration of every intelligent being. The protection of members of the community and clan is the primary duty of the person, and the success of Islam in Kazakhstan was explained by the fact that the new religion categorically insists on filial respect for parents, the elderly, the sick and the newborn. But it is known that before the beginning of the twentieth century, in some countries, the relation to the elderly as a burden of the family remained, and the elder grandson or son carried them to the top of the mountain. The role of moral imperatives, which insisted Jugneki, is great. The center of his philosophical views shifts towards moral problems. Morality is a single perfect behavior, the "Gift of Truths" says, and a moral person is obliged to fulfill the commands of the soul in accordance with his awareness of these values. The hierarchy of values, their rank and power flow naturally from proximity to nature. The peak in this hierarchy is scientific activity and artistic creativity.

The man for Jugneki was initially free, and his problems consisted in achieving moral perfection. All the basic moral ideas are the common property of all, and cannot be divided into individual cultures, which speaks of the unity of morality. Differences between peoples on the issue of morality testifies to how much they have succeeded on the path of ascent to the same goal. A person bears moral responsibility for his actions, therefore it is necessary to be kind and not to violate the harmony of life. The thinker wrote about the self-worth of human life, which is higher than all dogmas and attitudes. At the same time, the purity of the conscious motives of an act often does not lead to moral perfection, therefore it is necessary to know the spiritual foundations of the universe and society, which increases the role of knowledge, enlightenment and science in human life.

Following al-Farabi, Jugneki reproduces the understanding of ethical virtues - generosity, prudence, wisdom, discretion. Harmonious development of man is possible only through the development of human culture. On this path of cultivation a person should be accompanied with the improvement of public life. Education of people in the spirit of humanity and justice requires the presence of these virtues in society. Education is the great mystery of the perfection of human nature. On the basis of upbringing and education, it is possible to get rid of all the evils that surround a person, from his vices.

In the work of Jugneki there are provisions on the need for social justice, which means the improvement of the social system and state, ideally providing each individual with spiritual and material conditions for his development.

The continuer of A. Jugneki's ideas was S. Bakirgani, whose books "Hakim Ata" and "The End of the World" show an aesthetic and religious orientation, proceeding from a special religious giftedness. Vital observation and creative receptivity, a subtle understanding of beauty allowed him to comprehend and realize the processes of the formation of spirituality that are constantly going on in the Steppe [2].

The ideological platform of biys' deserves special attention - the right on the basis of morality. "The enviable vitality of Kazakh law in its original, ancient form in spite of all the changes and revolutions that have swept through the steppe space of Kazakhstan is due to the fact that in its basis and the structure itself, in its normative system lay the people and free, natural freedom of man, that is, moral ideals and principles that are consonant with the eternal aspirations of man and mankind. This was one of the fundamental reasons why the Kazakh law proved to be stronger than the swords of usurpers and their regime" [3].

In the content of modern education, in the structure of its value imperatives, along with the tasks of mastering the culture accumulated by society, the formation of a value attitude to the natural and social environment, a special place belongs to changing the creative potential of man, developing his abilities to transform the existing reality.

Education is a technology for building the future of Kazakhstan. The education system today must activate the socio-cultural, intellectual and moral potential of the individual.

Thus, education becomes the main tool for familiarizing a person with spiritual culture and forming his spirituality. There are also empirical studies confirming this. In them, spirituality is interpreted as self-development, by which is meant the ability to evaluate and act in accordance with one's own values, and also to influence the surrounding world and people in it. The authors establish the correlation between the level of education and the concept of spirituality; for us, their conclusion is important here that regardless of the level of education, knowledge about spirituality is formed in people in the school and university. The conclusion itself is not particularly original, but it is precisely because of the widespread idea of the connection between the educational process and spirituality that the work devoted to measuring the level of spirituality of students and schoolchildren and the definition of pedagogical means aimed at raising this level are multiplying. Let us note that the interpretation of spirituality as creativity is also connected with this topic.

In our country, the tasks of modernizing public consciousness are also the prerogative of the education system, especially pedagogical education. Abu Nasir al-Farabi stressed: "The main enemy of mankind is knowledge given without education", i.e. the knowledge formed by a person without education will bring him more harm than good.

Spiritual regulation in the Kazakh society plays an important role. The key positions in this are the moral relations and moral consciousness, which are closely interrelated. Moral relations are the main principle of moral consciousness.

Modern Kazakhstan is a state that develops as a multi-ethnic and multi-confessional society with the leading role of the Kazakh ethnos and its culture, language, traditions. Kazakhstan has accumulated a huge social, cultural, political experience of fruitful cooperation, interaction, exchange of spiritual values of all ethnic groups. The historical memory of the people contains its unique experience of interethnic relations. Tolerance, compassion, love for one's neighbor, humanism and tolerance remain a priority in inter-ethnic relations.

It can be said with a great certainty that Kazakhstan has its own model of relations between the state and religious organizations based on the principles of partnership, mutual respect and non-interference in each other's internal affairs, if they are based on the country's Constitution and do not violate the laws.

It is Kazakhstan that owns the initiative to create a union of various religions and confessions, which should become a powerful factor of spiritual harmony. The policy of the Republic of Kazakhstan in the field of inter-ethnic and inter-confessional relations is a positive example for many multinational states.

These policies are based on spiritual and cultural factors, and they are reflected in the content of the national idea of Kazakhstan, without which it is impossible to achieve serious results in politics, economics, education or other spheres of society.

The growth of national self-awareness, the revival of culture gave rise to a tremendous interest in spiritual sources and the development of the people.

REFERENCES

- [1] Bratus B. S. Phychology. Moral. Culture. – M.: Rospedagenstvo, 1994. – 60 p. (in Russ.).
- [2] Rogers K. Becoming a Person. A Therapists View of Psychotherapy. - M.: Progress, 1994. - 314 p. (in Russ.).
- [3] Orynbekov M. S. The spiritual basis of consolidation of Kazakhs. – Almaty: Arkaim, 2001. - 252 p. (in Russ.).
- [4] The ancient world of the rights of Kazakhs. T.1. Almaty: Zheti Zhargy, 2001. – 38 p. (in Russ.).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Братусь Б. С. Психология. Нравственность. Культура. - М.: Роспедагенство, 1994. – 60 с.
- [2] Роджерс К. Взгляд на психотерапию. Становление человека. - М.: Прогресс, 1994. – 314 с.
- [3] Орынбеков М. С. Духовные основы консолидации казахов. – Алматы: Аркайм, 2001. – 252 с.
- [4] Древний мир права казахов. Т.1. Алматы: Жеті жарғы, 2001. - 542 с.

РУХАНИЯТ – ҚАЗАҚСТАНДЫҚ ҚОҒАМНЫҢ БІРІКТІРУДІҢ НЕГІЗІ

Д. С. Орынбекова¹

¹Алматы энергетика және байланыс университеті, Алматы қ., Қазақстан

Аннотация. Мақала өзекті мәселеге – казақ халқының рухани негізіне, оның ғасырлар бойы қалыптасқан мәдениеті мен салт-дәстүріне негізделген дүниетанымдық бағдарларына арналған. Жеке тұлғаның адамгершілік қасиеттерін жетілдіру мен шығармашылық дамуының іргетасы болып табылатын қазақ халқының болмыс категориясы талдалған. Қазақ менталитетінің мейірімділік, сүйіспеншілік, сұлулық пен шығармашылық қағидаттарына негізделген қоршаған әлеммен үйлесімді карым-қатынас жасаудағы жеке мүмкіндіктері мен өз тағдырына басшылық етудегі өзіндік ерекшеліктері айқындалады. Осыған байланысты, автор Қазақстан Республикасындағы қазіргі әлеуметтік-саяси, мәдени және рухани жағдайды моральдық және этикалық бағдар жүйесі негізінде рухани санаттар түрғысынан түбекейлі қайта қарастыру қажет деп санайды.

Қазакы дәстүрлер және жаңашылдықтарды әлеуметтік-мәдени құрылымдық-мазмұндық өзгерістермен үйлестіруге онтайлы мүмкіндік беріп білім беру жүйесінің акпараттандыру дәүрінде басымдыққа ие болып отырғандығы айтылады.

Жоғарыда айтылғандардың барлығы біздің қоғамымызды нығайтудың кепілі болып табылатын жас үрпақтың әлемтанудағы дүниетанымдық көзқарастарының негізі болып табылады.

Кіттік сөздер: руханилық, рухани құндылықтар, адам, жетілдіру, тәрбие, білім, өзін-өзі бағалау.

ДУХОВНОСТЬ - ОСНОВА КОНСОЛИДАЦИИ КАЗАХСТАНСКОГО ОБЩЕСТВА

Д. С. Орынбекова¹

¹Алматинский университет энергетики и связи, г.Алматы, Казахстан

Аннотация. Статья посвящена актуальной проблеме - духовным основам казахского народа, ее мировоззренческим ориентирам, воплощенным в многовековой культуре и традициях. Особо подчеркиваются категории бытия, фундаментом которого является нравственное совершенствование и творческое развитие личности. Показаны специфические особенности казахской ментальности, выражющиеся в идеальной потребности человека в познании своего предназначения и в возможности выстраивания гармонично-личностных отношений с окружающим миром, основанных на принципах добра, любви, красоты и творчества. В связи с этим автор считает, что современная социально-политическая и культурно-духовная ситуация в РК требует коренного пересмотра категории духовности в системе морально-этических ориентиров. Наряду с этим подчеркивается, что в эпоху информатизации приоритетным является образование, которое позволяет оптимально сочетать социокультурные структурно-содержательные трансформации с казахскими традициями и новациями.

Все вышесказанное является основой мировоззрения и мироощущения молодого поколения, являющегося гарантом в консолидации нашего общества.

Ключевые слова: духовность, духовные ценности, человек, совершенствование, воспитание, образование, самооценка.

H. Nurhodzhaeva¹, Zh. Erzhanova¹

¹Almaty University of Power Engineering and Telecommunications, Almaty, Kazakhstan

THE USE OF NEW TECHNOLOGIES IN TEACHING ENGLISH FOR IT SPECIALTIES

Abstract. The article deals with the general theoretical issues of experimental English language teaching of students of information technology specialties on the basis of a set of electronic teaching AIDS; the system of educational situations is presented; examples of the development of these situations by students are given; structural and statistical analysis of errors is performed; effectiveness of usage of project methods in teaching English students of IT specialties is demonstrated. The forms, methods and means of teaching professionally-oriented English are allocated. The article proves that in the modern world the knowledge of a foreign language is vital for anyone who wants to succeed in their field, therefore, the transition to the information society requires the full many-sided development of personality, including his or her communicative abilities.

In conclusion, the theoretical problems of the topic and the results of the study are summarized; the conclusion is made about the prospects of the proposed methodology for designing a system of professional communicative training of students of information technology specialties; possible areas of theoretical and practical application of the obtained facts are identified; the prospects for further research are determined.

Key words: English, process of teaching, information technologies, and communicative abilities.

As the process of transition to an information society has been intensified, with the widespread introduction of new information technologies and computer telecommunications facilities, it became necessary to develop other forms and methods of teaching foreign languages.

Due to their complexity and multidimensionality, linguistic research is now increasingly being implemented on the basis of complex interdisciplinary approaches and is also analyzed from the standpoint of teaching methodology, new information technologies, the national and cultural specifics of speech behavior, and so on.

The relevance of this study is determined by the need to develop modern approaches to the teaching of foreign languages in accordance with the requirements of the new State educational standards in the field of language proficiency, which, as the main goal, form the overall communicative and professional communicative competence of information technology specialists.

In the domestic method of teaching foreign languages, the system of training future specialists for professional communication in a foreign language is not sufficiently developed. Attempts to eliminate this gap were made by a number of authors of specialized textbooks and teaching aids in foreign languages for people working with a computer. However, up to now, in our opinion, no

consistent practical solution has been found that makes it possible to implement an effective system for the formation of a general communicative and professional communicative competence of a specialist.

The relevance of the study is also related to the increased interest in the phenomenon of professional culture and the attendant problems of linguistic - for a person in the conditions of a growing multicultural society, due to large-scale migration processes [1].

The main problem is to develop a model for teaching professional communication in English, taking into account both the specifics of vocational training of students of information technology specialties, and the level of communicative competence formed in them in the general cultural and professional spheres; to develop criteria for selection and system organization of language material, which include means of providing professional communication to a specialist both with colleagues and his interaction with the technical means of information, computing and telecommunication systems; to build a model of a multilevel system of teaching English to students of information technology specialties, ensuring the formation of the required level of the general communicative and professional communicative competence of an IT specialist; to create an effective system of work with educational material, including a cycle of projects consisting of tasks, exercises and a system of monitoring the level of communicative skills and abilities of students.

The subject of the study is the system of teaching the English language specialty in the field of information technology.

The subject of the research is computer technologies and design methodology for teaching English of an IT specialist.

The methodological basis of the study was the theoretical provisions of modern linguists, methodologists and psychologists on the communicative system-activity approach to teaching foreign languages; project methodology; theory of discourse, which allows to analyze the role of the language personality in the conditions of professional activity. The main research methods: the method of using computer technologies, the global INTERNET network; method of projects; methods of network planning and project management; method of direct observation and analytical description of linguistic material; statistical method; contextual analysis; testing.

The theoretical significance of the work lies in the fact that it proposes a system for creating and modifying an adaptive set of electronic teaching aids in English for students of information technology specialties within the framework of individual and collective projects. The model of the organization of the educational process in the form of the educational and professional discourse of an information technology specialist as the first phase of the formation of the professional discourse of an information technology specialist is proposed.

The results of the study can be taken into account in lexicographic practice when compiling dictionaries of modern English.

Materials for observation were program texts; technical documentation; periodicals and monographs on information technology, finance, business, management and law; educational and methodical manuals; websites of state, commercial, educational and other organizations; terminological dictionaries and special studies, educational process.

Effective increase of the level of professional communicative competence of future specialists in information technologies can be provided due to application of the project methodology in the educational process.

The project methodology for teaching English to students of information technology specialties is realized within the framework of individual and collective projects using computer technologies. The main mechanism for the transfer of educational information, providing the formation of the necessary skills and skills in the field of professional communication, is the educational and professional discourse of an information technology specialist.

Objectivity and reliability of the findings are primarily ensured by the volume of the material analyzed, the use of a comprehensive methodology for its study, the use of the latest achievements in linguistics, methods and related disciplines, and the involvement of experimental research data.

The structure of the study is determined by the main objectives and tasks of the work. The structure of a professionally-oriented set of electronic teaching aids includes educational and methodological aids for conducting classroom classes; educational and methodological manuals for independent studies; means of control and self-control of students' level of preparation; general vocabulary; explanatory dictionary of special terms on information technology and computer technology; supporting teaching materials; means of navigation on the complex; lists of addresses of Internet domains containing used or recommended materials; 10 auxiliary software tools - electronic translators, etc. [2].

Elements of the project methodology allow the use of a set of electronic teaching aids both in classroom and extracurricular activities. At the same time, it is possible to provide an individual approach by taking into account the technical base and the level of computer training of each student.

Modern society feels the need for enterprising, competent people who have a whole complex of intellectual, creative and communicative skills. They should be oriented in the information space, be able to work with the text, analyze information, and make conclusions (intellectual skills). Creative skills assume the ability to generate ideas, draw knowledge from other areas, find a variety of solutions to the problem and at the same time accurately predict the consequences of a decision. And, finally, the communicative competence of a modern specialist is related to the ability to lead a discussion, listen and hear the interlocutor, to argue his point of view, concisely and expressively express thoughts, to possess high speech culture. For this, it must be built within the framework of a single methodological system. One of the elements of this system is the State Educational Standard (SES).

According to the State Standard, first introduced into the educational system of Russia in 1994, the most general requirements for the content of education in each area and each specialty are established. The standards fix those compulsory knowledge, skills and abilities that a graduate of a university must possess in order to obtain the appropriate qualification.

SES is designed to ensure the preservation of the unity of the educational space, the possibility of continuing education, academic mobility, and rational expenditure of financial and material resources. Standards should correspond to the needs of the individual and the state, the possibilities for their implementation and to have an instrumental and technological organization

based on fairly strictly defined standards. Only in this case they will create conditions for the development of the economy, promote scientific and technical progress.

SES, as an essentially new category in the domestic and world educational practice and social policy category, can be considered as a way of maintaining educational diversity, method of forecasting the national educational product; mechanism of paradigmatic re-equipment of education within the national educational culture, the factor of democratization of educational policy. From the foregoing it is clear that this new is in the formation of the global goal of education, which has never before been carried out in the higher professional school [3].

The general goal of education is the formation of professional and personal qualities of a graduate of a university, diagnosed as the final result of the work of the institution. On the basis of the globally formed goal of education, various pedagogical technologies for its achievement are developed, which, in turn, can become derivatives of this educational standard or second-order standards. Since pedagogical technology includes detailed education content, didactic processes, organizational forms and means of education, then, accordingly, educational standards can be introduced for all these components of pedagogical technology.

It should be emphasized that the curriculum and textbooks on subjects can become the embodiment of the standard of content and quality of teaching - all these are successive (hierarchical) steps of more detailed disclosure of the educational standard in the system: "curriculum - program - textbook", "standard - methodology", if they are built according the scheme above.

The main task of the State University of Higher Education is the diagnosis of the qualities of pedagogical technologies, i.e. standardization of the level of professional and personal qualities of a graduate of an educational institution. Basic principles of computer didactics: a new technological base for teaching a foreign language to future IT specialists dialectically leads to the need to supplement traditional didactic methods with a number of new, specific principles.

Speaking about the specific elements of computer, we note that, in our opinion, the most promising ones are: the use of a visual representation of the course in the form of a certain building, a labyrinth; combination of static and dynamic components; application, along with general profiles, illustrations of a technical nature; inclusion in the assignment of real elements of practical programming; a combination of a certain scenario for the presentation of educational material and the interactivity of this product; the introduction into the frame structure of virtual characters (agents, figures, authors), animating the atmosphere of communication with the product.

At the same time, it is possible to use such computer didactics as: simultaneous viewing of several objects or fragments of educational material - supporting and secondary windows; the possibility of manipulating objects - changing their geometric and other parameters; rapid transition to the "arrays" of educational material; display of roles (values) of "fragments" of educational material in the general structure of the course; the ability to control the presentation of educational material - a step-by-step output of information, the presentation of basic and hidden elements, etc.; the use of dynamic "fragments"; changing the time characteristics of the represented "fragments" or objects; manipulation of graphic objects for more visual representation; multilevel representation of the studied entities; audiovisual effects; Inclusion of images of animate and inanimate nature; the change in the space-time scales of objects and processes.

To consolidate the knowledge obtained, it is possible to use the following techniques of computer didactics: the comparison of "fragments" of educational material; presentation of "fragments" of materials to be studied at a later date; return to the previously studied "fragments"; interpretation of formal expressions; reflection in the presentation of the educational material of the logical links of its "fragments" and the provision of navigation; demonstration of human activities, mechanism actions, program work, etc.; showing examples of problem solving; joint and individual performance of tasks with elements of self-control; the provision of the opportunity to work with models and real objects from the sphere of professional activity.

Control of the educational process allows providing such methods of computer didactics, as: the use of the rating system; information on the ranking of other students - an implicit kind of competition; control in competitive mode; hidden control over the implementation of the curriculum and tasks; providing comfortable conditions for the recurrence of the material; online consultations.

The selection of language material was carried out taking into account the goals of the developed system and on the basis of this system approach. In the system of linguistic material, we consider it possible to identify two subsystems - profile-independent and profile oriented. The profile-independent subsystem includes such sections as phonetics, grammar (morphology, syntax), and vocabulary. The profile-oriented subsystem includes, among other things, special vocabulary (vocational and machine-oriented), a special grammar for IT specialists, a set of special texts, an exercise system and a system of model situations.

For improving phonetic skills the special presentation in which letters of the English alphabet, their alternation and a transcription should be presented and used. In a process of sounding letters and transcriptions, audio materials should be used [4].

The lexical subsystem of the ESMP complex consists of two blocks. The first one corresponds to the direction "General English". The necessary volume of linguistic material was formed according to traditional schemes.

The second block - a special vocabulary - is divided into two "subsets". The first one includes: terms of professional communication of an IT specialist with colleagues and the list of terms. The terms of professional communication are divided into four classes: including - terms of specialty used to communicate with colleagues by profession, reading special literature and terms that ensure the formation of the necessary level of communicative competence of an IT specialist in related fields - economics, finance, business, management and law.

For each subject area, a dictionary has been developed. Within the framework of individual projects, a set of presentations designed to master a given set of terms was developed.

The largest amount of lexical material is occupied by special terms of the subject area of the profession. The peculiarity of this lexical material is the allocation in it of two subclasses - "set" of terms of the professional language of IT specialists and the vocabulary. The first class includes the means of verbal communication of professionals. The second class includes the vocabulary of the graphic interfaces of general and special software systems, the instructions of the operating system's command processor, and the commands of high-level algorithmic programming languages.

One of the real growth areas over the next few years will be in the area of distributed learning and training. This is particularly relevant in contexts where the cost of a few computers and a good Internet connection are far lower than the more traditional approach of transporting participants and tutors to a location for face-to-face training. In the training area, have already been using this system for some years to reach its teachers throughout the country, and with a considerable success.

We would also expect to see a change in the way people learn languages, and the way they continue with their professional development or lifelong learning as time constraints put more strain on their everyday lives. This can already be seen on a small scale in many language centers around the world, with students no longer attending timetabled classes for a certain number of hours per week, but preferring to undertake a lot of the repetitive work in self-access mode, and meeting colleagues and a tutor for tutorial-based sessions on an ad hoc basis. These so-called hybrid courses are not only a reaction to the market and to the frantic pace of life of many people, but they also exist to cater for a changing clientele, a more ‘wired’ community - the Net generation.

Online learning will probably also mutate into a hybrid form of how it is currently delivered. At the moment organizations tend to use a VLE to deliver online learning, but these services can often be sterile in terms of providing the kind of communication opportunities we usually consider vital to the language learning process. It is highly likely that the more static material which can be offered in a VLE will be complemented by some of the social sites, and better synchronous tools such as a peer-to-peer voice chat via Skype or similar software. This integration of services will allow for a more rounded user experience, and significantly improve the uptake in the area of language learning and teaching online.

It will also probably be the case that these will be combined with software that more actively encourages the development of communities of practice further enhance the social constructivist nature of the learning taking place there.

Conclusion

The use of technology in the classroom does not replace using traditional materials such as a black/whiteboard or a course book – rather, technology tools are used to complement and enhance regular classroom work. The teacher can produce additional electronic materials to review course book material on the topic, too. This dislike or fear of computers is often expressed by teachers who have had negative experience with technology in the past. The best way to address the situation is to make teachers aware that they already have certain technical skills – they probably know how to use a tape recorder in the classroom, for example, and often already use technology in their personal lives, such as an MP3 player, the Internet or email. In other words, rather than dismissing very real fears, these need to be acknowledged and addressed. The technophobic teacher needs to be encouraged to get started by implementing simple, undemanding technology with learners. Using a ready-made web quest from the Internet, for example, is a good way to start. Teachers also need to realize that technology does and will break down occasionally, and that it's always good to have a backup plan that doesn't require the use of technology. Also, providing good training in the use of

technology in the classroom through face-to-face workshops or online courses is key to encouraging the long-term acceptance and use of technology by technophobic teachers.

REFERENCES

- [1] Dinos Demetriades. Information technology. – Oxford, 2010. - 22 p.
- [2] Galvin G. S. Operating systems. - Cambridge, 2015. - 87 p.
- [3] Steven H. K. Designing intelligence: a framework for smart systems. – Oxford, 1991. -132 p.
- [4] Charles Brown. English for computer science. - Oxford, 2006. - 285 p.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Динос Д. Информационные технологии. – Оксфорд, 2010. – 22 с. (англ.).
- [2] Гальвин Г. С. Системы управления. – Кембридж, 2015. – 87 с. (англ.).
- [3] Стивен Х. К. Создание информации: основа для smart систем. – Оксфорд, 1991. - 132 с. (англ.).
- [4] Браун Ч. Английский язык в информатике. - Оксфорд, 2006. – 285 с. (англ.).

ІТ МАМАНДЫҚЫНЫң СТУДЕНТТЕРИНЕ АҒЫЛШЫН ТІЛІН ОҚЫТУ БАРЫСЫНДЫ ЖАҢА ТЕХНОГИЯЛАРДЫ ҚОЛДАНУ

Х. А. Нурходжаева¹, Ж. Ержанова¹

¹Алматы энергетика және байланыс университеті, Алматы қ., Қазақстан

Аңдатта. Макалада электрондық оқу-әдістемелік құралдар негізінде ақпараттық-технологиялық мамандықтар студенттерің тәжірибелі ағылшын тілін оқытудың жалпы теориялық мәселелері және оқу жағдайларының жүйесі қарастырылады. Аталған жағдайды студенттерге менгерту барысында қолданылатын мысалдар әзірлемесі келтірілген; құрылымдық және статистикалық қателерді талдау орындалды; жобалық әдістемесінің ақпараттық-технологиялық мамандықтар студенттеріне ағылшын тілін оқытуда қолдану тиімділігі көрсетілген. Кәсіби-бағдарланған ағылшын тілін оқыту формалары, әдістері және құралдары белгіленген. Макалада қазіргі заманда шет тілін білу кез келген, өз саласында табысқа жеткісі келетін адамға, маңыздылығы дәлелденеді, яғни ақпараттық қоғамға көшу толық жеке тұлға дамуың талап етеді, оның ішінде, коммуникативтік қабілеттерін дамыту.

Корытындысында қарастырылып отырған тақырыптың теориялық мәселелері түйінделеді; өткізілген зерттеу нәтижелері қорытылады; ұсынылған ақпараттық-технологиялық мамандықтар студенттерінің кәсіби коммуникативтік дайындық жүйесің жобалау әдіснамасының болашағы туралы

корытынды жасалады; өндірілген фактілердің теориялық және практикалық қолдану ықтимал салалары белгіленеді; кейінгі зерттеулердің келешегі анықталады.

Kілттік сөздер: ағылшын тілі, оқу жағдайлары, ақпараттық технологиялар, коммуникативтік икемділік.

ПРИМЕНЕНИЕ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБУЧЕНИИ АНГЛИЙСКОМУ ЯЗЫКУ СТУДЕНТОВ ИТ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ

Х. А. Нурходжаева¹, Ж. Ержанова¹

¹Алматинский университет энергетики и связи, г.Алматы, Казахстан

Аннотация. В статье рассмотрены общетеоретические вопросы опытного обучения английскому языку студентов информационно-технологических специальностей на базе комплекса электронных учебно-методических пособий. Представлена система учебных ситуаций, приведены примеры разработки данных ситуаций студентами, выполнен структурный и статистический анализ ошибок. Указаны формы, методы и средства обучения профессионально-ориентированному английскому языку. Подчеркнуто, что в современном мире знание иностранного языка жизненно необходимо для тех, кто заинтересован в профессиональном росте. Поэтому переход к информационному обществу обусловлен развитием многогранной личности, наделенной в том числе и коммуникативными способностями.

В заключение обобщены результаты проведенного исследования, сделан вывод о перспективности предложенной методологии проектирования системы профессионально коммуникативной подготовки студентов информационно-технологических специальностей, намечены возможные области теоретического и практического применения полученных фактов, определены перспективы дальнейших исследований.

Ключевые слова: английский язык, учебные ситуации, информационные технологии, коммуникативные умения.

A. N. Tulembayev¹, Sh. G. Jumadilova², A. M. Adilova³, Y. Z Shildibekov⁴

¹JSC «National Company «Kazakhstan Engineering», Astana, Kazakhstan

²International IT University, Almaty, Kazakhstan

³Kazakh University of International Relations and World Languages, Almaty, Kazakhstan

⁴International IT University, Almaty, Kazakhstan

PROJECT MANAGEMENT AT THE ENTERPRISES OF THE DEFENSE INDUSTRY

Abstract. This article is devoted to study of features of enterprises of defense industry in Kazakhstan and to identification of opportunities for introduction of project management methodologies in implementation of projects in this sector of economy. The work reveals the goals and essence of project management, analyzes the results of studies on the effectiveness of the project approach in management. The current state of the country's defense industry, the dynamics of its development, investigated and substantiated the need for the introduction of tools and methods of project management in the planning and implementation of current and planned projects in this area. The paper identifies and lists the features of project management at defense enterprises with recommendations that should be taken into account when developing a model for the introduction of project management methodologies into defense enterprises. The advantages of implementing relevant and effective methods and tools of project management are described.

Key words: defense industry, project management, enterprises of defense and aerospace industry, introduction methodology, defense projects.

Introduction

For the successful implementation of projects, it is necessary to implement the methodology of project management and, accordingly, to study the possibilities for such implementation. In this regard, this article is devoted to the study of the features of the enterprises of the defense industry of Kazakhstan and to identify opportunities for the introduction of project management methodologies in the implementation of their projects.

Objectives and essence of project management. There are substantiated findings about PMMs' role as a success factors in projects. So, Joslin and Muller in their study [1] look at the relationship between the use of a project management methodology (PMM) and project success, and the impact of project governance context on this relationship. Based on a cross-sectional, world-wide, online survey of 254 responses they could conclude that the application of a PMM account for 22.3% of the variation in project success, and PMMs that are considered sufficiently comprehensive to manage the project lead to higher levels of project success than PMMs that need to be supplemented for use by the project manager. As they state, project governance acts as a quasi-moderator in this relationship.

Project management is aimed at achieving business advantages of the company, in the shortest possible time. The presence of a strong project team of their highly qualified specialists in this field contributes to the company's continuous development, which will make it possible to remain competitive in the market. Project management allows you to create more user-friendly processes that will increase productivity and achieve greater customer satisfaction. The opportunity to view options for making managerial decisions allows the head of the company to apply effective approaches to management.

Characteristics of defense industry enterprises. The defense industry is not a separate type of industry or industry, which has its own structural subdivision. In this connection, the analysis of

the defense industry is, in principle, carried out on the analysis of the machine-building industry, since enterprises of this industry may be involved in the production of defense products.

The defense industry is a set of scientific research, testing institutions, organizations and manufacturing enterprises that carry out the development, testing, production and utilization of weapons, military and special equipment and other property for the armed forces of the state.

In 2017, the volume of production of the defense industry grew by 14% to 80 billion tenge against the level of 2016, and exports increased 2 times to 16 billion tenge [2].

Currently, major defense projects are planned at enterprises of the defense industry, which include the Petropavlovsk Heavy Machinery Plant, the Kirov Machine-Building Plant, which produces radio-electronic products, related to the modernization of equipment and the release of new products. And this means that the right agenda for the management of investment projects is on the agenda.

In addition, work is underway to develop the country's defense-industrial complex, which will allow domestic enterprises to master the production of modern military and dual-use products, will provide the opportunity to conclude long-term contracts, plan production and carry out technological upgrading [3].

Projects are being implemented for joint ventures, such as Kazakhstan AselSan Engineering, which produces collimator sights, thermal imagers, a wide range of radio-electronic products (with the Turkish side); "Kazakhstan Paramount Engineering" for the production of three directions of armored combat wheeled vehicles; "Eurocopter Kazakhstan Engineering" for assembling Eurocopter helicopters of EU class 145, in the category of civil production, as well as sanitary aviation; and many others.

The main priorities in the production of weapons and military equipment will be: the means of radio-technical air defense troops; high-precision weapons; weapons for the naval forces; means of communication and automated control systems; hardware-software means of cybersecurity; unmanned aerial vehicles, etc. All these projects are expensive and require a systematic and well-founded approach to their management.

In the Ministry of Defense and Aerospace Industry in 2017, work was begun to implement the project office. However, there is as yet no guidance on the management of neither military and dual-use projects, nor the developed model for the introduction and integration of the project management system into enterprises of the military-industrial complex.

Features of the enterprises of the defense industry in the development of the methodology for implementing project management. On the basis of a study of major government information technology projects by the Department of Defense of the UK Warren A. M. [4] names twelve factors as the key factors of success for defense industry projects, such as spending more time on project initiation, expending resource on preparation rather than rushing into development, potentially a cultural problem within Ministry of Defense procurement.

There was an apparent lack of top-level engagement with this project initially, in terms of recognizing it as strategic and allocating the necessary resources.

The need to build relationships, communication and trust between contractor and supplier is overridden by the commercial realities of a contractual situation along with the apparent lack of awareness of the need to manage the contract beyond the delivery of requirements and the lack of competence to undertake that management.

For our country are also valid observation that major government projects often end in costly failure, raising questions about whether critical success factors (CSFs) are understood, applied and, if so, whether they have any impact.

The study of context reveals two overarching issues for government: the need for increased governance and to learn lessons.

The overarching conclusion is that the impact of CSFs is variable: ignoring them will have an adverse effect on performance, whilst applying them will strengthen the resilience of the project management but cannot guarantee success [4].

In work [5], the authors, having studied the experience of project managers in defense industry enterprises, identified three pillars on which their successful actions for responding to risks are: the reacting and functioning structure at the organizational level; good interpersonal relations at the group level and competent people at the individual level.

The Greatest Challenge for Project Management. In these industries, many components are made and delivered by external suppliers and assembled at a central factory. The complexity of these projects generates high coordination costs across many development and production sites and suppliers, who are usually in several different locations.

Tools and methods of project management are applicable in various sectors of the economy, including in the defense industry. The choice of the optimal approach to project management in the defense industry requires preliminary identification of the distinctive features of each type and type of project in this industry. Classification of projects allows you to optimize tools and methods for managing a particular project and improve its implementation efficiency.

The specificity of the defense industry implies that project management should provide methods and tools for the implementation of projects, among which the key ones are:

- Cost control: overview of budget and actual costs. When working under pressure, managers require at-a-glance insight into projects, cost levels and the estimated cost at completion (EAC). Users should be able to see easily a graphical representation of cost trends over time and of increases in budgeted costs during long projects.

- Monitoring of delivery dates and cash flow planning. Supplier information should be managed and monitored in an integrated system. However, access to the system should be organized well. For instance those responsible for program and project management need insight into delivery dates while those working on materials logistics need deadlines from the project system for optimized material management. Obviously, scheduling data and material requisitions should be synchronized.

- Program management: top-down planning. Managers should be able to communicate top-down targets at the program level by mirroring milestones and other key information to the sub-project level. This do not eliminate bottom-up planning, since project participants should be able to report current plan data from their sub-projects to program management for further control.

- Planning the use of production resources. All users should have an access to monitor resource planning and it should be visualized.

- Early identification of trend trends and prices. Identifying schedule and cost trends at an early stage is vital. This is the only way schedules can be corrected in good time. There are several popular methods of doing this including: 1) Milestone Trend Analysis (MTA), which helps users monitor important milestones from the sub-projects of the program and see how they are progressing over time. This enables managers to intervene in good time to avoid bottlenecks. 2) Earned Value Analysis (EVA), which is used to assess the progress of projects. The current schedule and cost situation is described by key figures including budgeted cost of work performed and cost performance index.

The introduction of relevant and effective methods and tools will give advantages, among which one can distinguish:

- project scheduling, controlling, collaboration and document management are integrated;
- eliminated double data entry, providing better quality of data for project managers, controllers and management and a better basis for decision-making;
- synchronization of all entries during top-down planning in the operative sub-projects with target milestones and important key data; and, vice versa;
- important milestones in the operative sub-projects can be transferred back to the program level for the next plan;
- view of current and future workloads, availability and resource demand for individual projects;

- ability to monitor the available capacity and capacity utilization of facilities, departments and project teams;
- trends can be derived from delays, providing an early indication of the potential risk to the project end date.

Conclusions

The production of goods in aerospace and defense companies is very material-intensive and cost-intensive. Cost controlling can be a particular challenge in the long-term and large scale projects typical of these industries. Companies need to keep a close eye on all delivery dates and the cost development over time. The right materials components in the right place at the right time – that is the challenge for the integration between scheduling and logistics.

REFERENCES

- [1] Joslin R. and Muller R. Relationships between a Project Management Methodology and Project Success in Different Project Governance Contexts // International Journal of Project Management. – Oxford: Elsevier Sci Ltd, 2015. – № 33 (6). – P. 1377-92.
- [2] The defense industry of Kazakhstan is entering a new level of development - Aset Kurmangaliyev. Interview. Kazinform. // Access mode: https://www.inform.kz/ru/oboronnaya-promyshlennost-kazahstana-vyhodit-na-novyj-uroven-razvitiya-aset-kurmangaliev_a3214208, free. (in Russ.).
- [3] The results of the industry in 2017. Committee on Statistics of the Ministry of National Economy of the RK. // Access mode: <http://stat.gov.kz/getImg?id=ESTAT268227>, free. (in Russ.).
- [4] Warren A. M. Critical Success Factors for It Project Management: A Case Study of a UK MOD IT Project // 13th European Conference on Research Methodology for Business and Management. – London: Acad Conferences Ltd, 2014. – P. 425-32.
- [5] Geraldi Joana G., Liz Lee-Kelley and Elmar Kutsch. The Titanic Sunk, So What? Project Manager Response to Unexpected Events // International Journal of Project Management. – Oxford: Elsevier Sci Ltd, 2010. – № 28 (6). – P. 547-58.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Джослин Р., Мюллер Р. Связь между методологией проектного менеджмента и успехом проекта в различных контекстах проектного управления // Международный журнал проектного управления. – Оксфорд: Эльзивер, 2015. – № 33 (6). – С. 1377-92. (англ.).
- [2] Оборонная промышленность Казахстана выходит на новый уровень развития - Асет Курмангалиев. Интервью. Казинформ. // Режим доступа: https://www.inform.kz/ru/oboronnaya-promyshlennost-kazahstana-vyhodit-na-novyj-uroven-razvitiya-aset-kurmangaliev_a3214208, свободный.
- [3] Итоги работы промышленности в 2017 году. Комитет по статистике Министерства национальной экономики РК. // Режим доступа: <http://stat.gov.kz/getImg?id=ESTAT268227>, свободный.
- [4] Уаррен А. М. Критические факторы успеха управления проектов ИТ: изучение кейса проекта ИТ МО ВБ // 13-ая Европейская конференция по методологии исследования для бизнеса и менеджмента. – Лондон: Академические конференции, 2014. – С. 425-32. (англ.).
- [5] Геральди Джоана Г., Лиз Ли-Келли и Эльмар Кутш. Титаник утонул, так что? Реакция проектного менеджера на неожиданные события // Международный журнал проектного управления. – Оксфорд: Эльзивер, 2010. – № 28 (6). – С. 547-58. (англ.).

ҚОРҒАНЫС ӨНЕРКӘСІБІНІЦ ҚӘСІПОРЫНДАРЫНДАҒЫ ЖОБАЛАРДЫ БАСҚАРУ

А. Н. Тулембаев¹, Ш. Г. Джумадилова², А. М. Адилова³, Е. Ж. Шильдібеков⁴

¹«Казахстан инжиниринг» Ұлттық компаниясы АҚ, Астана қ., Қазақстан

²Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті, Алматы қ., Қазақстан

³Қазақ халықаралық қатынастар және әлем тілдері университеті, Алматы қ., Қазақстан

⁴Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті, Алматы қ., Қазақстан

Аннотация. Бұл мақала Қазақстандағы қорғаныс өнеркәсібі қәсіпорындарының ерекшеліктерін зерттеуге және экономиканың осы секторындағы жобаларды іске асыруда жобаларды басқару әдіснамаларын енгізу мүмкіндіктерін анықтауга арналған. Жұмыста жобаны басқарудың мақсаттары мен маңызы ашылады, басқарудағы жобалық тәсілдің тиімділігіне арналған зерттеулер нәтижелерін талдайды. Бұдан басқа, елдің қорғаныс өнеркәсібінің қазіргі жағдайы, оны дамыту динамикасы осы саладағы ағымдағы және жоспарланған жобаларды жоспарлау мен жүзеге асыруда жобаларды басқару құралдарын және әдістерін енгізу қажеттілігін зерттеді және дәлелдеді. Қорда қорғаныс қәсіпорындарында жобаларды басқару әдістерін енгізуге арналған модель әзірлеу кезінде назарға алынуы тиіс ұсыныстары бар қорғаныс қәсіпорындарында жобаларды басқарудың ерекшеліктерін анықтайды және тізімдейді. Бұдан басқа, мақалада жобаны басқарудың тиісті және тиімді әдістерін және құралдарын енгізуіндік артықшылықтары сипатталған.

Кілттік сөздер: қорғаныс саласы, жобаларды басқару, қорғаныс және аэрогарыштық қәсіпорындар, енгізу әдістемелері, қорғаныс жобалары.

ПРОЕКТНЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ОБОРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

А. Н. Тулембаев¹, Ш. Г. Джумадилова², А. М. Адилова³, Е. Ж. Шильдібеков⁴

¹АО «Национальная компания «Казахстан инжиниринг», г.Астана, Казахстан

²Международный университет информационных технологий, г.Алматы, Казахстан

³Казахский университет международных отношений и мировых языков, г.Алматы, Казахстан

⁴Международный университет информационных технологий, г.Алматы, Казахстан

Аннотация. Данная статья посвящена изучению особенностей предприятий оборонной промышленности Казахстана и выявлению возможностей для внедрения методологий проектного управления в реализации проектов в данной отрасли экономики. В работе раскрыты цели и сущность проектного управления, проанализированы результаты исследований, посвященных эффективности проектного подхода в управлении. Кроме того, исследовано современное состояние оборонной промышленности страны, динамика ее развития, выявлена и обоснована потребность во внедрении инструментов и методов проектного управления в процессы планирования и реализации текущих и планируемых проектов данной сферы. В работе выявлены и перечислены особенности проектного управления на предприятиях ОПК с рекомендациями, которые следует принять во внимание при разработке модели внедрения методологий проектного управления в деятельность предприятий ОПК. Далее в работе описаны преимущества от внедрения релевантных и эффективных методов и инструментов проектного управления.

Ключевые слова: оборонная промышленность, управление проектами, предприятия обороны и аэрокосмической промышленности, методологии внедрения, оборонные проекты.

Sh. G. Jumadilova¹, B. Zh. Atabay²

¹International IT University, Almaty, Kazakhstan

²Almaty University of Power Engineering and Communication, Almaty, Kazakhstan

REFORMING THE PENSION SYSTEM IN KAZAKHSTAN

Abstract. The paper investigates the pension system in Kazakhstan. Authors make retrospective analysis of the system since 1998. The paper describes a powerful mechanism of three-stage protection the state has created and which was devoted to preserve pension savings. They characterize main stages of pension provision development in the country, highlight positive and negative aspects of the pension reform. As the result of study performed on the basis of the Law of the Republic of Kazakhstan "On pension provision in the Republic of Kazakhstan" there are made some conclusions. Further, the paper provides results of the analysis of the pension funds dynamics. Then it identifies the main problems of the system and makes a prediction about prospects of the development of the pension system of Kazakhstan. The paper concludes the larger and stronger the funds, the more inflow of funds they will provide to the domestic economy.

Key words: pension system, pension fund, pension reform, development of pension system, problems of pension provision.

Introduction. Kazakhstan was the first among the CIS countries to begin reforming the old solidary pension system for citizens with the transition to a funded system. The Law "On Pensions in the Republic of Kazakhstan", adopted on June 20, 1997, initiated the construction of a funded pension system in the country.

Initially, the reform was conceived and implemented to lift the budget burden and create a more equitable pension system. Pension savings allow the implementation of projects; realize a lot of investment projects. But, despite the significant and positive results of reforming the accumulative pension system, many of its problems remain unresolved. This is discussed in more detail in this paper.

The first section of the paper discloses the concept of the accumulative pension system, the next one describes its positive and negative aspects of the pension system. The third section discusses some articles of the Law "On Pensions in the Republic of Kazakhstan." The forth section analyzes of the activity of pension funds. Conclusion summarizes all of the findings of the research.

Methodology and data. Data on pension assets are retrieved from the data of the Single Accumulative Pension Fund of the Republic of Kazakhstan and from the bulletins and publications of the Agency for Statistics of the RK. Data are taken for the period since 2012 to 2018.

Research results obtained and conclusions are made based on the study of theoretical papers about pension system of Kazakhstan and its evolution. Research methods used are structural analysis, trend analysis, and regression analysis. Statistical tools are used for the analysis of the pension system.

Results and discussions. The concept of the funded pension system R. K. It's been 20 years since the pension reform in Kazakhstan. Since gaining independence by Kazakhstan, the pension system functioned according to the principle inherited from the Soviet Union: pensions were paid to the population from current budget revenues. But, as is known, in the first years of independent management Kazakhstan faced a budget deficit, which became a huge hindrance for the continued existence of a solidarity pension system in its pure form. The problem of pension provision became more acute and acute. This prompted the state to reform the pension system, which began in 1997 [1]. The main stages of pension provision development in the Republic of Kazakhstan are shown in Figure 1.

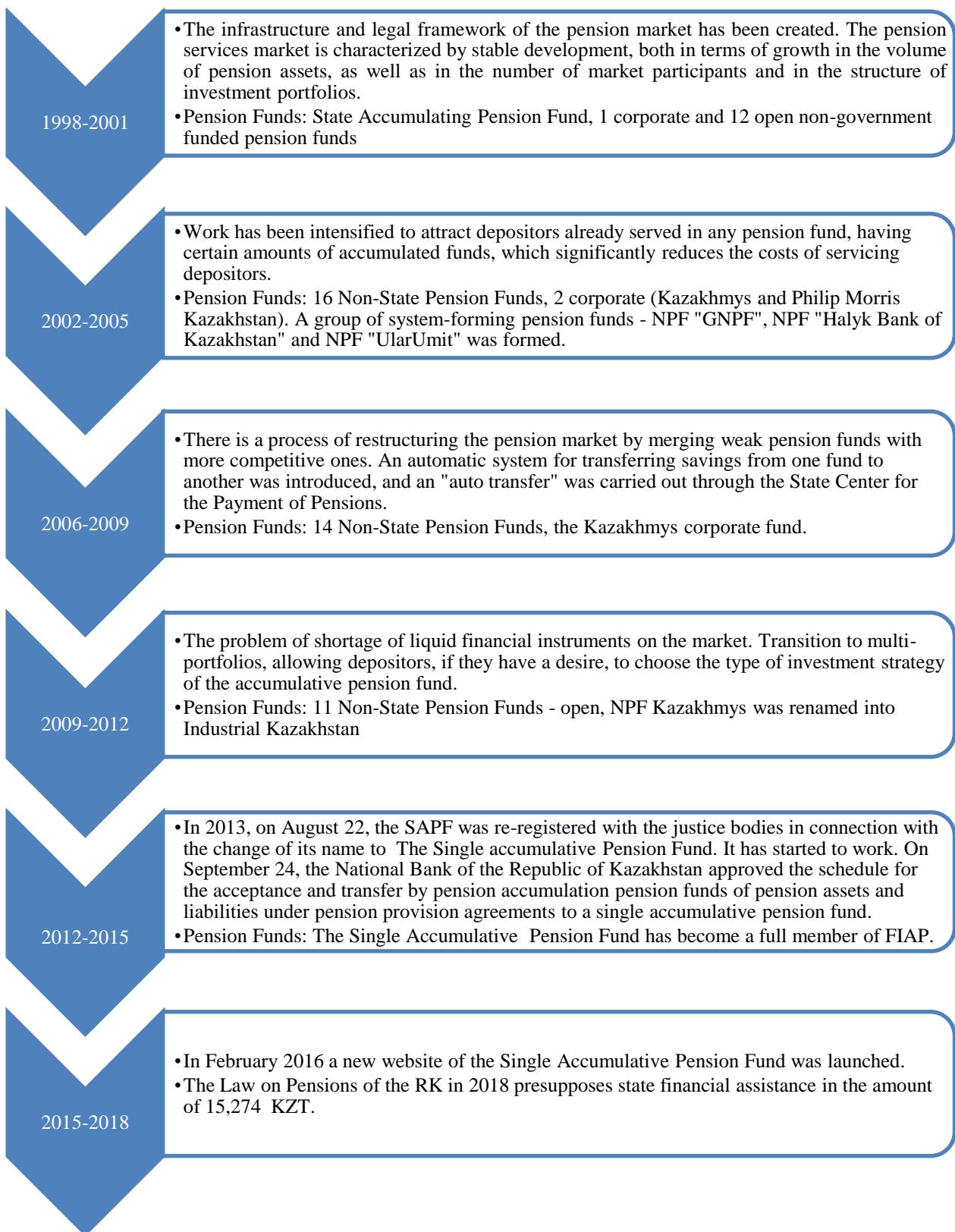


Figure 1 - Stages of development of the pension market in Kazakhstan in the period from 1998-2018

The decision to reform the pension sector, adopted by the government a few years ago, was of historic importance for the whole country. Kazakhstan was the first among the CIS countries to begin transforming the old solidary pension system of a citizen with a planned transition to a funded

pension system. This reform was conceived and implemented to lift the budget burden and create a more equitable pension system. Also, its main goals were defined: preservation and multiplying of pension savings of depositors. In terms of preserving pension savings, the state has created a powerful mechanism of three-stage protection through:

1) establishment of strict supervision of the funded pension system with the help of state institutions - the Committee for the Regulation of Accumulative Pension Funds of the Ministry of Labor and Social Protection of Population of the Republic of Kazakhstan, the authorized body for regulating the securities market in the person of the National Bank R.K. and the State Center for the payment of pensions;

2) clear legislative division of functions and establishment of a system of mutual control between the three main groups of participants in the new pension system - accumulative pension funds, pension asset management companies and custodian banks;

3) legislative establishment of prudential standards and strict definition of the list of financial instruments for investing pension assets.

The main part of the pension system is the funds, and in 2013 there were 15 of them, one of which is state (State Accumulative Pension Fund), two are corporate (Kazakhmys and Philip Morris Kazakhstan) and 12 are open non-governmental funds (NPFs). This means that the funds worked in a competitive environment [2].

The essence of the accumulative pension system is the preservation and multiplication of the depositors' funds, i.e. investment in real production. The mechanism of its functioning consists in the following: employers monthly transfer in the form of compulsory pension contributions 10% of wages, including all types of wages, various bonuses, surcharges, allowances. Due to this source, pension accumulations of depositors of accumulative pension funds are formed. Investors or their employers can contribute voluntary pension contributions in addition to mandatory pension contributions, the amount of which is not limited; they are deposited at a time or repeatedly, regularly or irregularly, in cash or listed.

Pension contributions are sent to the State Accumulative Pension Fund or a non-state funded pension fund at the choice of the depositor who, on the basis of the pension agreement, opens an individual pension account and a personal number - the social individual code [3].

January 23, 2013 at an expanded meeting of the Government of the Republic of Kazakhstan, President N. Nazarbayev issued a decree "On the establishment of a single funded pension fund in Kazakhstan." [3] According to the head of state, such consolidation of private funds managed by the National Bank should promote more effective application and safe preservation of savings of Kazakhstanis.

The Single Accumulative Pension Fund (SAPF) of the Republic of Kazakhstan carries out its activities in accordance with the Fund's Charter and the Corporate Development Strategy of the Fund for 2017-2021 and is the sole administrator and operator of all financial and information flows funded pension system of the Republic of Kazakhstan.

The main purpose of the Fund is to provide organizational assistance to depositors, information of pension savings through improving the quality of services, reliable accounting of pension assets, as well as improving the culture of planning pension savings.

The pension system of Kazakhstan includes the following structures: accumulative pension fund; organizations that carry out investment management of pension assets; banks-custodians; Agency for Regulation and Supervision of Financial Market and Financial Organizations; tax authorities; association of foundations and other organizations necessary to ensure the normal functioning of this system.

The main parameters of the pension reform in Kazakhstan are: the same requirements for retirement for all; age for retirement is set: for men - 63 years, for women - 58 years; in the accumulative pension fund for each employee an individual accumulative pension account is opened, where his mandatory pension contributions are taken into account, as well as investment income. In accordance with Art. 11 of the Law of the Republic of Kazakhstan "On pension

provision in the Republic of Kazakhstan", the retirement age for women is increased every year for 6 months for 10 years until 2027 [4].

Positive and negative aspects of the pension reform of the Republic of Kazakhstan. The pension reform has reached certain results since 2013. The pension system of the Republic of Kazakhstan, its transformation has a positive impact on the financial and economic sector of the economy today. In the financial market, a new institutional investor has emerged whose resources have already exceeded the equity capital of second-tier banks, and in the not-too-distant future, the assets of pension funds will be quite comparable with the assets of the banking sector.

One of the main advantages of this reform is that the budgetary burden has noticeably improved, since now every worker himself takes care of his future pension. Second, the size of the pension of contributors of funded funds began to depend on the size of its pension savings, i.e. from how he worked and how much he earned. And under the old system, everything from the heroes of labor and ending with those who worked through the sleeves, eventually received about the same pension. The next aspect - there used to be a time when the country was sorely lacking in money. Large institutional investors who can invest in long-term projects were established. And all money is invested in securities. They do not lie dead, but develop the economy and bring investment income to the depositor.

Pension accumulation made it possible to create many new projects, state programs, implement brilliant projects. All the money in the pension accumulation goes to the development of the country, to the growth of production, and this is always connected with the employment of the population. They also help to reduce the growth of unemployment, as workers are needed when the main production expands, and additional ones appear.

Another important fact is that due to pension savings, the dependence of Kazakhstan's economy on foreign investment has significantly decreased. All these advantages are the result of implementing one of the strategic tasks that were put before accumulative pension funds.

But there are also some negative aspects of pension reforms. For example, now no financial obligation of the fund itself is indicated in any pension agreement, therefore the depositor does not know what amount of pension or interest it will receive on retirement, except that the amount of pension depends on the amount of accumulated sums, and that in writing. In addition, the annual minimum increase in funds is not guaranteed. The biggest problem is the incomplete receipt of pension contributions. They should be made at the source of income. Naturally, contributions by employers are withheld, but are transferred to pension funds by some of them not immediately and not always.

Law of the Republic of Kazakhstan "On pension provision in the Republic of Kazakhstan". Pension provision in the Republic of Kazakhstan is regulated by the Law of the Republic of Kazakhstan "On Pensions in the Republic of Kazakhstan" (with amendments and additions as of 01.01.2018). In accordance with the new funded pension system, the pension account consists of contributions made by the employer (equal to a minimum of 10 % of earnings), and the received investment income [4].

Longer term of work - in this case, money will be invested for a longer period and will earn more interest. Additional voluntary contributions are made, while the taxable income is reduced (provided that the voluntary contributions for the month do not exceed 10 times the monthly calculated index). In addition, the investment income received on contributions will also not be taxed.

The employer lists more than the required minimum, that is, more than 10% of the salary. These contributions are deducted when calculating the tax for the employer, provided that for a month they do not exceed 20 times the monthly calculated figure.

According to the law, the depositor has the right to choose a single accumulative pension fund and a voluntary accumulative pension fund for payment of voluntary pension contributions, to receive information on the state of pension savings, to make voluntary pension contributions in favor of third parties, to appeal against the actions of the accumulation fund in court. Article 25 together with this, the depositor must pay mandatory pension contributions, mandatory pension

contributions payable to a single accumulative pension fund, are established in the amount of 10 percent of the monthly income accepted for the calculation of mandatory pension contributions, also only to one of the accumulative pension funds, to notify the accumulative pension funds of all changes affecting the fulfillment of the obligations of the fund.

The recipient, in turn, has the right to receive pension payments from accumulation funds upon reaching the retirement age and in other cases provided for in the Law, transfer his pension savings from one accumulative pension fund to another not more than twice in a calendar year, bequeath his savings, and also has the right to withdraw them when leaving for permanent residence outside Kazakhstan.

The source of financing of pension payments of these categories, in the final analysis, a single one - means of the republican and local budgets. The system will be optimized taking into account the practical results of the reform. That is, its legislative base will be improved, technologies are honed and worked out to automatism, the quality of services will reach world standards.

Analysis of the activity of pension funds of the Republic of Kazakhstan. The most important feature of the pension reform carried out by Kazakhstan was the transition from a distribution pension system to a funded one, based on individual pension savings of the insured themselves. This pension institution was defined as the main element of the pension system of the republic. As insurers, the legislator defined accumulative pension funds. With a view to increasing state guarantees for pension provision in the Republic of Kazakhstan, a law has been adopted that provides for the introduction of a state basic pension to all citizens of Kazakhstan upon reaching their retirement age, which fundamentally changes the initial support option solely to the institution of funded pensions.

On June 21, 2013, the new version of the Law of the Republic of Kazakhstan "On Pensions of the Republic of Kazakhstan" was adopted. In accordance with the pension legislation, the only shareholder of the Fund is the Government of the Republic of Kazakhstan. Storage and accounting of pension assets of the SAPF are carried out by the National Bank of the Republic of Kazakhstan. Investment management of pension assets of the SAPF is also entrusted to the National Bank of the Republic of Kazakhstan. In addition, the Law stipulates the establishment of the SAPF Pension Assets Management Board. The membership of the Council is approved by the President of the Republic of Kazakhstan. In the Republic of Kazakhstan, the classification of types of pensions is less ramified than in some CIS countries. According to Kazakhstan legislation, a pension is understood as a set of pension payments from an authorized organization, single accumulative pension fund, and voluntary accumulative pension fund.

The most important parameters characterizing the pension system are indicators of pension assets. In the Republic of Kazakhstan for the period from 2012 to 2018 pension assets increased from 624.638 billion KZT to 7774.820 billion KZT or by 1245% (Figure 2) [5].

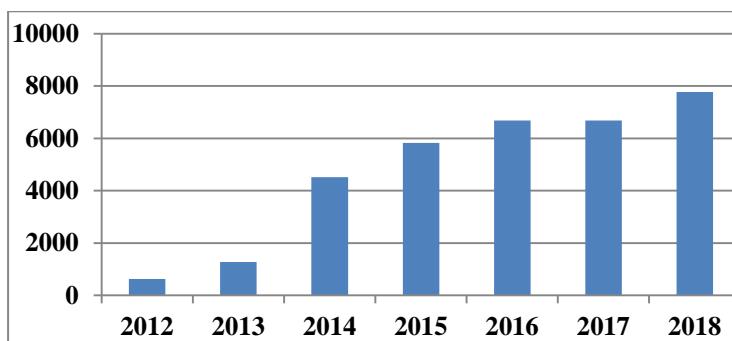


Figure 2 - Pension assets in Kazakhstan in 2012-2018

Let us consider dynamics of pension assets and their factors as number of people employed in small and medium business, the average monthly wage per capita, GDP per capita in recent years.

Table 1 - Dynamics of pension assets and their factors in 2012-2018

№	Year	Pension assets (billion KZT)	Number of employees in small and medium business	Average salary per capita (thousand KZT)	GDP per capita (billion KZT)	GDP growth per capita (percent)
1	2012	624.638	2 383 337	100.9	32467.1	5%
2	2013	1 276.006	2 576 902	109.1	34227.5	6%
3	2014	4 517.823	2 810 962	121.1	39623.7	4.30%
4	2015	5 828.234	3 183 844	126.2	40884.1	1.20%
5	2016	6 685.264	3 166 792	142.9	44354.0	1.00%
6	2017	6 680.140	3 118 442	140.3	49740.6	2.50%
7	2018	7 774.820	3 144 700	150.3	78934.4	3.80%

Note: developed by authors based on [5-7].

We made a regression model for the pension assets (Equation 1). During the analysis, it was determined that the pension assets depend on various parameters, including the number of people employed in small and medium business (x_1), the average monthly wage per capita (x_2), GDP per capita (x_3).

$$Y = -75.16906911 + 0.001653307x_1 + 37.90633721x_2 + 0.104858917x_3 \quad (1)$$

*Normalized R*² = 0.95, S.E. = 2116.13.

If consider the accumulative model of pension provision, then we should not forget its huge investment resource. The mechanisms of social protection become catalysts or accumulators of investment activity of economic entities.

Market relations form a completely different psychology of accumulation of savings, which finds its expression in indirect parameters of the growth of the share of pension savings in GDP. This creates special incentives for the development and improvement of the investment market and the stock market as a tool for their formation and growth. As a result, the national pension system becomes not just a component of social economic development, but also its active part, and the financial resources of the pension system and the level of development of pensions are key macroeconomic indicators.

The increase in the GDP of the Republic of Kazakhstan on average from 2012 to 2018. is 45 747 billion KZT, and this indicator shows a strong correlation, which is 96.07%.

In addition, the choice of the national model of pensions and its effective functioning are always conditioned by the fundamental components of the life-support of the society, where the pension is regarded as part of the aggregate income of the population. Therefore, it is important to estimate the average salary per capita for pension provision as a share in the total income of the population, formed as a result of redistribution processes.

As evidenced by the statistics of the RK, the average monthly wage per capita of the country until 2016 increased, then had a small decline in 2017 and again increased in 2018.

The dynamics of the number of registered and active subjects of Small and Medium Enterprises from 2012 to 2015 has maintained a positive trend of growth. Thus, since 2015, the Small and Medium Enterprises sector continues to expand against the backdrop of the recovery of the economy as a whole.

Thus, the analysis allows drawing a number of important conclusions about the nature and results of organizational, economic and legislative transformation of the pension system in the Republic of Kazakhstan.

Undoubted achievement of the adaptation stage of the pension reform was the establishment of both a legislative and organizational and economic link between the amount of pensions and

pension contributions, which contributed to an increase in the financial stability and solvency of the system through the implementation of a funded component and the creation of incentives for the allocation of pension insurance premiums over a longer period life time of the employee.

It can be stated that for all its advantages, the accumulative pension system has a number of characteristics that manifest itself in certain negative social and economic consequences. First of all, it concerns the direct dependence of the accumulative component of the mixed model on the macroeconomic parameters of the country's development, when the manifestations of economic instability, expressed in high inflation rates, falling GDP growth rates, decreasing employment and wages, destabilizing investment growth factors, declaring state guarantees, economic and social risks for its functioning.

In addition, the funded component requires a much longer period of adaptation, covering at least 20 years, during which the insured workers will be able to generate pension savings sufficient to secure their pensions. In other words, mandatory parameters for the successful functioning of the funded component are such parameters as the adequacy of the tariff of insurance premiums directed to the accumulative part of pensions, the low level of financial and other risks of accumulation and investment of pension savings.

Conclusions

Pension assets play a significant role in any country, and in Kazakhstan, they play not only a socio-economic role, but also a political role. The assets of pension funds are of great investment importance for the economic development of the country. They are an important component of domestic investment resources.

For successful reform of the pension system, it is necessary to develop and create a stable economic and regulatory environment in the country, an organizational pooling of the available intellectual potential for working on draft regulatory and legal acts on improving the accumulative pension system, supporting macroeconomic indicators to ensure currency stability, low unemployment and, of course, monitoring of influencing factors, such as the average monthly wage per capita, employment in small and medium enterprises and GDP per capita.

Thus, we can conclude the larger and stronger the funds, the more inflow of funds they will provide to the domestic economy.

REFERENCES

- [1] Zhantayeva A. A. Pension system of Kazakhstan // International Journal of Experimental Education. – M.: SRC «Academy of Natural Sciences», 2012. - № 6. - P. 135-137. (in Russ.).
- [2] Ashimova Zh. R., Abitov Zh. Z., Abitova D. Z. Development of the pension system in the Republic of Kazakhstan // Bulletin of the Kazakh Academy of Transport and Communications n.a. M. Tynyshpaev – Almaty: KazATC, 2017. - № 3 (102). - P. 154-167. (in Russ.).
- [3] Retirement: amount of pension, retirement age and changes in pension legislation. Latest change: 26.06.2018. // Access mode: http://egov.kz/cms/ru/articles/pensionnaya_sistema, free. (in Russ.).
- [4] Law of the Republic of Kazakhstan of June 21, 2013 No. 105-V "On pension provision in the Republic of Kazakhstan" (with amendments and additions dated 01.07.2018). // Access mode: https://online.zakon.kz/document/?doc_id=31408637#pos=381;-69, free. (in Russ.).
- [5] Pension assets indicators in 2012-2018 // Access mode: <https://www.enpf.kz/en/pokaz/pokazateli-po-pensionnym-aktivam/tekushie-pokazateli.php>, free.
- [6] Main socio-economic indicators of the Republic of Kazakhstan. // Access mode: <https://www.stat.gov.kz/ru/>, free. (in Russ.).
- [7] Wages for 2012-1018 for enlarged groups of classes // Access mode: <https://www.stat.gov.kz/ru/>, free. (in Russ.).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Жантаева А. А. Пенсионная система Казахстана // Международный журнал экспериментального образования. – М.: НИЦ «Академия Естествознания», 2012. - № 6. - С. 135-137.
- [2] Ашимова Ж. Р., Абитов Ж. З., Абитова Д. З. Развитие пенсионной системы в Республике Казахстан // Вестник Казахской академии транспорта и коммуникаций им. М. Тынышпаева. – Алматы: КазАТК, 2017. - № 3 (102). - С. 154-167.
- [3] Выход на пенсию: размер пенсии, пенсионный возраст и изменения в пенсионном законодательстве. Последнее изменение: 26.06.2018. // Режим доступа: http://egov.kz/cms/ru/articles/pensionnaya_sistema, свободный.
- [4] Закон Республики Казахстан от 21 июня 2013 года № 105-V «О пенсионном обеспечении в Республике Казахстан» (с изменениями и дополнениями по состоянию на 01.07.2018г.). // Режим доступа: https://online.zakon.kz/document/?doc_id=31408637#pos=381;-69, свободный.
- [5] Показатели пенсионных активов в 2012-2018 гг. // Режим доступа: <https://www.enpf.kz/en/pokaz/pokazateli-po-pensionnym-aktivam/tekushie-pokazateli.php>, свободный. (англ.).
- [6] Основные социально-экономические показатели Республики Казахстан. // Режим доступа: <https://www.stat.gov.kz/ru/>, свободный.
- [7] Заработка плата за 2012-2018 годы по укрупненным группам занятий. // Режим доступа: <https://www.stat.gov.kz/ru/>, свободный.

ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ ЗЕЙНЕТАҚЫ ЖҮЙЕСІН РЕФОРМАЛАУ

Ш. Г. Джумадилова¹, Б. Ж. Атабай²

¹Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті, Алматы қ., Қазақстан

²Алматы энергетика және байланыс университеті, Алматы қ., Қазақстан

Аңдатпа. Бұл мақала Қазақстандағы зейнетакы жүйесін зерттейді. Авторлар жүйенің 1998 жылдан бастап қазіргі күнге дейінгі ретроспективті талдауын жасайды. Мақалада мемлекет құрған және зейнетакы жинақтарын сақтауга арналған үш сатылы қорғаныстың күшті механизмі сипатталған. Олар елдегі зейнетакымен қамсыздандыруды дамытудың негізгі кезеңдеріне сипаттама беріп, зейнетакы реформасының оң және теріс аспектілерін белгілеген. «Қазақстан Республикасында зейнетакымен қамсыздандыру туралы» Қазақстан Республикасының Заңын талдау арқылы кейбір тұжырымдар жасалған. Мақалада зейнетакы қорларының динамикасын талдау нәтижелері көлтіріледі. Содан кейін ол жүйенің негізгі проблемаларын айқындалған және Қазақстанның зейнетакы жүйесін дамыту болашағы қарастырылған. Мақалада қорлар неғұрлым үлкен және күшті болса, соғұрлым отандық экономикаға құйылатын қаражаттардың көп түсетіндігі туралы қорытынды жасалған.

Кілттік сөздер: зейнетакы жүйесі, зейнетакы қоры, зейнетакы жүйесін реформалау, зейнетакы жүйесін дамыту, зейнетакымен қамсыздандыру мәселелері.

РЕФОРМИРОВАНИЕ ПЕНСИОННОЙ СИСТЕМЫ В КАЗАХСТАНЕ

Ш. Г. Джумадилова¹, Б. Ж. Атабай²

¹Международный университет информационных технологий, г.Алматы, Казахстан

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

Аннотация. В статье исследуется пенсионная система в Казахстане. Авторы делают ретроспективный анализ системы, за период, начиная с 1998 года. В статье описывается мощный

механизм трехступенчатой защиты, созданной государством, и которая была посвящена сохранению пенсионных накоплений. Они характеризуют основные этапы развития пенсионного обеспечения в стране, выявляют позитивные и негативные аспекты пенсионной реформы. В результате исследования Закона Республики Казахстан «О пенсионном обеспечении в Республике Казахстан» авторами сделаны некоторые выводы. Далее в статье даны результаты анализа динамики пенсионных фондов. Затем выявлены основные проблемы системы и представлен прогноз относительно перспектив развития пенсионной системы Казахстана. В статье делается вывод о том, что чем крупнее и сильнее фонды, тем больше приток средств, которые можно вливать в отечественную экономику.

Ключевые слова: пенсионная система, пенсионный фонд, пенсионная реформа, развитие пенсионной системы, проблемы пенсионного обеспечения.

ЮБИЛЯР

ИСМАИЛ ЕСМАҒАМБЕТ ЕСМАҒЗАМҰЛЫ

(к 70-летию со дня рождения)



Исмаил Е. Е. родился в 14 августа 1948 года в селе Берлик Северо-Казахстанской области. Окончил факультет Автоматики и вычислительной техники Казахского политехнического института (1971). Кандидат технических наук (1982), доцент (1983), член-корреспондент Международной академии информатизации (1997).

Е. Исмаил является известным ученым и специалистом в области теоретических и методологических проблем информатизации, создания автоматизированных информационных систем, корпоративных сетей, информационной безопасности, моделирования и принятия решений в условиях неопределенности, технического регулирования в сфере космической деятельности.

В 1971 по 1996 г.г., работая в сфере высшего образования, прошел трудовой путь от ассистента до заведующего кафедрой, заместителя декана, заместителя проректора-директора учебно-научного комплекса учебно-научного комплекса и внес значительный вклад в подготовку инженерных и экономических кадров.

С 1996 по 2006 год вице-президент, президент АО «Информатика и вычислительная техника» Министерства науки – Академии наук Республики Казахстан, главный научный сотрудник, заведующий лабораторией в РГП «Центр астрофизических исследований» Министерства образования и науки Республики Казахстан, 2006-2008 годы – директор департамента АО «Национальная компания «Казкосмос», 2008-2010 годы – вице-президент АО «Национальный центр космических исследований и технологий», с 2010 года заместитель директора Института космической техники и технологий. Внес большой вклад в реализацию Республиканской целевой научно-технической программы (РЦНТП) «Информатизация народного хозяйства Республики Казахстан» как один из руководителей головной организации по программе.

Он принимал непосредственное и активное участие в разработке ряда нормативных правовых и научно-методических документов: Закона Республики Казахстан "Об информатизации", Концепции формирования и развития единого информационного пространства Республики Казахстан, Концепции государственной политики в сфере информатизации, Государственной программы формирования и развития единого информационного пространства Республики Казахстан", Государственной программы «Развитие космической деятельности в Республике Казахстан на 2005-2007 годы», проекта государственной программы «Развитие космической деятельности в Республике Казахстан на 2008-2020 годы».

Имеет более 140 научных работ, в том числе 2 учебных пособия, 1 монографию, терминологический словарь, более 10 статей в авторитетных зарубежных и отечественных научных журналах и изданиях.

Плодотворная трудовая деятельность Е. Исмаила отмечена рядом наград: нагрудным знаком Министерства высшего образования СССР «За отличные успехи», нагрудным знаком Министерства образования и науки «За заслуги в развитии науки Республики Казахстан», нагрудным памятным знаком Национального космического агентства Республики Казахстан в честь 50-летия полета Ю. А. Гагарина, Почетными грамотами Минвуза Казахской ССР, Министерства науки – Академии наук Республики Казахстан, Национального космического агентства Республики Казахстан.

Уважаемый Есмагамбет Есмагзамұлы!

Желаем Вам крепкого здоровья, счастья Вам и Вашей семье!

8 727 292 0303
AUES.KZ