

ISSN 1999 – 9801



**АУЭС**

Образован в 1975

Алматы энергетика және  
байланыс университетінің  
**ХАБАРШЫСЫ**



**ВЕСТНИК**

Алматинского университета  
энергетики и связи

**1**

**2018**



# АУЭС

Образован в 1975

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

Издаётся с июня 2008 года

### УЧРЕДИТЕЛЬ

Алматинский университет энергетики и связи (АУЭС)

---

**Главный редактор** - Соколов С. Е., д-р техн. наук

**Зам. главного редактора** - Стояк В. В., канд. техн. наук

**Редакционная коллегия:**

Беляев А. Н., канд. техн. наук (Россия)

Бильдюкевич А. В., академик НАН, д-р хим. наук (Беларусь)

Долгополов А. Г., д-р техн. наук (Россия)

Кузлякина В. В., академик РАЕ, д-р техн. наук (Россия)

Михайлова Н. Б., д-р фил. наук (Германия)

Пирматов Н. Б., д-р техн. наук (Узбекистан)

Раджабов Т. Д., академик Академии наук Узбекистана,

академик Международной академии связи, д-р физ.-мат. наук (Узбекистан)

Сулейменова К. И., д-р экон. наук (Великобритания)

Фикрет Т., д-р филос. наук (Турция)

Фишов А. Г., д-р техн. наук (Россия)

Дворников В. А., канд. физ.-мат. наук (Казахстан)

Зияханов М. У., канд. физ.-мат. наук (Казахстан)

Медеуов У. И., канд. техн. наук (Казахстан)

Табултаев С. С., канд. техн. наук (Казахстан)

Саухимов А. А., доктор PhD (Казахстан)

Тулелуп М. М., канд. фил. наук (Казахстан)

---

С содержанием журнала можно ознакомиться на веб-сайте АУЭС [www.aipet.kz](http://www.aipet.kz).

Подписаться на журнал можно в почтовых отделениях связи по объединённому каталогу Департамента почтовой связи. Подписной индекс – **74108**.

В редакции можно подписаться на журнал и приобрести отдельные номера.

---

**Адрес редакции:** 050013, г. Алматы, Некоммерческое АО «Алматинский университет энергетики и связи», ул. Байтурсынова, 126, офис Б 224.

Тел.: 8(727) 2925048. Факс: 8(727) 2925057. E-mail: [aipet@aipet.kz](mailto:aipet@aipet.kz) (с пометкой «Для редакции журнала»).

---

Ответственный секретарь

Садикова Г. С.

Технические редакторы

Саньярова Н. С. (рус.)

Телгожаева К. С. (каз.)

Нурходжаева Х. А. (англ.)

---

Сдано в набор 27.02.2018 г. Подписано в печать 14.03.2018 г. Формат А4

Бумага офсетная № 80 г/м<sup>2</sup> Печать офсетная. Печ. л. 13,25

Цена свободная. Тираж 350 экз. Зарегистрирован Комитетом информации и архивов Министерства связи и информации РК, регистрационный № 11124-Ж от 02.09.2010 г.

---

Макет выполнен и отпечатан в типографии «ИП Волкова»

Райымбека 212/1, оф.104.

# **В Е С Т Н И К**

---

**АЛМАТИНСКОГО УНИВЕРСИТЕТА  
ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ**

---

**№ 1 (40)**

**2018**

---

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

**Алматы**



## 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

## 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

## 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

- 1302000 - Автоматизация и управление
- 1304000 - Вычислительная техника и программное обеспечение
- 1305000 - Информационные системы
- 1306000 - Радиоэлектроника и связь

## ИНОГОРОДНИМ ПРЕДОСТАВЛЯЕТСЯ ОБЩЕЖИТИЕ

### НАШИ КОНТАКТЫ:

🏠 г. Алматы, ул. А. Байтурсынова, 126  
☎ +7 (727) 292 0303  
✉ aues1975@gmail.com



AUES University



@aues\_university



AUES University



Aues University

#АУЭС  
#AUES  
#AUPET  
#БУДНИАУЭС

№ 1 (40)  
2018

ВЕСТНИК АЛМАТИНСКОГО  
УНИВЕРСИТЕТА ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ

## СОДЕРЖАНИЕ

### ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЯ

- Абдрахманов Е. А.**  
ЭКСПО-2017 – импульс к прорыву в развитии  
возобновляемых источников энергии в Казахстане.....5
- Генбач А. А., Бондарцев Д. Ю.**  
Методика измерений для исследования интегральных  
характеристик в пористых структурах.....12

### ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА И ТЕПЛОТЕХНОЛОГИЯ

- Shishkin A. A., Zeyfman V. M., Shishkin A. A.,  
Dushkina N. N., Nikitin I. V.**  
Calculation of parameters and creation of models  
of a new dust-coil burner .....18
- Темырканова Э. К., Сериков Э. А.**  
Расчет параметров уходящих газов на выходе  
из топочной камеры котла БКЗ-130-100,  
АТЭЦ-1 с использованием ANSYS FLUENT .....28

### АВТОМАТИКА. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

- Khan S. G., Tashibayeva A. E., Bukayeva G.**  
Development of program for estimating coriolis  
flowmeters' measurement uncertainty .....34
- Чернов Б. А., Чернова Н. Б.**  
Математические модели параметров,  
измеряемых ультразвуковым расходомером.....40
- Голубева Т. В., Асылхан А. А., Әмірова Г. М.,  
Жарылқасын Д. П., Әмірова Ж. М.**  
Применение интеллектуальной системы  
оповещения на строительных объектах.....48

№ 1 (40)  
2018

ВЕСТНИК АЛМАТИНСКОГО  
УНИВЕРСИТЕТА ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ

**ИННОВАЦИИ В ВЫСШЕМ ОБРАЗОВАНИИ.  
ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ НАУКИ**

<b>Асанов И. С.</b> Развитие технического мышления у обучаемых военных учебных заведений .....	57
<b>Mazhitova L. H., Salamatina A. M.</b> The concept of professionalization of teaching physics at technical university.....	64
<b>Orynbeikova D. S., Sharakpayeva G. D.</b> Category “Lifestyle” as an instrument of social analysis .....	71
<b>Козлов В. С.</b> Трехязычие в высшем учебном заведении .....	76

**НАШИ ЮБИЛЯРЫ**

<b>Козин Игорь Дмитриевич.....</b>	82
<b>Нургожин Болат Исакович .....</b>	83
<b>Бисекен Ағарыс Балгерейұлы.....</b>	84
<b>Бугубаев Сүлеймен Абдуалиұлы.....</b>	85
<b>Абдрахманов Еркеш Абдрахманұлы .....</b>	86
<b>Копесбаева Акшолпан Ауелбековна.....</b>	87

МРНТИ 44.37.01:44.39.01:44.35.01

Е. А. Абдрахманов<sup>1</sup><sup>1</sup>Алматинский университет энергетики и связи, г. Алматы, Казахстан**ЭКСПО-2017 – ИМПУЛЬС К ПРОРЫВУ В РАЗВИТИИ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В КАЗАХСТАНЕ**

**Аннотация.** В Казахстане с 2012 года с началом подготовки к международной выставке «EXPO-2017» начаты активные действия по развитию ВИЭ на государственном уровне. На 01.01.2017 год в стране действовали 50 предприятий, использующих ВИЭ суммарной мощностью 295,7 МВт. В результате принятых мер в 2016 году достигнуто производство электроэнергии ВИЭ 0,928 млрд кВтч, т. е. 0,98% общего объема производства. Для внедрения в экономику Казахстана с «EXPO-2017» отобраны 105 передовых зарубежных технологий. В целях улучшения инвестиционной привлекательности сектора ВИЭ в 2016 году внесены изменения и дополнения в законодательство Республики Казахстан по дополнительным мерам поддержки сектора ВИЭ. В ближайшие 2-3 года планируется финансирование проектов по ВИЭ общей мощностью порядка 500 МВт.

**Ключевые слова:** возобновляемые источники энергии, солнечная энергетика, ветроэнергетика, EXPO-2017, инновация, технология, проект, инвестиции.

В настоящее время в национальных энергетических комплексах большинства стран мира высокие уровни развития возобновляемых источников энергии (ВИЭ) стали одним из ключевых показателей и приоритетом долгосрочного развития (таблицы 1, 2) [1].

Таблица 1 - Глобальные мощности солнечной и ветроэнергетики и ежегодные вводы

ВИЭ		Годы									
		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Глобальная мощность, ГВт	Солнечная энергетика	8	16	23	40	70	99	137	177	228	303
	Ветроэнергетика	94	121	159	198	238	283	319	370	433	487
Ввод ГВт	Солнечная энергетика	25	6,6	8	17	30	29	38	40	51	75
	Ветроэнергетика	20	27	38	39	41	45	36	52	64	55

За 2005-2015 годы глобальные инвестиции в исследования и разработки в сфере ВИЭ составили почти \$3 000 млрд. Если в 2005 году на эти цели было направлено по всему миру \$99 млрд, то уже в 2015 \$380 млрд (рост почти в 4 раза) [2].

За десятилетие значительно изменилась также структура и география инвестиций в исследования и разработки по разным видам ВИЭ. Если вложения в ветроэнергетику остались почти неизменными (порядка 40%), то вклад в солнечную энергетика вырос с 22% до 56%. Инвестиции в ВИЭ в Европе за последние десять лет снизилась с 46% до 17% от общего мирового объема. В то же время доля Китая выросла с 11% до 36%. Лидерство в этой сфере КНР удерживает с 2013 года, постепенно наращивая отрыв от остальных стран и регионов. В 2015 году китайские инвестиции в исследования и разработки ВИЭ составили \$103 млрд (рост на 17% к уровню 2014 г.). В Европе - \$48,8 млрд (снижение на 21%), в Азии (за исключением Индии и Китая) - \$47,6 млрд (-2%), в США - 44,1 млрд (+19%). Существенный рост за 2015 г. наблюдался в странах Ближнего Востока и Африки - рост на 58% до \$12,5 млрд, а также Индия – рост на 22% до \$10,2 млрд.

Таблица 2 - Мощности солнечной и ветроэнергетики и вводы мощностей по странам

ВИЭ \ Страна		Китай	Япония	США	Индия	Германия	Остальные
Солнечная энергетика	ГВт	34,5	8,6	14,8	4,1	1,5	11,5
	Доля %	46	11,5	20	5,5	-	17
Ветроэнергетика	ГВт	23,4	-	8,2	3,6	5	14,8
	Доля %	42,5	0	14,9	6,5	9,1	27

В Казахстане активные действия по развитию ВИЭ начались с 2012 года, импульсом к которым стал выигрыш права проведения международной выставки EXPO-2017 по теме «Энергия будущего». С этого времени ВИЭ получили целенаправленную государственную поддержку, был принят ряд важных нормативно-правовых актов, направленных на увеличение доли ВИЭ в энергетике страны:

- Указ Президента Республики Казахстан «О концепции перехода Республики Казахстан к «зеленой экономике» от 30 мая 2013 года № 577, согласно которому доля производства электроэнергии за счет возобновляемых источников энергии должна составлять 10% к 2030 году и 50% - к 2050;

- «План действий по развитию альтернативных и возобновляемых источников энергии в Казахстане на 2013-2020 годы»;

- стратегический план развития до 2020 года, согласно которому страна должна увеличить долю ВИЭ в общем объеме производства электроэнергии до 1,5% к 2015 году и более 3% - к 2020;

- ратификация в ноябре 2016 года Парижского соглашения, по которому республика обязуется сократить выбросы парниковых газов на 15% до 2030 года от базового 1990 года;

- «Стратегия «Казахстан-2050», где главой государства поставлена задача по развитию альтернативных и возобновляемых видов энергии, на долю которых к 2050 году должно приходиться не менее половины всего совокупного энергопотребления.

Во исполнение намеченных целей в 2014 году в эксплуатацию были введены более 20 объектов по всему Казахстану. В принятых документах к 2020 году планировалось в Южно-Казахстанской, Жамбылской, Алматинской и Восточно-Казахстанской областях Казахстана построить и ввести в эксплуатацию еще около 106 объектов возобновляемой энергетики общей установленной мощностью 3054,55 МВт. Среди них 34 ветряных (1787 МВт), 41 гидро (539 МВт), 28 солнечных (713,5 МВт), 3 биостанции (15,05 МВт) [3].

В результате реализации запланированных проектов в 2016 году производство электроэнергии ВИЭ достигнуло 0,928 млрд кВтч (116% к плану 2016 года и 131% к 2015 году), что составило в общем объеме производства электроэнергии 0,98%. В 2016 году было реализовано 4 проекта ВИЭ суммарной мощностью 50,39 МВт (2 ГЭС - 19,49 МВт; 2 ВЭС - 30,9 МВт) [4]:

- ГЭС мощностью 2,5 МВт в с. Манкент Сайрамского района Южно- Казахстанской области - ТОО «Аксу-Энерго»;

- ГЭС-2 на реке Лепсы мощностью 16,99 МВт - ТОО «ГЭС Лепсы-2»;

- ВЭС мощностью 4,5 МВт в г. Капшагай Алматинской области - ТОО «Аннар»;

- ВЭС мощностью 53,75 МВт в Кордайском районе Жамбылской области (поэтапный ввод, в 2016 году - 26,4 МВт) - ТОО «Ветро Инвест».

На 01.01.2017 год в стране действовали 50 предприятий, использующих ВИЭ суммарной мощностью 295,7 МВт (ГЭС - 139,8; ВЭС - 98,2; СЭС - 57,3; биогазовая установка - 0,35) (рисунок 1) [5].

## СУММАРНАЯ МОЩНОСТЬ 50 ПРЕДПРИЯТИЙ, ИСПОЛЬЗУЮЩИХ ВИЭ – 295,7 МВт

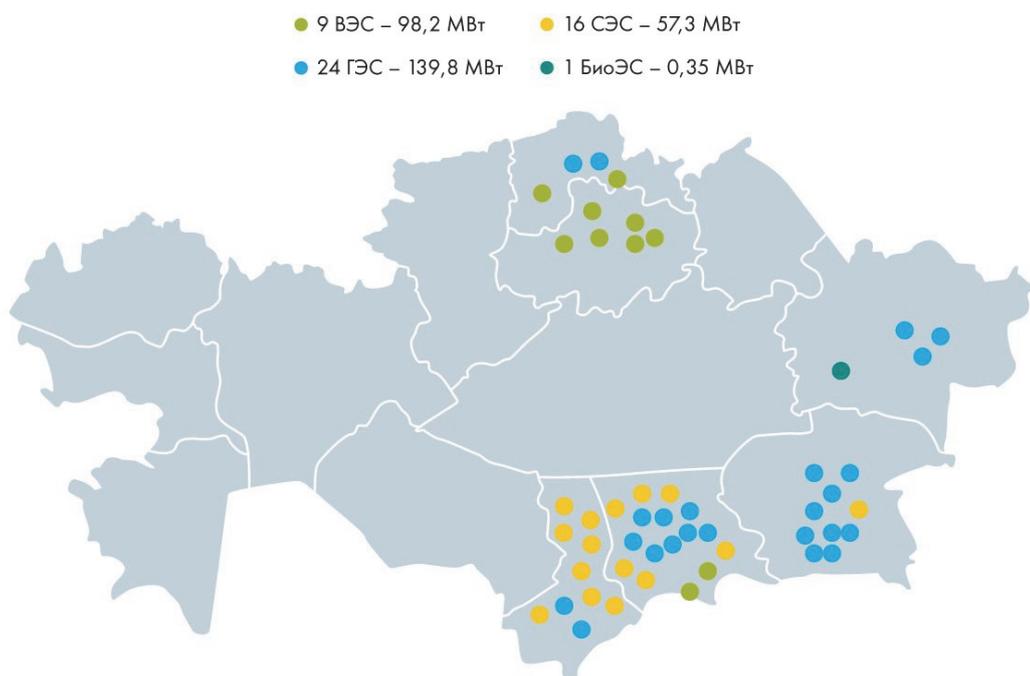


Рисунок 1 - Возобновляемые источники энергии Казахстана (2017 г.)

Среди них СЭС в городе Капшагай мощностью 2 МВт, первый подобный проект промышленного масштаба, запущенный в 2013 году ТОО «Samruk-Green Energy». Выработка электроэнергии по состоянию на 20 июля 2017 года составила 8 814 тыс. кВтч, что обеспечило сокращение выбросов углекислого газа на 4 545 тонн и сохранению 2 909 тонн угля.

Капшагайская солнечная электростанция также стала местом, где впервые на территории стран СНГ была запущена энергоаккумулирующая система (ЭАС) – батарея «EnergyPod», относящаяся к первому поколению российско-казахстанской компании «Primus Power».

Важным инструментом в развитии сектора ВИЭ явилось сотрудничество в области ВИЭ с Международными финансовыми институтами, Европейским банком реконструкции и развития (ЕБРР), осуществляемое в рамках Рамочных соглашений о партнерстве между правительством Республики Казахстан и международными финансовыми организациями. Казахстан стал полноправным членом Международного агентства по возобновляемой энергии IRENA. В настоящее время Казахстан сотрудничает с IRENA в рамках Дорожной карты по развитию мировой возобновляемой энергетики до 2030 года (Remap 2030) и специализированного отчета IRENA, посвященного перспективам развития возобновляемой энергетики в Центральной Азии, в том числе и в Казахстане.

В целях улучшения инвестиционной привлекательности сектора ВИЭ в 2016 году в рамках Закона Республики Казахстан «О внесении изменений и дополнений в некоторые законодательные акты Республики Казахстан по вопросам перехода к «зеленой экономике» от 28 апреля 2016 года внесены изменения и дополнения в Закон Республики Казахстан «О поддержке возобновляемых источников энергии», где были приняты дополнительные меры поддержки сектора ВИЭ:

- создание резервного фонда при РФЦ в целях обеспечения финансовых обязательств РФЦ перед объектами ВИЭ за купленную электроэнергию;

- заключение договора о подключении объектов по использованию ВИЭ между энергопередающей организацией и энергопроизводящей организацией, использующих ВИЭ в целях совершенствования механизма присоединения к сетям Единой электроэнергетической системы РК;

- ежегодный пересмотр уровней ранее утвержденных фиксированных тарифов.

В целях реализации Закона в 2016 году разработаны и утверждены 6 приказов министра энергетики РК:

1) приказ министра энергетики РК от 7 ноября 2016 года № 478 «Об утверждении целевых показателей развития сектора возобновляемых источников энергии»;

2) приказ министра энергетики РК от 9 ноября 2016 года № 482 «Об утверждении Правил формирования перечня энергопроизводящих организаций, использующих возобновляемые источники энергии»;

3) приказ министра энергетики Республики Казахстан от 8 июля 2016 года № 309 «Об утверждении Правил купли-продажи электроэнергии от нетто-потребителей»;

4) приказ и. о. министра энергетики Республики Казахстан от 27 июля 2016 года № 345 «Об утверждении Правил формирования плана размещения объектов по использованию возобновляемых источников энергии»;

5) приказ и. о. министра энергетики Республики Казахстан от 29 июля 2016 года № 361 «Об утверждении Правил формирования и использования резервного фонда»;

6) приказ и. о. министра энергетики Республики Казахстан от 27 июля 2016 года № 343 «Об утверждении типового договора о подключении объектов по использованию возобновляемых источников энергии, а также правил его заключения».

Наряду с этим, Министерством начато обсуждение с общественностью о возможности внедрения механизма аукционов при дальнейшем развитии ВИЭ. Данный механизм позволит выбрать и реализовать наиболее эффективные проекты ВИЭ с лучшими технологиями, а также будет способствовать снижению нагрузки от ВИЭ на экономику страны.

Важную роль в дальнейшем развитии ВИЭ в Казахстане сыграла проведенная международная выставка ЭКСПО-2017 «Энергия будущего». Одна из основных целей выставки - распространение и реализация экспонировавшихся на ЭКСПО мировых достижений в производстве и социальной сфере. Работа по этому вопросу проводилась с самого начала выставки и продолжается ныне в общегосударственном масштабе.

Министерством энергетики РК для внедрения в экономику Казахстана были отобраны 105 передовых зарубежных технологий таких стран, как Австрия, Германия, Нидерланды, Россия, Финляндия и др., представленных на «ЕХРО-2017» [6].

В Павлодарской области предложено внедрить три проекта, представленных на «ЕХРО-2017»: германскую и турецкую ветроэнергетические установки, а также польские котельные, работающие на основе биотоплива (отходов сельхозпроизводства).

Представляет интерес для фермерских хозяйств индийский проект автономных светильников на солнечных батареях, характеризующийся простотой исполнения и относительно низкой ценой 25 долларов за кВтч. Британская технология тротуарных плит, которая преобразует в электричество кинетическую энергию пешеходов, рассматривается коммунальными службами малых городов Павлодарской области.

В Южном Казахстане Германский институт солнечных систем профинансирует казахстанский проект по производству установок, преобразующих энергию солнца в электроэнергию, которые могут обеспечить «зеленой» энергией отдаленные сёла и фермерские хозяйства. Несколько проектов по повышению эффективности биогаза и улавливанию попутных газов в горно-металлургической и нефтяной промышленности намерены внедрить на базе Южно-Казахстанского государственного университета.

Проявлен интерес компанией «Казцинк» к польской генераторной установке «HorusEnergies», которая в течение 7 дней может быть источником электроснабжения в любом месте; к интеллектуальным системам теплоснабжения, позволяющие уменьшить

потери тепла и воды; к установке светодиодных уличных фонарей «Q-Ray», которые способны снизить потребление электроэнергии на 50% и одновременно повысить освещенность на 30%.

В Карагандинской области намерены реализовывать более 30 проектов, представленных на выставке. Проект нового энергетически автономного квартала на 120 тыс. жителей Smart city, разработанный для города Актау одной из крупнейших инжиниринговых компаний Италии и представленный на «EXPO 2017», получил одобрение со стороны правительства РК и инвесторов.

В ближайшие 2-3 года планируется финансирование проектов по ВИЭ общей мощностью порядка 500 МВт. С Европейским банком реконструкции и развития подписано рамочное соглашение о выделении за счет средств Глобального климатического фонда 200 млн долларов на строительство солнечных ветровых станций в Казахстане. За счет этого предполагается дополнительное привлечение 480 млн долларов из других финансовых институтов [7].

Компании «United Green» и ТОО «Baikonur Solar» подписали Мандатное письмо с Европейским банком реконструкции и развития по строительству солнечной электростанции в Кызылординской области мощностью 50 МВт. Кроме этого, подписано соглашение о финансировании проекта «Строительство ветровой электростанции «Астана ЭКСПО-2017» мощностью 100 МВт в Акмолинской области между ТОО «ЦАТЭК Green Energy», Банком развития Казахстана и АО «БРК-Лизинг».

Подписано соглашение о сотрудничестве и поддержке проекта по расширению солнечной электростанции «Burnoye Solar» между Министерством энергетики РК, Европейским банком реконструкции и развития и компанией «United Green».

Если удастся хотя бы частично реализовать в производственном, энергетическом и других секторах экономики запланированные мероприятия, Казахстан сможет совершить серьезный технологический рывок в освоении ВИЭ.

На Всемирном конгрессе инженеров и ученых «Энергия будущего: инновационные сценарии и методы их реализации», состоявшемся в рамках «EXPO-2017», ряд участников, в том числе и казахстанские ученые, подчеркивая важность поддержки дальнейшего развития альтернативной и возобновляемой энергетики, отметили нецелесообразность преждевременного и экономически не обоснованного противопоставления ВИЭ традиционной энергетике, которая еще долгое время сохранит ведущее место в энергетическом балансе [8].

Однако формирование устойчивого комплекса ВИЭ в Казахстане требует вливания значительных финансовых и внедрения технологических средств при непосредственном участии государства и инвесторов, без которых развитие возобновляемой энергетики затруднительно. Но проявляющаяся пассивность отечественного спроса к инновациям, по сравнению с развитыми странами, замедляет развитие инновационного процесса в Казахстане.

В то же время направляемая государством массивная реализация инноваций «EXPO-2017» в энергетику республики позволяет надеяться, что удастся активизировать интерес и способствовать росту спроса отечественного бизнеса к внедрению новшеств выставки и придать импульс инновационному развитию энергетики Казахстана.

Развитие ВИЭ для Казахстана является не вопросом выбора, а одним из важных необходимых условий для вхождения в рейтинг конкурентоспособных стран мира [9].

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] REN21. 2017. Renewables 2017 Global Status Report // Режим доступа: [http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2017/06/17-8399\\_GSR\\_2017\\_Full\\_Report\\_0621\\_Opt.pdf](http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2017/06/17-8399_GSR_2017_Full_Report_0621_Opt.pdf), свободный.
- [2] Насколько Казахстан отстал в развитии возобновляемых источников энергии // Режим доступа: <https://www.nur.kz/1133182-naskolko-kazakhstan-otstal-v-razviti.html>, свободный.
- [3] Сыдыкова А. Проблемы развития ВИЭ в Казахстане // Режим доступа: [www.kzenergy.kz/2017/11/13/problemy-razvitiya-vie-v-kazahstane/](http://www.kzenergy.kz/2017/11/13/problemy-razvitiya-vie-v-kazahstane/), свободный.
- [4] Время возобновляемых источников энергии впереди // Режим доступа: [www.csi.kz/news/vremya-vozobnovlyaemyix-istochnikov-energii-vpered.html](http://www.csi.kz/news/vremya-vozobnovlyaemyix-istochnikov-energii-vpered.html), свободный.
- [5] Молдабеков Д. Как Казахстан пытается увеличить долю ВИЭ в энергетике // Режим доступа: <https://vlast.kz/jekonomika/24037-kak-kazakhstan-pytaetsa-uvelicit-dolu-vie-v-energetike.html>, свободный.
- [6] Как ЭКСПО-2017 повлияет на энергетические и нефтяные сектора экономики Казахстана // Режим доступа: <https://www.caravan.kz/news/kak-ehkspo2017-povliyaet-na-ehnergeticheskie-i-neftyanye-sektora-ehkonomiki-kazahstana-404010/>, свободный.
- [7] Жумагулов Б. Т. Интеллектуальный базис прорыва в будущее // Казахстанская правда от 31 октября 2017 года // Режим доступа: [www.kazpravda.kz/fresh/view/intellektualnii-bazis-proriva-v-budushchee/](http://www.kazpravda.kz/fresh/view/intellektualnii-bazis-proriva-v-budushchee/), свободный.
- [8] Минэнерго РК: Использование ВИЭ - важное направление в развитии энергетики Казахстана // Режим доступа: <https://primeminister.kz/ru/news/ekonomika/minenergo-rk-ispolzovanie-vie-vazhnoe-napravlenie-v-razviti-energetiki-kazahstana>, свободный.
- [9] Ишекенова Б. На неэффективном использовании энергии Казахстан теряет до \$8 млрд // Режим доступа: <https://ism.kz/do-8-mlrd-dohodit-neeffectivnoe-ispol-zovanie-energetiki-v-kazahstane-issledovanie>, свободный.

## REFERENCES

- [1] REN21. 2017. Renewables 2017 Global Status Report // Access mode: [http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2017/06/17-8399\\_GSR\\_2017\\_Full\\_Report\\_0621\\_Opt.pdf](http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2017/06/17-8399_GSR_2017_Full_Report_0621_Opt.pdf), free. (in russ.).
- [2] As far as Kazakhstan has lagged behind in the development of renewable energy sources // Access mode: <https://www.nur.kz/1133182-naskolko-kazakhstan-otstal-v-razviti.html>, free. (in russ.).
- [3] Sydykova A. Problems of renewable energy development in Kazakhstan // Access mode: [www.kzenergy.kz/2017/11/13/problemy-razvitiya-vie-v-kazahstane/](http://www.kzenergy.kz/2017/11/13/problemy-razvitiya-vie-v-kazahstane/), free. (in russ.).
- [4] The time of renewable energy sources in front // Access mode: [www.csi.kz/news/vremya-vozobnovlyaemyix-istochnikov-energii-vpered.html](http://www.csi.kz/news/vremya-vozobnovlyaemyix-istochnikov-energii-vpered.html), free. (in russ.).
- [5] ] Moldabekov D. How does Kazakhstan try to increase the share of renewable energy in the energy sector // Access mode: <https://vlast.kz/jekonomika/24037-kak-kazakhstan-pytaetsa-uvelicit-dolu-vie-v-energetike.html>, free. (in russ.).
- [6] How EXPO-2017 will affect the energy and oil sectors of Kazakhstan's economy // Access mode: <https://www.caravan.kz/news/kak-ehkspo2017-povliyaet-na-ehnergeticheskie-i-neftyanye-sektora-ehkonomiki-kazahstana-404010/>, free. (in russ.).
- [7] Zhumagulov B. T. Intellectual basis for a breakthrough into the future // Kazakhstanskaya Pravda of October 31, 2017 // Access mode: [www.kazpravda.kz/fresh/view/intellektualnii-bazis-proriva-v-budushchee/](http://www.kazpravda.kz/fresh/view/intellektualnii-bazis-proriva-v-budushchee/), free. (in russ.).
- [8] The Ministry of Energy of the Republic of Kazakhstan: Use of renewable energy is an important area in the development of Kazakhstan's energy sector // Access mode:

<https://primeminister.kz/ru/news/ekonomika/minenergo-rk-ispolzovanie-vie-vazhnoe-napravlenie-v-razviii-energetiki-kazahstana>, free. (in russ.).

[9] Ishekenova B. On the inefficient use of energy, Kazakhstan loses up to \$ 8 billion // Access mode: <https://lsm.kz/do-8-mlrd-dohodit-neeffectivnoe-ispol-zovanie-energetiki-v-kazahstane-issledovanie>, free. (in russ.).

## ЭКСПО-2017 – ҚАЗАҚСТАНДА ЖАҢҒЫРТЫЛАТЫН ЭНЕРГИЯ КӨЗДЕРІН ҚОЛДАНУДЫ ҚҰРТ ДАМУЫҒА ИМПУЛЬС

Е. А. Абдрахманов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Алматы энергетика және байланыс университеті, Алматы қ., Қазақстан

**Аңдатпа.** Қазақстанда 2012 жылдан «EXPO-2017» халықаралық көрмесіне дайындық жүргізілуден бастап жаңғыртылатын энергия көздерін (ЖЭК) дамытуда мемлекет деңгейінде белсенді әрекеттер аяқ алды. Бұл бағытта бірқатар нормативтік-құқықтық актілер және бағдарламалық құжаттар қабылданды. Іс-шаралар барысында 01.01.2017 ж. елімізде жалпы қуаты 295,7 МВт ЖЭК қолданатын 50 кәсіпорындар жұмыс істеді. Нәтижесінде 2016 ж. ЖЭК өндірген электр энергия 0,928 млрд. кВт сағ жетті, бұл жалпы өндірілген электр энергиясының 0,98 % құрады. Қазақстан экономикасына ендіру үшін өткізілген «EXPO-2017» көрмесінен 105 алдыңғы қатарлы шетелдік технология іріктеп алынды. Оларға әртүрлі өндіріс саласынан қызығушылық танытылып, енгізілу қарастырылып жатыр. 2016 ж. ЖЭК секторын қосымша қолдау ретінде Қазақстан Республикасы заңнамасына өзгертулер мен толықтырулар енгізілді. Алдағы 2-3 жылда қуаты 500 МВт ЖЭК жобаларын қаржыландыру жоспарланып отыр.

**Кілттік сөздер:** жаңғыртылатын энергия көздері, күн энергетикасы, жел энергетикасы, EXPO-2017, инновация, технология, жоба, инвестиция.

## EXPO-2017 - IMPULSE FOR BREAKTHROUGH IN THE DEVELOPMENT OF RENEWABLE SOURCES OF ENERGY IN KAZAKHSTAN

E. A. Abdrakhmanov<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Almaty University of Power Engineering and Telecommunications, Almaty, Kazakhstan

**Abstract.** In Kazakhstan, since 2012, with the start of preparations for the international exhibition "EXPO-2017", active measures were taken to develop of renewable sources of energy (RESE) at the state level. A number of normative legal acts and program documents were adopted in this direction. In the course of implementing measures as at January 1, 2017, in the country operated 50 enterprises using renewable energy sources with a total capacity of 295,7 MW. As a result of measures taken in 2016, the generation of renewable energy amounted to 0,928 billion kWh, i.e. 0.98% of the total production. 105 advanced foreign technologies were selected for introduction into the economy of Kazakhstan from EXPO-2017. In order to improve the investment attractiveness of the RESE sector in 2016, amendments and additions were made to the legislation of the Republic of Kazakhstan on additional measures to support the RESE sector. In the next 2-3 years, it is planned to finance renewable energy projects with a total capacity of about 500 MW.

**Key words:** renewable energy sources, solar power engineering, wind power engineering, EXPO-2017, innovation, technology, project, investments.

МРНТИ 44.31.31.

**А. А. Генбач<sup>1</sup>, Д. Ю. Бондарцев<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Алматинский университет энергетики и связи, г. Алматы, Казахстан

## **МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЙ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ИНТЕГРАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК В ПОРИСТЫХ СТРУКТУРАХ**

**Аннотация.** В пористых системах охлаждения элементов теплоэнергоустановок протекают процессы кипения жидкости, и при высоких тепловых нагрузках возможно наступление кризисной ситуации с перегревом теплообменной стенки. В работе исследован кризис теплообмена при кипении воды в сетчатых пористых структурах. Изучение относится к тепловым энергетическим установкам электростанций. Эксперименты проводились на электрическом стенде и на горелке ракетного типа, в которой охлаждались камеры сгорания и сверхзвуковые сопла различными капиллярно-пористыми структурами. Исследованы экспериментальные установки для определения интегральных теплообменных характеристик капиллярно-пористой системы охлаждения в зависимости от схемы подвода охладителя, степени прижатия структуры, высоты теплообменной поверхности, конструкции трубчатой артерии и микроартерий подачи охлаждающей жидкости, способов ориентации поверхности нагрева и давления в системе. Приведены перегревшиеся нагреватели и фитили в момент наступления кризиса теплопередачи. Исследования проводились вплоть до пережога стенки и капиллярно-пористых структур.

**Ключевые слова:** экспериментальные установки, кризис теплопередачи, пористая структура, тепловые электрические станции.

**Введение.** Успехи в применении капиллярно-пористых материалов в технике привлекали многих исследователей и изобретателей создавать на их основе различные устройства. Внедрение оборудования и технологических процессов в энергетике должно производиться, прежде всего, с эколого-экономических позиций. Предлагаемые разработки капиллярно-пористых систем будут способствовать проведению процессов, существенно улучшая и сохраняя природную среду.

Капиллярно-пористые системы позволяют достигнуть экономии топлива, сырья, воздуха, воды, тепла, повысить надежность охлаждения и взрывопожаробезопасность работы оборудования, уменьшить низкотемпературную коррозию поверхностей, сократить загрязнение биосферы ядовитыми газами, пылью, теплом, ускорить решение проблем продовольственной программы, получить большой экономический и социальный эффекты в области экологии и охраны труда.

Основными преимуществами капиллярно-пористых систем являются высокая интенсивность, большая теплопередающая способность, надежность, компактность, простота в изготовлении и эксплуатации, они улучшают режимные и технологические показатели и имеют невысокие капитальные и эксплуатационные расходы.

Исследования проводятся в капиллярно-пористой системе охлаждения, которая может работать по принципу замкнутой испарительно-конденсационной схеме либо быть разомкнутой. Изучаются различные условия теплообмена: способ подвода охладителя, степень прижатия капиллярно-пористой структуры, способность подпитки структуры из микроартерий по высоте теплообменной поверхности, ориентация степени относительно гравитационных сил, плоские, трубчатые и искривленные поверхности охлаждения, работа системы под давлением вплоть до кризисных явлений с пережогом стенки.

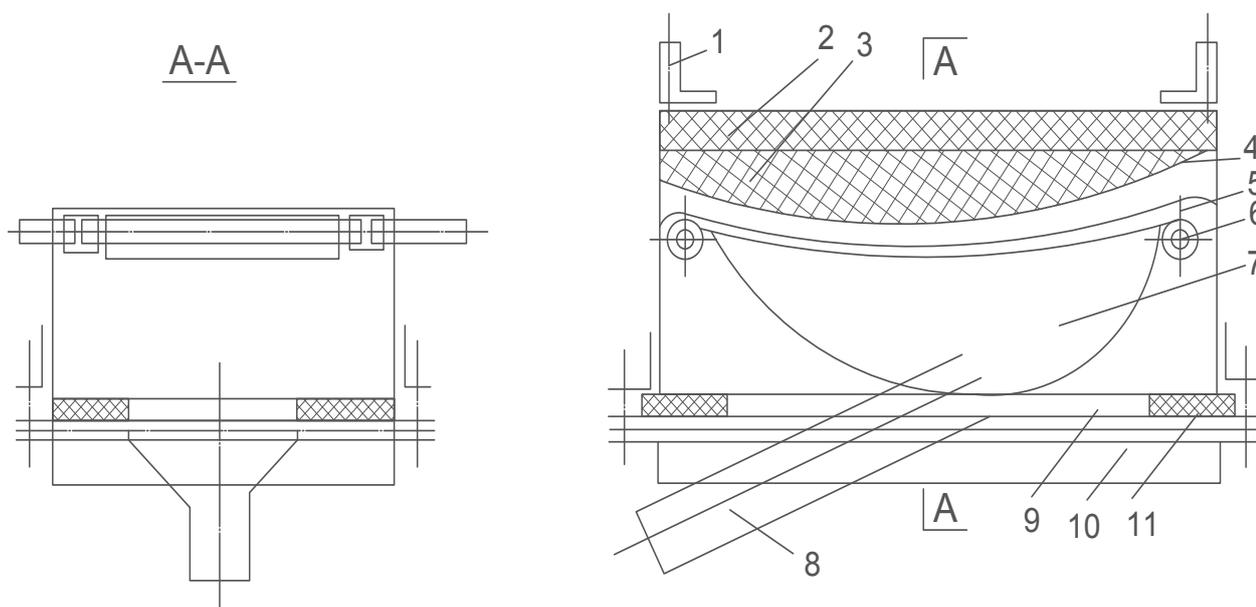
## 1 Экспериментальное исследование интегральных характеристик

Приведем ряд экспериментальных установок, которые позволяют исследовать интегральные характеристики теплопередачи: удельные тепловые потоки  $q$ , расходы жидкости и пара  $m_{ж}$ ,  $m_{п}$ , распределение температурного поля по высоте и длине теплообменной поверхности.

Изучение теплообмена носит практический характер, предназначено для создания различных тепловых энергоустановок: пористых кожухов для трубопроводов, пароохладителей паровых котлов, пористых покрытий из плохотеплопроводного материала [1], уплотнений в паровых турбинах и ряда других энергоустановок [2-3].

В работах [4] показана схема функционирования пористой системы охлаждения, методика измерения температуры поверхности нагрева  $t_{ст}$ . Измерение расходов жидкости  $m_{ж}^б$ ,  $m_1$ ,  $m_2$ ,  $m_{сл}$ ,  $m_к$ ,  $m_{ц.в.}$ ,  $m_{воз}$  и пара  $m_{п}$ . Принятые индексы: б - бак, сл. - слив, к - конденсат, ц.в. - циркуляционная вода, воз. - воздух. Контролирование температуры жидкости  $t_{ж}^б$ ,  $t_{ж}^{сл}$ ,  $t_{ж}^{вых}$ ,  $t_{ж}^{вх}$ , пара  $t_{п}$ , электрической изоляции  $t_{эл}^и = t_{диф}$ . Также кроме этого, представлен охлаждающий элемент с капиллярно-пористой структурой. Он позволяет изучить схемы подвода жидкости из трубчатых артерий, влияние высоты теплообменной поверхности  $h$ , степень прижатия структуры с помощью перфорированной пластины и интенсивность раздачи охладителя микроартериями [5].

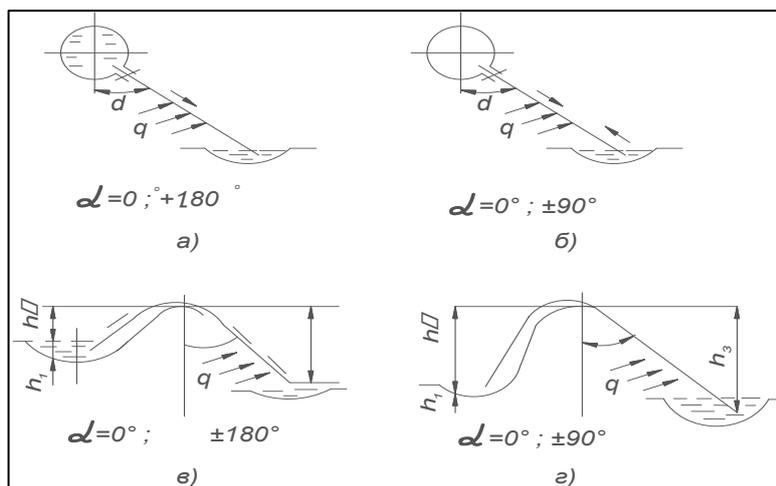
На рисунке 1 изображена экспериментальная установка с искривленной поверхностью, работающая под высоким давлением.



1 – электрод, 2 – асбестовая плита, 3 – асбестовая пушонка, 4 – нихром, 5 – сетчатая структура, 6 – труба подвода жидкости, 7 – паровой канал, 8 – патрубок отвода пара, 9 – корпус, 10 – крышка, 11 - прокладка.

Рисунок 1 - Схема экспериментальной установки с искривленной поверхностью, работающая под высоким давлением

На рисунке 2 показаны схемы для исследования влияния ориентации теплоотдающей поверхности.



а, б – подвод жидкости осуществляется артерией,  
в, г – «сифонный» подвод жидкости:  $\alpha$  – угол между поверхностью охлаждения и силой гравитации.

Рисунок 2 - Схемы для исследования ориентации теплоотдающей поверхности

Исследования теплообмена проводились до возникновения кризиса кипения с пережогом поверхности и капиллярно-пористой структуры.

## 2 Методика измерений интегральных характеристик

Подвод электрической энергии к основному нагревателю осуществляется от сварочного трансформатора типа ТСД-1000, выходное напряжение которого составляет следующие фиксированные значения: 2,5; 5; 7,5 и 10. Электрический ток, питающий нагреватель, измеряется по схеме с универсальным трансформатором типа УТТ-6М2 кл.0,2. Вторичный ток составляет до 5 А, первичный – 100...2000 А. Падение напряжения на нагревателе измеряется вольтметром типа Д523 кл. 0,5. Наибольшая возможность погрешности при измерении тока -  $\pm 0,6\%$ , падение напряжения -  $\pm 1\%$ , мощности -  $\pm 1,6\%$ . Электрическая энергия на охранный нагреватель подается от регулятора напряжения типа РНО.

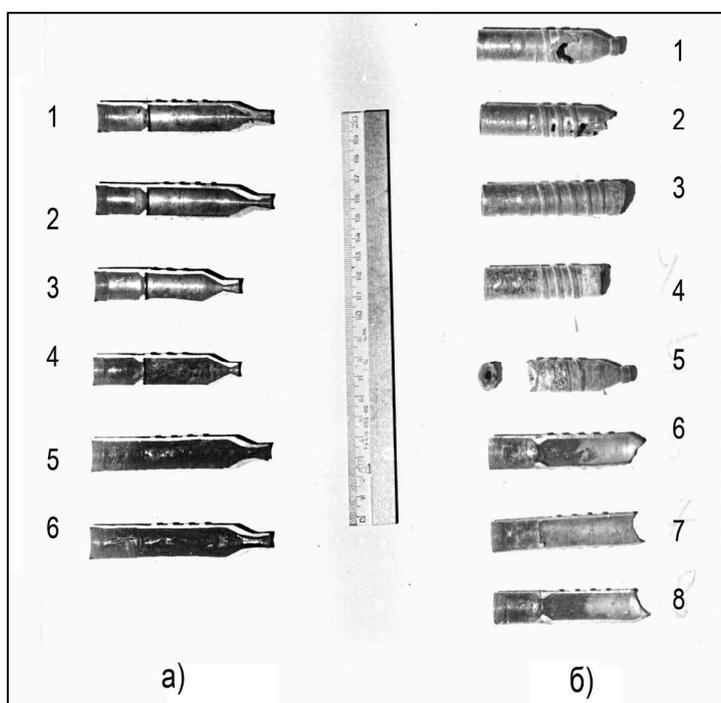
При изучении начала закипания жидкости и критических нагрузок используется трансформатор тока типа ТСД-1000, с выходным напряжением холостого хода 71 В. Сила тока регулируется в пределах 200...1200 А. Измерения температур жидкости и окружающей среды производятся ртутными термометрами ТЛ-4 со шкалой  $0...50^{\circ}\text{C}$  и  $50...100^{\circ}\text{C}$  и ценой давления  $0,1^{\circ}\text{C}$ . Температуры жидкости слива и пара измеряются хромель-копелевыми термопарами, изготовленными из проволоки диаметром  $0,4 \times 10^{-3}$  м. Диаметр головки спая термопар составляет  $0,4 \times 10^{-3}$  м. Электроды термопар изолируются двухканальными сололками диаметром  $1 \times 10^{-3}$  м, которые крепятся клеем БФ-2 внутри инъекционных игл, имеющих диаметр  $1,2 \times 10^{-3}$  м.

Для измерения температуры стенки электроды термопар диаметром  $0,2 \times 10^{-3}$  м привариваются к ней электрической дугой, образующейся во время разрядки конденсаторов. Для этого нормально к поверхности стенки толщиной  $2 \times 10^{-3}$  м производится сверление на глубину  $1,9 \times 10^{-3}$  м диаметром  $1,2 \times 10^{-3}$  м с точностью  $\pm 0,05 \times 10^{-3}$  м. Электроды термопар изолируются фарфоровой сололкой диаметром  $1,2 \times 10^{-3}$  м и выводятся по поверхности стенки между двумя слоями слюды с толщиной  $0,05 \times 10^{-3}$  м, приклеенной к поверхности нагревателя. Холодные концы термопар термостатируются в тающем льде.

Электроды термопар соединяются с двумя двенадцатиточечными переключателями ПП-63 кл. 0,05. Для исключения влияния наведенных блуждающих токов на показания термопар установка и приборы заземляются. Расходы охлаждающей и циркуляционной жидкости определяются электрическими ротаметрами типа РЭД с вторичным электронным прибором типа КСДЗ 43 кл.1, тарированным объемным методом. Расходы сливающейся жидкости и конденсата фиксируются с помощью мерной емкости со шкалой давления  $0,5 \times 10^{-3}$  л, а время наполнения – секундомером типа С-П-16 с ценой деления 0,1 секунда. Наибольшая возможная погрешность при определении расхода жидкости ротаметрами не превышает  $\pm 3\%$ , а объемным методом -  $\pm 2\%$ . Условный коэффициент проницаемости исследован в [2]. Разброс значений величины  $K_y$  при обобщении опытных данных не превышает  $\pm 16\%$ .

Невязка баланса по подведенному током теплу и теплу, отведенному циркуляционной и избыточной воды с учетом  $Q_{из}$ , не превышает  $\pm 12\%$ , а по подведенному паром теплу в конденсаторе и теплу, отведенному циркуляционной водой, -  $\pm 11\%$ . Расхождение материального баланса между расходом охлаждающей жидкости, расходом слива и конденсата оставляет не больше  $\pm 10\%$ .

### 3 Результаты кризиса теплопередачи в капиллярно-пористой системе охлаждения



а) сопла выполнены без утолщения стенки: 1, 2, 3, 4 – до эксплуатации; 5, 6 – после 40 часов эксплуатации (разрушены дефлекторные кольца и увеличены сечения сопел); 1,2,5,6 –  $\alpha=0,8$ ; 3,4 –  $\alpha=0,6$ ;

4 – камеры сгорания с укороченным соплом (обеспечивала проведение детонационного режима горения).

Система охлаждения – водяная ( $q_{кр.сеч.} = 1 \times 10^6$  Вт/м<sup>2</sup>;  $\bar{W} = 10$  м/с)

б) сопла выполнены с утолщением стенки: 1-8 –  $\alpha = 0,6 \dots 0,65$ ; разрушение произошло в результате прорыва газов в водяную систему охлаждения при разгерметизации уплотнений; 5 – камера сгорания с оплавленным заверителем. Система охлаждения – капиллярно-пористая ( $q_{кр.сеч.} = 1 \times 10^6$  Вт/м<sup>2</sup>).

Рисунок 3 - Разрушенные камеры сгорания и сверхзвуковые сопла горелки

### Выводы

Таким образом, разработаны и исследованы экспериментальные установки интегральных (средних) теплообменных характеристик капиллярно-пористой системы охлаждения. Приведена схема функционирования и методика измерений, разработано устройство охлаждающего элемента с трубчатыми артериями, перфорированной прижимной пластиной и микроартериями. Исследованы различные факторы: высота теплообменной поверхности, давление в системе охлаждения вплоть до пережога стенки и фитилей.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Поляев В. М., Генбач А. Н., Генбач А. А. Методы мониторинга энергетических процессов // Международная термодинамика. Экспериментальная теплопередача и механизм разрушения. - Нью-Йорк, 1995. - № 10. - С. 273-286.
- [2] Поляев В. М., Генбач А. А. Передача тепла в пористых структурах при наличии как капиллярных, так и гравитационных сил // Теплоэнергетика. Том 40. – М.: ООО МАИК «Наука/Интерпериодика», 1993. - № 7. - С. 551-554.
- [3] Поляев В. М., Генбач А. Н., Генбач А. А. Предельные состояния поверхности при термическом воздействии // ТВТ. Том 29. – М.: ООО МАИК «Наука/Интерпериодика», 1991. - № 5. – С. 923-934.
- [4] Генбач А. А., Бондарцев Д. Ю., Илиев И. К. Оборудование для изучения условий теплообмена в капиллярно-пористых структурах энергетического оборудования // VI междунар. конф. по тепловому оборудованию, возобновляемым источникам энергии и развитию сельских районов TE-RE-RD 2017. – Бухарест: Политехнический университет, 2017. - С. 37-42.
- [5] Генбач А. А., Бондарцев Д. Ю. Установки для исследования различных условий теплообмена в капиллярно-пористых структурах энергооборудования // Вестник КазННТУ. – Алматы: КазННТУ, 2017. - № 1 (119). – С. 183-189.

## REFERENCES

- [1] Polyayev V. M., Genbach A. N., Genbach A. A. Methods of monitoring Energy Processes // Experimental thermal and fluid science, International of thermodynamics. Experimental Heat transfer, and Fluid Mechanics. - New York. - 1995. - № 10. - P. 273-286. (in russ.).
- [2] Polyayev V. M., Genbach A. A., Heat Transfer in a Porous System in the Presence of Both Capillary and Gravity Forces // Thermal Engineering. V. 40. - Moscow. - 1993. - № 7. - P. 551-554. (in russ.).
- [3] Polyayev V. M., Genbach A. N., Genbach A. A. A Limit Condition of a Surface at Thermal Influence // Teplofizika Vysokikh Temperatur. V. 29. - Moscow. – 1991. - № 5. - P. 923-934. (in russ.).
- [4] Genbach A. A., Bondartsev D. Yu., Iliev I. K. Equipment for study of various heat exchange conditions in capillary-porous structures of power equipment. 6-th International Conference on Thermal Equipment, Renewable Energy and Rural Development TE-RE-RD 2017. - P. 37-42. (in russ.).
- [5] Genbach A. A., Bondartsev D. Yu. Installations for the study of various heat exchange conditions in capillary-porous structures of power equipment. // Bulletin of KazNITU, - 2017. - № 1 (119). - P. 183-189. (in russ.).

## МАЙЛЫ ҚҰРЫЛЫМДАРДАҒЫ ИНТЕГРАЛДЫҚ СИПАТТАМАЛАРЫН ӨЛШЕУ ӘДІСТЕМЕСІ

А. А. Генбач<sup>1</sup>, Д. Ю. Бондарцев<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Алматы энергетика және байланыс университеті, Алматы қ., Қазақстан

**Аңдатпа.** Жылу электр станцияларының элементтерінің кеуекті салқындату жүйесінде сұйық қайнау үдерістері орын алады және жоғары жылу жағдайларында жылу қабырғасының қызып кетуімен дағдарыс жағдайы болуы мүмкін. Жұмыста кеуекті құрылымдардағы суды қайнату барысында жылу алмасу дағдарысы зерттелді. Зерттеу электр станцияларының жылу электр станцияларына жатады. Эксперименттер электрлік стендте және жану камералары мен

дыбыстан шашатын түрлі капиллярлы кеуекті құрылымдармен салқындатылған зымыран тозаңдатқыштарында жүргізілді. Интегралдық схемалар, салқындату жүйесінің сипаттамаларын айқындау үшін жылу алмасу беті биіктігінің суытқышты жылу алмастырғышқа қарай кеуекті капилляры әзірленді және оларды эксперименттік орнату, конструкциялар микроартерий бағдар беру және салқындатқыш сұйықтың, тәсілдерін және құбырлы артериясының жетегі зерттелді. Жылу берудің дағдарысы басталған кездегі күйіп кеткен қыздырғыштар мен білтелер мысал ретінде келтірілген. Зерттеулер капилляр-кеуекті құрылымдар мен стенкалар жанып кеткенше жүргізілді.

**Кілттік сөздер:** эксперименттік қондырғылар, жылу берудің дағдарысы, кеуекті құрылым, жылу электр станциялары.

## THE METHOD OF MEASUREMENTS FOR INVESTIGATION OF INTEGRAL CHARACTERISTICS IN POROUS STRUCTURES

A. A. Genbach<sup>1</sup>, D. Yu. Bondartsev<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Almaty University of Power Engineering and Telecommunications, Almaty, Kazakhstan

**Abstract.** In the porous cooling systems of the elements of thermal power plants, fluid boiling processes occur and, under high thermal conditions, a crisis situation may occur with an overheating of the heat exchange wall. The paper investigates the crisis of heat exchange during the boiling of water in mesh porous structures. The study relates to thermal power plants of power plants. The experiments were carried out on an electric bench and on a rocket type burner, in which combustion chambers and supersonic nozzles were cooled by various capillary-porous structures. Experimental installations for definition of integral heat exchange characteristics of the capillary and porous cooling system depending on the scheme of a supply of the cooler, extent of pressing of structure, height of a heat exchange surface, a design of a tubular artery and micro arteries of supply of cooling liquid, ways of orientation of a surface of heating and pressure in system are developed and investigated. The overheated heaters and matches at the time of offensive of crisis of a heat transfer are given. Studies were carried out until the wall were burnt and the capillary-porous structures.

**Key words:** experimental installations, crisis of a heat transfer, porous structure, thermal power plants.

IRSTI: 0113HR01096

A. A. Shishkin<sup>1</sup>, V. M. Zeyfman<sup>1</sup>, A. A. Shishkin<sup>1</sup>, N. N. Dushkina<sup>1</sup>, I. V. Nikitin<sup>1</sup>

<sup>1</sup> LP «KazSRI of Energy named after academician Sh. Ch. Chokin», Almaty, Kazakhstan

### CALCULATION OF PARAMETERS AND CREATION OF MODELS OF A NEW DUST-COIL BURNER

**Abstract.** The article presents the results of the second phase project "Enhancing the efficiency and environmental safety of the operation of coal-dust stations in Kazakhstan" carried out in KazSRI of Energy (the results of first stage are published in [1]). At the second stage, tasks related the preparation for the study a new pulverized-coal burner under the patent of KazSRIE RK №27778. The purpose of this study was to determine the effect of the main design parameters of the burner prototypes and new burners on the aerodynamic flow structure at the outlet of the burner nozzle. The article provides a brief description of the grounds for developing a new solution with calculation of new design elements and the operating parameters for two versions new burner models. The calculation of the heating the pulverized-coal particles is given for the regime parameters of each the streams - air mixture and secondary air.

**Key words:** high-ash coal, burning problems, vortex pulverized-coal burners, a new constructive solution.

As a result of conducted research works abroad and in our country, the main factors influencing the technical and economic efficiency of the combustion process and reducing the formation of nitrogen oxides in the combustion of pulverized-coal fuel are determined. On the other hand, the increased demands in recent years for the fuel sip of pulverized coal-fired power plants lead to the search for new solutions. All this became the basis for the development in the KazSRIE of power of burner equipment that helps to reduce the formation of toxic nitrogen oxides and increase the efficiency of using high-ash fuel [2].

In the selection of methods to reduce nitrogen oxide (NO<sub>x</sub>) emissions into the environment abroad, methods of sanitary cleaning of waste gases based on selective catalytic reduction (SCR) and non-catalytic (NCR) reduction of nitrogen oxides are increasingly being used. However, at existing stations, the implementation of these methods requires the availability of sufficient free areas near the boiler equipment and high investment costs. Therefore, in the first place, preference is given to technological methods for reducing NO<sub>x</sub> emissions, aimed at increasing the efficiency of fuel combustion [3].

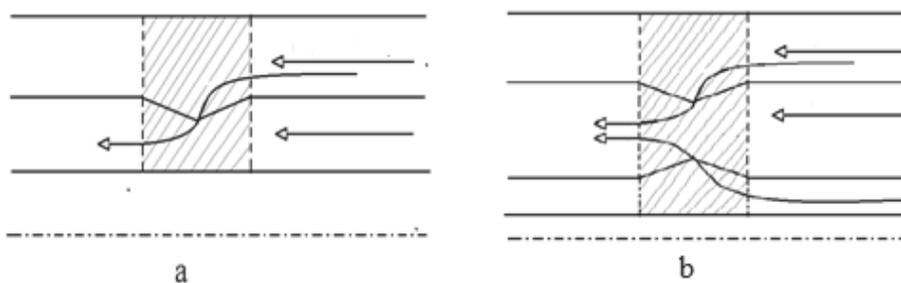
Among specialists, top managers, it is almost universally recognized that the place and mechanism of formation of the main volume of nitrogen oxides in the initial section of the torch from nitrogen-containing volatile components of fuel and air oxygen are known. It was found that the decrease in the intensity of NO<sub>x</sub> formation is primarily due to the reduced oxygen content in the outlet zone of volatile from fuel particles in the initial section of the flare. However, this is associated with problems of incomplete fuel burn-up, high-temperature corrosion and slagging of heat exchange surfaces. Therefore, the optimal solution must be sought in the achievement of some compromise between these conflicting factors.

As follows from the patent-information research carried out by the authors, in the matter of reducing the formation of nitrogen oxides by technological means, low-emissivity vortex pulverized-angle burners occupy a prominent place. Common features of these burner devices are the "twist" of the flows in the air mixture channel and in the air channels of the burner to form the necessary aerodynamic structure that determines the optimum conditions for efficient combustion of pulverized coal. For this reason, the use of vortex pulverized coal burners continues to be one of the most promising in the search for ways to further improvement of the combustion process [4]. This predetermined the purpose and scope of the search for the work performed.

The aim of the work is to increase the efficiency of burning high-ash Ekibastuz coal, which has a number of properties that hinder its effective use. At the same time, the efficiency should be expressed in increasing the stability of ignition of coal particles, increasing the completeness of their burning out and reducing the formation of nitrogen oxides, as well as in creating conditions that reduce the thermal impact on the burner and increase its operational reliability.

As is known, the peculiarity of the swirling torch of the vortex burner is the creation in the near-axis region of the initial section of the flare, the so-called flue gas recirculation zone, which provides early and stable ignition of pulverized-coal particles with increasing burn-out completeness. At the same time, this zone provides a reduced concentration of oxygen, which helps to reduce the formation of fuel oxides of nitrogen in the initial section of the flare. In this case, for a stable ignition and burning of the vortex pulverized-coal flare, the flue gas recirculation zone should be located as close as possible to the mouth of the burner. But at the same time it is necessary to eliminate the possibility of overheating of the outlet sections of the burner by the radiation heat flux, which is especially intense when burning high-ash coals. Observance of these mutually exclusive conditions in practice is a complex task. Execution of only the first of the conditions will result in thermal deformation and corrosion of the outlet portions of the burner nozzle, and the fulfillment of the second of the conditions will lead to an unstable and unreliable combustion of the flame. In addition, the approach of the flue gas recirculation zone to the burner mouth is carried out by increasing the intensity of the flow twist in the aero-slurry channel using sweepers with a large angle of inclination of the vortex blades to the axis. And this leads to an increase in their abrasive wear and an increase in the hydraulic resistance of the air-blast channel [5].

The technical solution underlying the proposed new design of the vortex burner [6] is aimed simultaneously at reducing the formation of NOx oxides and improving the combustion efficiency of the high-ash Ekibastuz coal using a dusty method with increased reliability of the burner unit. In the proposed solution, this is achieved by additional heating of the air mixture prior to its expiration from the nozzle of the burner. This accelerates the release of volatile from coal particles, their ignition and burn up in the initial section of the torch. At the same time, according to the conditions of the temperature regime in the dust preparation system, for example, on a P-57P boiler, the temperature of the air mixture cannot exceed the specified standard limit. Therefore, in this solution, additional heating of the air mixture is carried out in the burner itself. To this end, a part of the secondary air with a temperature of the order of 380-420°C is introduced into the stream of the air mixture in the burner channel at a temperature of about 130°C, as shown in Figure 1. Primary air can be partially replaced with high-temperature recirculation flue gases to control the oxygen concentration in the air mixture conditions for reducing the formation of nitrogen oxides in the exit zone and the ignition of volatiles. In this case, the supply of high-temperature secondary air to the channel of the air mixture serves as an additional stage for heating the coal particles, and on the other hand it ensures the optimization of the ratio of primary air to secondary air for a more complete burnout of the fuel.



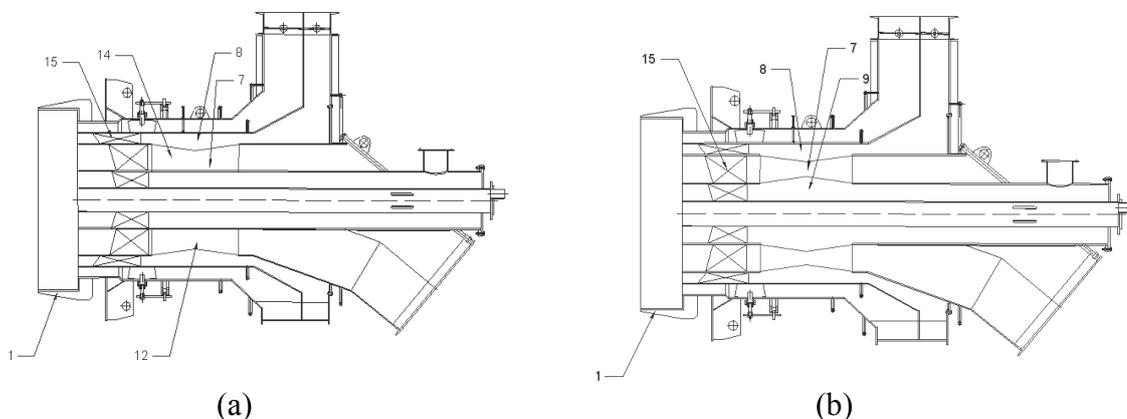
(a) - for single-flow, (b) - for two flow (secondary air) burner versions.

Figure 1 - Ejection of secondary air into the air mixture duct

The air mixture with secondary air introduced into it is mixed to uniformly distribute the temperature and concentration of pulverized coal particles and oxygen at the burner outlet along the channel section. At the same time, the acceleration of the release of volatiles is achieved without the need for an excessive approach of the internal recirculation zone to the nozzle of the burner. This reduces the thermal effect on the burner and the abrasive action on the vortex blades, as well as the hydraulic resistance of the air mixture channel using a swirler with a smaller angle of inclination of the blades, which is significant when burning high-ash coal.

For practical implementation of this method, appropriate design solutions for pulverized-coal burners have been developed, the feature of which is the supply of an air mixture and secondary air with a variable velocity along the axis of the burner. In this case, the air-slurry is fed at a rate initially increasing, and then decreasing, and secondary air, on the contrary, with the speed of initially decreasing, and then increasing with ejecting part of the secondary air into the air-blast channel. This method is implemented by introducing changes in the constructive solution of the prototype burner KazSRIE [5].

Figure 2 (a, b) shows the circuit of the new burner in the longitudinal section with a single burner (Figure 2 (a)) and with twin channels (Figure 2 (b)) for secondary air [6].



(a) - a single-flow burner (for external secondary air),  
 (b) - two-flow (for external and internal secondary air).

Figure 2 - Schemes of two versions of the new burner

From the diagrams of the new burners shown in Figure 2, it is seen that the wall separating the channel of the air mixture with the secondary air channel is exposed to change, including the confuser-diffuser and diffuser-confuser sections of the channels, as well as the ejection holes through which, under the influence of the static pressure drop in the air-slurry channel ejects part of the high-temperature secondary air. As a result, the temperature of the coal particles at the outlet of the channel is raised, which leads to an acceleration of their heating up to the release of volatiles, their ignition and burn up within the initial section in conditions of a lack of oxygen. This, in turn, achieves the necessary conditions for increasing the stability of ignition and combustion of particles of high-ash Ekibastuz coal, increasing the burnout of fuel particles, reducing the abrasive wear of burners, thermal deformation and corrosion of the burner outlet nozzles, and reducing the formation of NO<sub>x</sub> oxides.

To calculate the creation of a new burner in the metal in a given scale, in addition to the known data on the prototype burner [1], it is necessary to calculate the design and regime parameters of the models of the new burner.

As is known, the geometric dimensions of the scanning of the truncated cone are interrelated by the following relations (Figure 3).

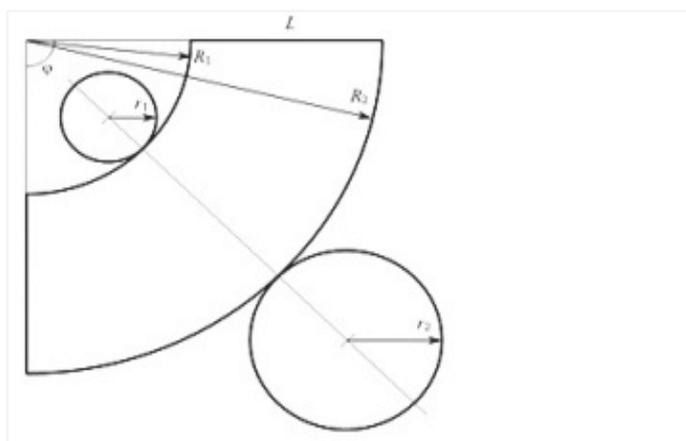


Figure 3 - The construction of a truncated cone scan for the confuser-diffuser sections of the channels of the new burner model, where:  $r_1$  and  $r_2$  are the radii of the bases of the truncated cone;  $H$ - is its height;  $R_1 = L r / (r_2 - r_1)$ ;

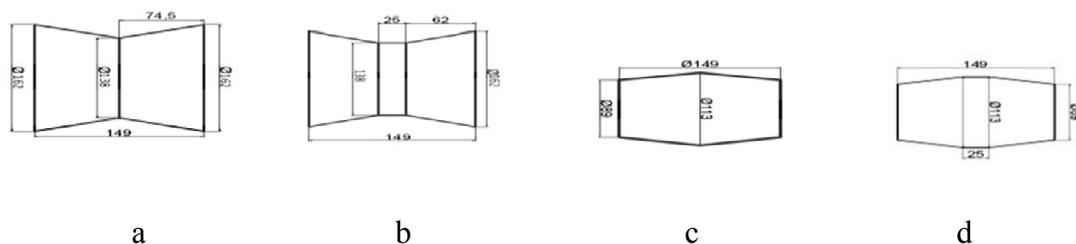
$$R_2 = R_1 + L;$$

$$L = [(R_2 - R_1)^2 + H^2]^{1/2};$$

$$\varphi = 360^\circ \cdot (r_2 - r_1) / L$$

Performing calculations using the above relationships (Figure 3), we obtain a sweep of the cone to construct the confuser - diffuser section of the separation wall of a single-flow version of the new burner (Figure 2 (a)):  $R_2 = 509.5\text{mm}$ ,  $R_1 = 434.95\text{mm}$ ,  $H = 74.5\text{ mm}$ ,  $L = 106\text{ mm}$ , and the opening angle of the work piece for the truncated cone is:  $\varphi = 360^\circ \cdot (r_2 - r_1) / L = 360 \cdot (81 - 56,5) / 106 = 83^\circ$ .

Figure 4 shows the working versions of the separation wall between the air-blast channels: with the secondary air (a, b) and with the secondary air (c, d).



(a) - for the channel without a jumper; (b) - with a crosspiece.

Figure 4 - Variants of the configuration of sections of the separation wall between the channels of the air mixture and the secondary air

The first two variants of the sections of the separation wall are made in the form of truncated cones coaxially connected along the generatrix of small sections: (a) directly, and (b) through a cylindrical bridge. The second two variants are made in the form of two truncated cones connected coaxially along generators of large bases of cones: (c) - directly, a (d) - through a cylindrical bridge. The scan of the cylindrical bridge is a rectangle, the long side of which is equal to a circle with a diameter of 138 mm:  $C = 3.14 \cdot 138 = 433.3\text{ mm}$ , and the scanning height is a predetermined parameter and is equal to 25 mm.

In accordance with the technical solution for the new burner [6], the increase in the temperature of the fuel particles in the burner itself is ensured by ejecting some part of the secondary air into the channel of the air mixture through the through holes distributed along the perimeter of the separation wall (the walls for the two-flow version of the new burner). Below is the calculation of the heating of particles of pulverized coal fuel depending on the proportion of ejected secondary air (external or internal) at given regime parameters (speed and temperature) of each of the streams - air mixture and secondary air.

Below is the calculation for given sets of design and regime parameters of 5% secondary air entering the stream of air: at an average speed and temperature of the air mixture of 6 m/s, its temperature  $t^I = 130^\circ\text{C}$  and secondary air temperature  $t^{II} = 420^\circ\text{C}$ .

The primary air flow rate is determined in terms of the average velocity and sectional area of the annular channel:

$$V_B^I = 0,25\pi \cdot (0,1622 - 0,0892) \cdot 6 = 0,01438 \cdot 6 = 0,08628 \text{ m}^3/\text{s},$$

where 0,162 m and 0.089 m are the outer and inner diameters of the annular channel of the air mixture. Then the flow rate of the air mixture introduced into the channel:

$$V_B^{II} = 0,05 \cdot 0,08628 = 0,004314 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Theoretical amount of air for complete combustion of 1 kg of Ekibastuz coal at an air temperature in the channel of the air mixture is 130 °C:

$$V^0 = \frac{\frac{8}{3}C^p + 8HP + S_A^p - O^p}{100 \cdot 0,23 \cdot \gamma_b} = \frac{\frac{8}{3} \cdot 42,5 + 8 \cdot 2,8 + 0,4 - 6,6}{100 \cdot 0,23 \cdot 0,8485} = 6,637 \text{ m}^3/\text{kg},$$

where 0,8485 is the density air (in kg/m<sup>3</sup>) at 130 °C. Taking into account the given coefficient of excess air in the air mixture ( $\alpha = 0,35$ ), we obtain:  $V_\alpha^0 = 0,35 \cdot 6,637 = 2,323 \text{ m}^3/\text{kg}$ .

The consumption of coal dust in this case is:

$$G_p = \frac{V_B^I}{V_\alpha^0} = \frac{0,08628}{2,323} = 0,03714 \text{ kg/s}.$$

The initial (prior to ejection of secondary air) enthalpy of the air-slurry flow was:

$$Q_a^I = (0,08628 \cdot 0,3157 + 0,03714 \cdot 0,3237) \cdot 130 = 5,10388 \text{ kcal/s}, \text{ where } 0,3237 \text{ kcal / kg} \cdot \text{°C} - \text{heat capacity of coal particles at } 130 \text{ °C}.$$

The consumption of secondary air introduced into the air mixture with a temperature of 420 °C is found using the gas law, first determining the flow at 0 °C, and then - with 420° C:

$$V_0^{II} \frac{V_B^{II}}{1 + \alpha_v \cdot t^I} = \frac{0,004314}{1 + \frac{1}{273,15} \cdot 130} = \frac{0,004314}{1,4759} = 0,002923 \text{ m}^3/\text{c};$$

here  $\alpha_v = \frac{1}{273,15}$  – coefficient of volumetric expansion of air.

Then the volumetric flow at 420 °C will amount to:

$$V_{420^\circ\text{C}}^{II} = 0,002923 \cdot (1 + \frac{1}{273,15} \cdot 420) = 0,0029 \cdot 2,537 = 0,007417 \text{ m}^3.$$

The enthalpy of the secondary air flow introduced into the channel of the air mixture is:

$$Q_B^{II} = 0,007417 \cdot 0,3181 \cdot 420 = 0,99092 \text{ kcal/s}.$$

The enthalpy of the flow of the air mixture at the exit of the channel (without taking into account losses to the environment) will be  $Q_a = Q_a^I + Q_B^{II} = 5,10388 + 0,99092 = 6,0948 \text{ kcal/s}$ . The temperature of the air mixture at the exit from the channel  $t_a$  is found from the heat balance equation, assuming complete equalization of air temperature and dust particles before the air mixture leaves the burner:

$$Q_a = [(V_{t_a}^I + V_{t_a}^{II}) \cdot C_{t_a} + G_p C_p^{t_a}] \cdot t_a = 6,0948 \text{ kcal/s},$$

where  $V_{ta}^I$  и  $V_{ta}^{II}$  – is the consumption of the primary and secondary air, respectively at a temperature  $t_a$  ( $m^3/s$ );

$C_B^{t_a}$  and  $C_{II}^{t_a}$  - heat capacity of air ( $kcal/m^3 \cdot ^\circ C$ ) and dust particles at  $t_a$ , respectively.

By the found air consumption at temperatures  $0^\circ C$  and  $t_a = 130^\circ C$ , we get:

$$V_a^0 = \frac{0,08628 + 0,004314}{1 + \frac{1}{273,15} \cdot 130} = 0,06209 \text{ m}^3/s \text{ and}$$

$$V_a^{t_a} = 0,06209 \cdot \left(1 + \frac{1}{273,15} \cdot t_a\right) = 0,06209 + 0,0002273 \cdot t_a \text{ m}^3/s$$

determine the enthalpy of the flow of the air mixture at the outlet of the channel:

$$Q_a = [(0,06209 + 0,0002273 \cdot t_a) \cdot C_B^{t_a} + 0,03714 \cdot C_p^{t_a}] \cdot t_a = 6,0948 \text{ kcal/s}$$

Further, having constructed a working graph of the dependence of the enthalpy of the air-slurry flow at the exit from the temperature  $t_a$  for several values of  $t_a$  and the corresponding values of  $C_B^{t_a}$  and  $C_p^{t_a}$  in Table 1 below, we determine for the value  $Q_a = 6.0948 \text{ kcal/s}$  the corresponding it has a temperature value  $t_a$ .

Table 1- Results of calculating the temperature dependence of the enthalpy of the air mixture

$t_a, ^\circ C$	$C_B^{t_a} \text{ kcal}/M^3 \cdot ^\circ C$	$C_{II}^{t_a} \text{ kcal}/kg^\circ C$	$Q \text{ kcal/c}$	$Q - Q_a, \text{ kcal/c}$
140	0,311280	0,32668	5,79122	-0,30358
142	0,311314	0,327424	5,89875	-0,19605
144	0,311348	0,328168	6,00579	-0,08883
146	0,311362	0,328912	6,11489	-0,02009
148	0,311416	0,329656	6,22420	-0,12940

According to the calculated data, we find the flow temperature  $t_a = 145.6^\circ C$ , corresponding to the value of  $Q_a = 6.0948 \text{ kcal/s}$ . Consequently, the degree of heating of the fuel particles at the outlet of the air mixture channel in this case is  $145.6 - 130 = 15.6^\circ C$ , and the total air flow at

$$V_a^{t_a} = 0,06209 + 0,0002273 \cdot t_a = 0,09518 \text{ m}^3/s.$$

The theoretical amount of air at a temperature  $t_a = 145.6^\circ C$ , for a full combustion of 1 kg. coal [7] will be:

$$V_{ta}^0 = \frac{\frac{8}{3}42,5 + 8 \cdot 2,8 + 0,4 - 6,6}{100 \cdot 0,23 \cdot 0,79034} = 7,1259 \text{ m}^3 / \text{kg},$$

where  $0,79034 \text{ kg}/m^3$  is the specific weight of air at  $145,6^\circ C$ , and for complete combustion of the actual amount of fuel contained in the air mixture, it is required:

$$V_{ta}^0 = 7,1259 \cdot 0,03714 = 0,2647 \text{ m}^3/s.$$

The calculated coefficient of actual excess air will then be equal to:

$$\alpha = \frac{V_a^{t_a}}{V_{ta}^0} = \frac{0,09518}{0,2647} = 0,3596 \approx 0,36.$$

The calculated average velocity of the air mixture at the outlet from the channel will then increase to the value:

$$W_a = \frac{0,09518}{0,01438} = 6,62 \text{ m/s}.$$

In the same way, calculations were carried out for other values of the flow velocity of the air mixture at the outlet of the nozzle, the temperature of the primary and secondary air, and the different proportions of the secondary air introduced into the air mixture. The results are shown in Table 2.

Table 2 - Summary table of calculation results of the efficiency of the calculation

Initial data				Calculation results		
Secondary air inlet %	Primary air velocity m/s	Temperatures, °C		Degree of heating of coal dust, °C	Change in the coefficient of excess air $\alpha-0,35$	Speed of the air blend at the outlet m/s
		Primary air	Secondary air			
5	6	130	420	15,6	0,0960	6,619
		120	380	15,6	0,0167	6,549
	7	130	420	16,9	0,0177	7,658
		120	380	13,5	0,0176	7,601
7,5	6	130	420	23,5	0,0185	6,832
		120	380	19,6	0,0258	6,766
	7	130	420	23,55	0,0259	7,962
		120	380	19,7	0,0260	7,899
10	6	130	420	30,25	0,0346	7,095
		120	380	18,9	0,0685	7,028
	7	130	420	30,25	0,3480	8,275
		120	380	25,6	0,0602	8,198

The design and regime parameters of the new pulverized-coal burner model, which were calculated on the basis of the calculation, were used to create its working models "in metal" for carrying out an experimental study of these burners by physical modeling.

Figure 5 shows in general two versions of models of a new burner with a confusor-diffuser section of the separation wall between the air-slurry channel and the secondary air channel, corresponding to the technical solutions given in Figure 2 above. The confusor-diffuser sections of the separation wall are shown next to the corresponding models, and also inside the burner using a "cutout" in the body of the model.



(a) - single-flow burner model (by external secondary air),  
 (b) - double-flow (external and internal secondary air).

Figure 5 - Models of the new burner corresponding to the sketches shown in Figure 2 (a, b)

As can be seen from this figure, in a double-flow burner the separation wall between the air-slurry channels and the internal secondary air has a different "barrel" configuration, both configurations of the separation walls providing conditions for ejecting secondary air into the channel in accordance with the proposed technical solution.

### **Conclusions**

Based on the results of the work done, the following conclusions can be drawn:

1. When the air mixture is ejected from 5 to 10% of the secondary air, the temperature of the air mixture increases within 13-30 ° C, which will accelerate the heating of the particles and the release of volatile components with a more stable ignition and an increase in the burn-out completeness within the initial section of the flame.

2. Ejection of this quantity of secondary air into the air mixture will increase the air excess ratio in the aero-slurry channel in the range  $\alpha = 0.35-0.39$ . This will make it possible to control the recirculation of the flue gas (to bring the excess air factor  $\alpha$  to the optimum value), which will additionally increase the temperature of the air mixture and, accordingly, increase the yield of volatiles and the completeness of their burning out in the initial section of the flare. In accordance with [3] this will help to reduce the formation of NO<sub>x</sub> oxides, as well as to increase the completeness of the burning out of the carbon residue of particles outside the initial section of the flare.

3. The increase in the initial temperature of the air mixture at the exit from the nozzle (without unduly approaching the high-temperature zone of internal recirculation) will allow using a swirler in the air-slurry channel with a smaller angle of inclination of its blades. The latter will reduce their abrasive wear and hydraulic resistance of the air mixture duct [1].

4. The results of the calculation will also be used when establishing the required regime parameters in the course of the experimental study.

The work was carried out within the framework of the grant financing project of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan, No. 3051 / GF3.

### **REFERENCES**

[1] Shishkin A. A. and others. Calculation of the design parameters of the physical model of the vortex pulverized-coal burner for the P-57R boiler // Scientific and Technical Journal "The bulletin of AUPET" - Almaty, 2017. - № 4 (39). - P. 4-10. (in russ.).

[2] Aliyarov B. K. Mastering the burning of Ekibastuz coal in thermal power plants. - Almaty: Gylym, 1996. – 271 p. (in russ.).

[3] Khodakov Yu. S. Oxides of nitrogen and heat power. Problems and solutions. EST-M, - 2001. – 432 p. (in russ.).

[4] Abdullaev K. A., Shishkin A. A. Technological methods for reducing NO<sub>x</sub> emissions of NO<sub>x</sub> by thermal power plants in the flare method of burning pulverized coal (with reference to Ekibastuz coal) // Energetics and Fuel Resources of Kazakhstan - Almaty: JSC "KazSRI of Energy named after academician Sh. Ch. Chokin", 2012. - № 9, № 10. - P. 115-122. (in russ.).

[5] Bukhman M. A. Method for burning pulverized coal fuel and a device for its implementation // Patent RK № 8444 - IPC F23D 1/02 2002; publ. 14.11.2003, BUL.№ 11. – 7 p. (in russ.).

[6] Abdullaev K. A., Shishkin A. A., Shishkin A. A. A method for burning high-ash pulverized-coal fuel and a device for its implementation // Patent RK № 27778, F23D 1/00; F23D 1/02; F23C 7/00; F23B 5/00, publ. 18.12.2013. BUL.№ 12 – 164 p. (in russ.).

[7] Thermal calculation of boiler units (normative method) // edited by N. V. Kuznetsova and others – M.: Energia. - 1973. - 256 p. (in russ.).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Шишкин А. А. и др. Расчет конструктивных параметров физической модели вихревой пылеугольной горелки для котла П-57Р // Вестник АУЭС. – Алматы: НАО «АУЭС», 2017. - № 4 (39). – С. 4-10.
- [2] Алияров Б. К. Освоение сжигания Экибастузского угля на тепловых электростанциях. - Алматы: Гылым, 1996. – 271 с.
- [3] Ходаков Ю. С. Оксиды азота и теплоэнергетика. Проблемы и решения. EST-M, 2001. - 432 с.
- [4] Абдуллаев К. А., Шишкин А. А. Технологические методы снижения выбросов оксидов азота NO<sub>x</sub> тепловыми электростанциями при факельном способе сжигания пылеугольного топлива (применительно к Экибастузскому углю) // Энергетика и топливные ресурсы Казахстана. - Алматы: АО «КазНИИ энергетике имени академика Ш. Ч. Чокина», 2012. - № 9, № 10. – С.115-122.
- [5] Бухман М. А. Способ сжигания пылеугольного топлива и устройство для его осуществления // Патент РК № 8444 – МПК F23D 1/02 2002; опубл. 14.11.2003. Бюл. № 11. – 7 с.
- [6] Абдуллаев К. А., Шишкин А. А., Шишкин А. А. Способ сжигания высокозольного пылеугольного топлива и устройство для его осуществления // Патент РК № 27778, F23D 1/00; F23D 1/02; F23C 7/00; F23B 5/00, опубл. 18.12.2013. Бюл. № 12. – 164 с.
- [7] Тепловой расчет котельных агрегатов (нормативный метод) / Под ред. Н. В. Кузнецова и др. – М.: Энергия, 1973. – 256 с.

## ЖАҢА ШАҢДЫ КӨМІРЛІ ЖАНАРҒЫНЫҢ ПАРАМЕТРЛЕРІН ЕСЕПТЕУ ЖӘНЕ МОДЕЛЬДЕР ҚҰРУ

А. А. Шишкин<sup>1</sup>, В. М. Зейфман<sup>1</sup>, А. А. Шишкин<sup>1</sup>, Н. Н. Душкина<sup>1</sup>, И. В. Никитин<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Академик Ш. Ч. Шөкин атындағы "Қазақ энергетика ғылыми-зерттеу институты" АҚ, Алматы қ., Қазақстан

**Аңдатпа:** Мақалада «Қазақстандағы көмір станцияларын тиімділігі мен экологиялық қауіпсіздігін арттыру» жобасын жүзеге асырудың екінші кезеңінің нәтижелері келтірілген (бірінші кезеңін нәтижелері жарияланды [1]). Екінші кезеңде KazNPE ҚР № 27778 патенті бойынша жаңа ұсақталған көмір оттықты дайындауға байланысты мәселелер шешілген. Осы зерттеудің басты мақсаты қыздырғыш прототиптері мен жаңа қыздырғыштардың оттық саптамасының аэродинамикалық құрылымы болып табылады. Приведен расчет подогрева частиц пылеугольного топлива при заданных режимных параметрах каждого из потоков - аэросмеси и вторичного воздуха.

Мақалада жаңа қыздырғыштың екі моделінің нұсқаларының конструктивті элементтерінің және параметрлерінің режимдерінің қысқаша сипаттамасы келтірілген. Ауақоспалары мен екінші ауа, яғни барлық ағындарда ұсынылған параметр режимдерінде шаң көмірлі отын қоспасының қызу есебі жасалған.

**Кілттік сөздер:** күлді жоғары көмір, жағу проблемалары, құйынды көмірлі қыздырғыштар, жаңа конструктивті шешім.

## РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ И СОЗДАНИЕ МОДЕЛЕЙ НОВОЙ ПЫЛЕУГОЛЬНОЙ ГОРЕЛКИ

А. А. Шишкин<sup>1</sup>, В. М. Зейфман<sup>1</sup>, А. А. Шишкин<sup>1</sup>, Н. Н. Душкина<sup>1</sup>, И. В. Никитин<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ТОО «КазНИИ энергетики имени академика Ш. Ч. Чокина», г. Алматы, Казахстан

**Аннотация.** В статье приведены результаты второго этапа реализации проекта «Повышение эффективности и экологической безопасности работы пылеугольных станций Казахстана», выполняемого в КазНИИ энергетики (результаты первого этапа опубликованы в [1]). На втором этапе решались задачи, связанные с подготовкой к исследованию новой пылеугольной горелки по патенту КазНИИЭ РК № 27778. Целью данного исследования являлось, в частности, определение влияния основных конструктивных параметров горелок-прототипов и новых горелок на аэродинамическую структуру потока на выходе из сопла горелки. В статье приводится краткое описание оснований для разработки нового решения с расчетом новых конструктивных элементов и режимных параметров двух вариантов моделей новой горелки. Приведен расчет подогрева частиц пылеугольного топлива при заданных режимных параметрах каждого из потоков - аэросмеси и вторичного воздуха.

**Ключевые слова:** высокозольный уголь, проблемы сжигания, вихревые пылеугольные горелки, новое конструктивное решение.

---

Э. К. Темырканова<sup>1</sup>, Э. А. Сериков<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Алматинский университет энергетики и связи, г. Алматы, Казахстан

## РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ УХОДЯЩИХ ГАЗОВ НА ВЫХОДЕ ИЗ ТОПОЧНОЙ КАМЕРЫ КОТЛА БКЗ-130-100, АТЭЦ-1 С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ANSYS FLUENT

**Аннотация.** Энергетика Казахстана, как и энергетика любой страны, нуждается в улучшении и повышении эффективности использования топливных ресурсов страны с внедрением новых инновационных технологий.

В статье представлены результаты численного моделирования процессов горения углей Карагандинского угольного бассейна. Трехмерный расчет численного моделирования производился на программном обеспечении ANSYS Fluent. Кроме этого, было произведено моделирование процессов горения в топке котла БКЗ-130-100 при сжигании угля с сушкой методом сверхвысоких частот (СВЧ) и без нее. По результатам исследования можно увидеть воздействие СВЧ на уголь: распределение температуры в объеме топочной камеры, концентрации оксидов азота на выходе из топки котла. Дан анализ полученных данных.

**Ключевые слова:** горение угля, топочная камера, сверх высокие частоты, токсичные вещества.

Методы трехмерного численного моделирования является удобным инструментом при изучении производственных процессов, когда нет возможности изменять параметры на действующем объекте. Таким примером является моделирование процессов горения в топке котлов при использовании различных методов повышения эффективности горения угля.

Современные методы численного моделирования позволяют успешно моделировать сложные процессы горения, и, как следствие, процесс образования токсичных веществ. Моделирование процессов горения и теплообмена в объеме топочной камеры позволяют изучить локальное распределение температур по сечению с учетом гидродинамических процессов.

Многочисленными авторами были созданы трехмерные модели топок котлов [2-5], которые актуальны с точки зрения экологии. С этих позиций важной задачей является изучение процессов образования оксидов азота. Эти проблемы являются особенно значимыми для крупных мегаполисов, где существуют проблемы с экологией, связанных с большим количеством выбросов вредных веществ (помимо городских ТЭЦ, авто- и авиатранспорт являются существенными загрязнителями атмосферного воздуха).

### 1 Моделирование процессов горения и теплообмена в топочной камере

В общем случае трехмерный расчет топочного процесса с помощью программного комплекса ANSYS Fluent основывается на совместном численном решении уравнений Навье-Стокса, уравнений переноса термодинамической энергии, уравнений турбулентности, переноса энергии радиацией, набора уравнений переноса дискретной фазы (частиц угля), уравнений переноса реагирующих компонент газовой фазы, уравнений химической кинетики.

Методика расчёта топочного процесса, включает в себя описание следующих физических процессов:

- турбулентное течение вязкой реагирующей пылегазовой смеси на основе решения упомянутой вышесистемы уравнений;
- движение и сгорание частиц угля в этом газе с учетом фракционного состава, обмена энергией, массой и импульсом;
- перенос тепловой энергии радиацией, включая излучение самого газа;

- обмен энергией с экранами топочной камеры;
- механизмы образования вредных выбросов.

На рисунке 1 представлена трехмерная модель котла БКЗ-160-100. Топка котла состоит из: топочных экранов, пылеугольных горелок, выходного участка.

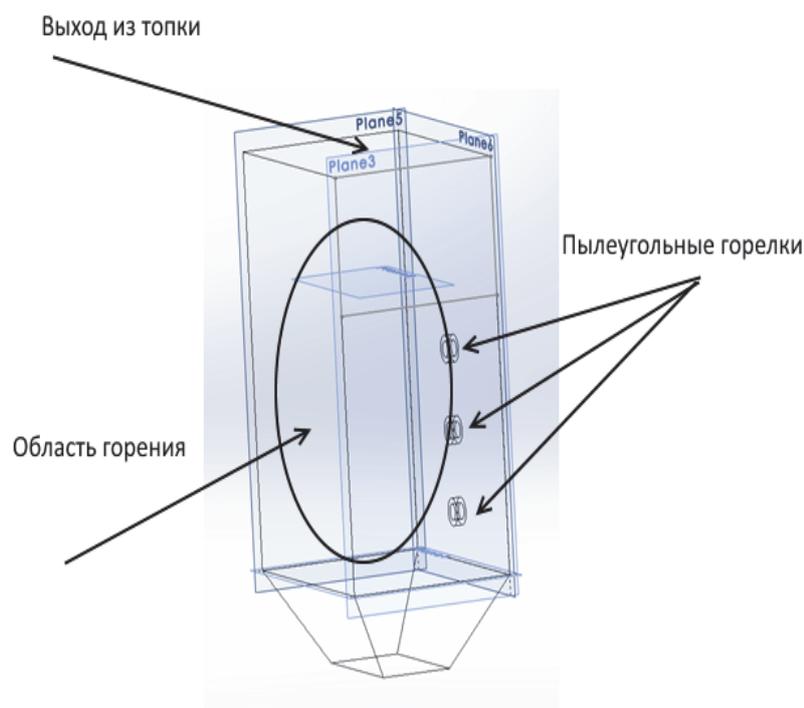


Рисунок 1 – Трехмерная модель топочной камеры котла БКЗ-160-100 (Е-160-100)

При моделировании использовалось два вида каменного угля Карагандинского бассейна, используемых на Алматинской ТЭЦ-1. Составы топлива представлены в таблице 1. В первом варианте в состав топлива входит влага (вода), второй вариант предполагает очистку топлива от влаги (сушку) при помощи СВЧ-генератора.

Топливо в том виде, в каком оно поступает к потребителю, называется рабочим, а вещество, составляющее его – рабочей массой. В элементарный химический состав топлива входят горючие составляющие: углерод С, водород Н, сера S. Кроме того, в состав топлива входят кислород О, азот N, а также минеральные примеси, превращающиеся при сжигании топлива в золу А.

Предполагается, что сушка топлива приводит к снижению образований серы, золы и влаги.

При моделировании делались следующие упрощения:

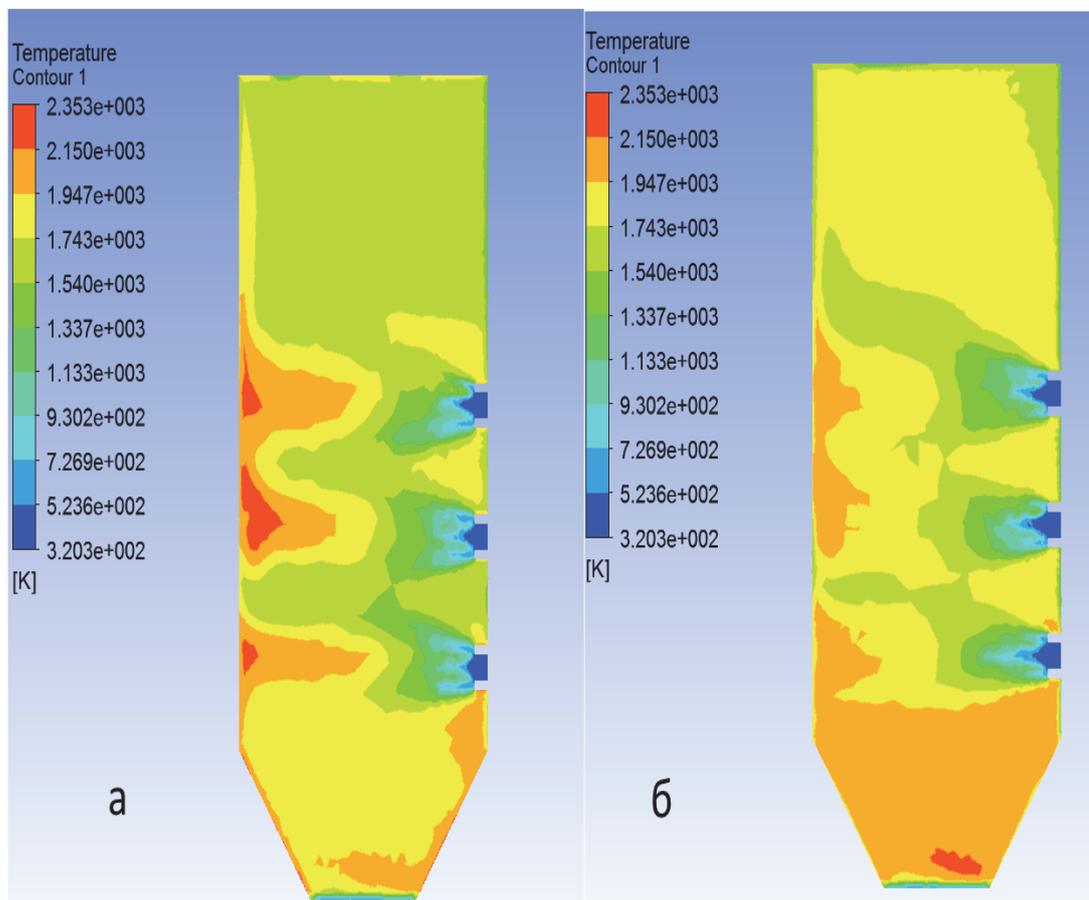
1. Температура топлива равна 600, что соответствует температуре подогретого воздуха после воздухоподогревателей.
2. Не учитывалась система подачи топлива, т. е. не моделировалась конструкция горелки, что является важной составляющей.
3. Не моделировался дымосос, т. е. отсутствует разрежение на входе в горизонтальный газоход котла.
4. Основной упор делался на влияние химического состава топлива, а не на конструкционные особенности котла.

Таблица 1 – Средний элементарный состав Карагандинского угля, согласно [4]

Параметр	C <sup>P</sup>	H <sup>P</sup>	O <sup>P</sup>	N <sup>P</sup>	S <sup>P</sup>	A <sup>P</sup>	W <sup>P</sup>	Сумма, %
Влажный	65	5	8	3	2	7	10	100

## Результаты

На рисунке 2 представлены температурные поля в топке котла. Из рисунка видно, что при сушке топлива средняя температура в зоне горения снижается, что снижает вероятность образования оксидов азота. Также из рисунка видно, что высокотемпературная зона находится в зоне заднего экрана топки котла, что может косвенно повлиять на надежность работы оборудования.



а – топливо без сушки, б – топливо с сушкой.

Рисунок 2 – Температурные поля в топке котла

На рисунке 3 представлена зависимость эмиссии оксидов азота на выходе из топки котла в зависимости от расхода топлива. Как видно из графиков, эмиссия оксидов с среднем снижается в 1,2-1,5 раза за счет сушки топлива. Расход топлива варьировался в диапазоне 1 – 10 кг/с. Расчет был проведен исходя из КПД котла 92% и низшей теплоты сгорания топлива равной 23 МДж/кг.

Заметно, что разница между эмиссиями возрастет при увеличении расхода топлива, что объясняется экспоненциальной зависимостью образования оксидов азота от температуры.

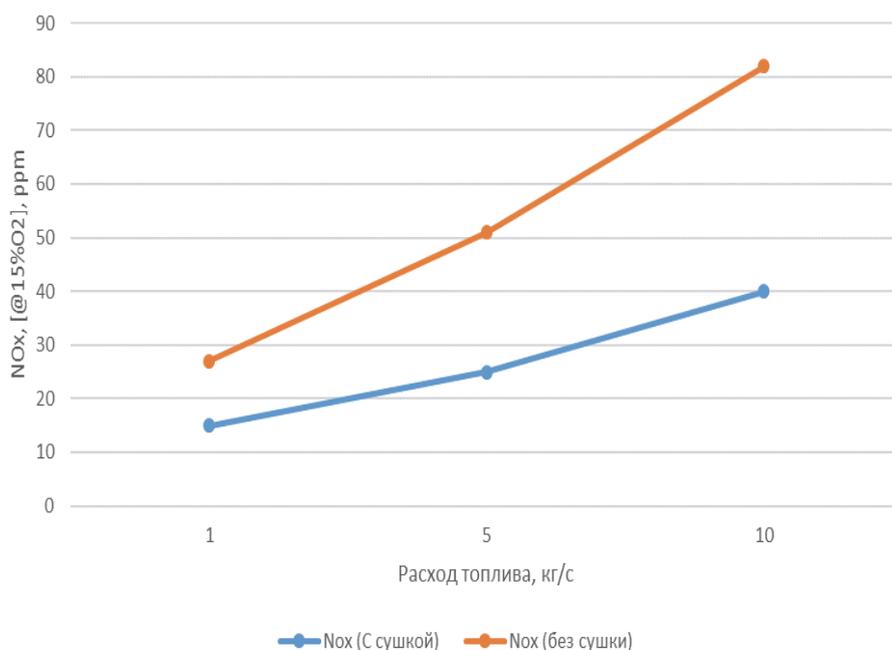


Рисунок 3 – Зависимость концентраций оксидов азота от расхода топлива

На рисунке 4 представлена зависимость температуры на выходе из топки котла, при различных расходах топлива. Как видно из графиков, увеличение расхода топлива приводит к росту температуры отходящих газов, что можно объяснить увеличением тепловыделения в топке.

Из рисунка видно, что температуры растут равномерно, что подтверждает экспоненциальную зависимость оксидов азота от температуры.

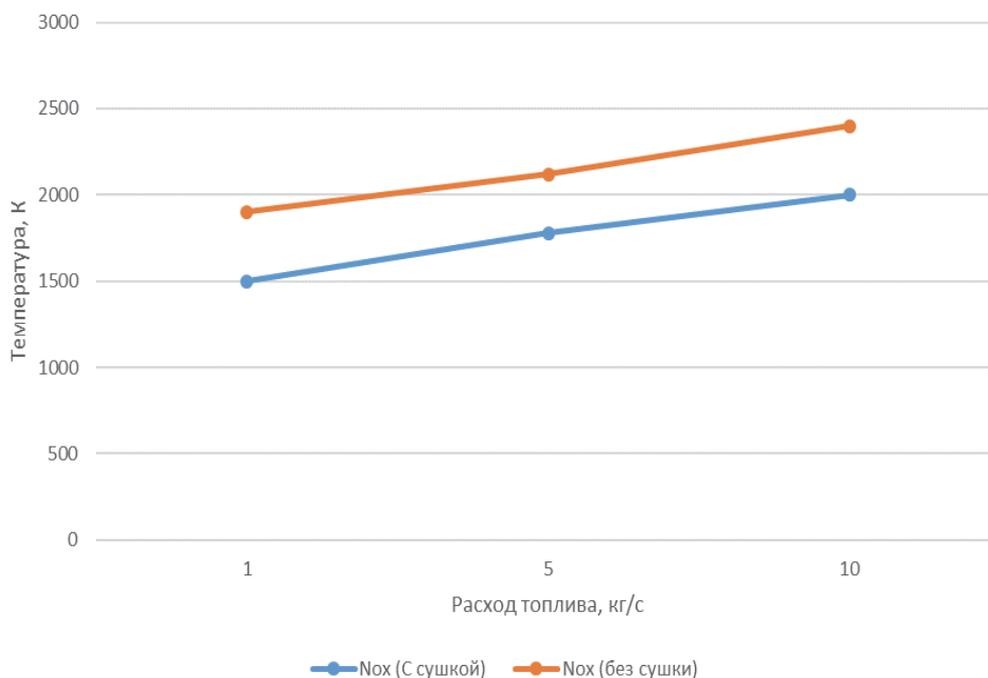


Рисунок 4 – Зависимость температуры на выходе из топки

## Выводы

Исходя из проведенного анализа можно сделать следующие выводы:

- Из представленного анализа, видно, что основная часть оксидов азота образуется в зоне высоких температур в верхней и нижней радиационной части котлов. Исходя из этого, можно сказать, что основная часть оксидов азота образуется в топке котла и отсутствует необходимость моделирования полурadiационных и конвективных частей котлов при изучении влияния сушки топлива.

- Необходимо исследовать влияние технических параметров котельных установок на процессы образования оксидов азота.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

[1] Липов Ю. М., Третьяков Ю. М. Котельные установки и парогенераторы. - Москва-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2003. - 592 с.

[2] Балакин В. В. и др. Сопряженный расчет параметров рабочего тела в экранах топочной камеры с использованием Ansys fluent на примере котла П-67 березовской грэс // VIII Всероссийская конф. с международным участием «Горение твердого топлива», институт теплофизики им. С. С. Кутателадзе СО РАН, Новосибирск: 13–16 ноября, 2012. – С. 14.1-14.8.

[3] Балакин В. В. и др. Методика расчета теплообмена в топочной камере при сверхкритических параметрах рабочего тела с использованием ANSYS FLUENT // Сб. статей «Современная наука». - М., 2012. – С. 143-147.

[4] Хзмалян Д. М. Теория горения и топочные устройства. — М.: Энергия, 1976. - 488 с.

## REFERENCES

[1] Lipov Yu. M., Tretyakov Yu.V. M. Boiler installations and steam generators. - Moscow - Izhevsk: NRC "Regular and chaotic dynamics", 2003. - 592 p. (in russ).

[2] Balakin V. V. and others. Attended calculation of parameters of working body in the screens of fire- box chamber with the use of Ansys fluent on the example of caldron of P-67 Berezov HPS//VIII All-Russian conference with international participation "Burning of hard fuel", Institute of Thermal physics named S. S. Kutateladze SO RAN, Novosibirsk: 13–16 November, 2012. - P. 14.1-14.8. (in russ).

[3] Balakin V. V. and others. Methodology of calculation of heat exchange in a fire-box chamber with supercritical parameters of the working fluid using ANSYS FLUENT// Collection of articles "Modern science". - Moscow, 2012. - P. 143-147. (in russ).

[4] Khzmalyan D. M. Theory of burning and firebox devices. - Moscow: Energy, 1976. - 488 p. (in russ).

## ANSYS FLUENT-ті ҚОЛДАНУ АРҚЫЛЫ АЖЭО-1, БҚЗ-130-100 ҚАЗАНДЫҒЫНЫҢ ЖАНУ КАМЕРАСЫНЫҢ ШЫҒЫСЫНДАҒЫ ШЫҒЫС ГАЗДАРДЫҢ ПАРАМЕТРЛЕРІН ЕСЕПТЕУ

Э. К. Темырканова<sup>1</sup>, Э. А. Сериков<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Алматы энергетика және байланыс университеті, Алматы қ., Қазақстан

**Аңдатпа.** Кез келген мемлекеттің энергетикасы сияқты Қазақстанның Энергетикасы жаңа инновациялық технологияларды енгізу арқылы мемлекеттің отын ресурстарын қолданудағы тиімділіктің жоғарылауы мен жақсаруын қажет етеді.

Нақты мақалада Қарағанды көмір бассейінінің көмірлерінің жану процесінің сандық моделдеуінің нәтижелері келтірілген. Сандық моделдеудің үшеселі есебі ANSYS Fluent

бағдарламалық қамтамасыздандыруында жүргізілген. Аса жоғарғы жиілікпен (АЖЖ) және онсыз кептіру әдістерімен көмірді жағу кезіндегі БҚЗ-130-100 қазандық пешінің ішінде жану процесінің модельдеуі жүргізілген болатын. Зерттеу нәтижелері бойынша АЖЖ көмірге әсерін көруге болады: жану камерасының көлеміндегі температураның бөлінуін, қазандық пешінің шығысындағы азот оксидтерінің концентрациясын. Алынған мәліметтерге талдау жүргізіліп өткен.

*Кілттік сөздер:* көмірдің жануы, жану камерасы, аса жоғарғы жиіліктер, улы заттар.

## **CALCULATION OF PARAMETERS OF LEAVING GASES AT THE OUTPUT OF FIREBOX OF THE BOILER BCP-130-100, ATHC-1 BOILER WITH USING ANSYS FLUENT**

**E. K. Temyrkanova<sup>1</sup>, E. A. Serikov<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Almaty University of Power Engineering and Telecommunications, Almaty, Kazakhstan

**Abstract.** Power Engineering of Kazakhstan as well as Power Engineering of any country needs improvement and increase of efficiency of the use of fuel resources of the country with the introduction of new innovative technologies. The results of numerical simulation of coal combustion processes of the Karaganda coal pool are presented in this article. Three-dimensional calculation of numerical simulation was made on software ANSYS FLUENT. Simulation of combustion processes in the firebox chamber of caldron BCP-130-100 at incineration of coal with drying by a method of over-high frequencies (OHF) and without it was conducted. On results of research it is possible to see the impact of OHF on coal: distribution of temperature in the volume of firebox chamber, concentrations of oxides of nitrogen on an output from heating of caldron. The analysis of the obtained data is conducted.

**Key words:** burning of coal, firebox chamber, over-high frequencies, toxic.

---

IRSTI 621.317

S. G. Khan<sup>1</sup>, A. E. Tashibayeva<sup>1</sup>, G. Bukayeva<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Almaty University of Power Engineering and Telecommunications, Almaty, Kazakhstan

### DEVELOPMENT OF PROGRAM FOR ESTIMATING CORIOLIS FLOWMETERS' MEASUREMENT UNCERTAINTY

**Abstract.** The relevance of the scientific work is connected with the necessity to conduct periodic verification of coriolis flowmeters installed on commercial points providing registration of oil and oil products in order to control their accuracy and working performance.

Existing methods for verification of coriolis flowmeters include the error calculation (of the error) of the measuring instruments to be verified. Development of program for estimating of uncertainty measurements is due to the requirement of the metrological service of the Republic of Kazakhstan, connected with the inclusion of measuring instruments of uncertainty calculation of their measurement results in the verification procedure.

The developed program for evaluating the uncertainty measurement of three types of coriolis flowmeters included in the State Register of Measuring Instruments of the Republic of Kazakhstan, in the graphical programming environment LabVIEW 2014 is described.

The results of verification of the Optimass 2000 coriolis flowmeter with the MFC 300 converter are presented, standard uncertainties of type A and type B, the total and extended uncertainties of the error of the flowmeter under test (check) are calculated, and the uncertainty budget for the measurement is compiled.

**Key words:** calculation of measurement uncertainty, verification procedure, Coriolis flowmeter, LabVIEW 2014.

Commercial units for accounting oil and petroleum products have aim to measure the net weight of oil, technological and quality parameters of oil, as well as for display (indication) and recording of measurement results.

The error of accounting oil is an uncertainty that can include any kind of loss: direct losses, additions, etc. The sign of the error (positive or negative) has no value, because the positive error for one party (for example, for the supplier) will be negative for the other party (for the consumer). In any case, there is the possibility of covering losses or acquiring a non-existent quantity of the product by one or the other party. Quite large quantities of such oil and oil products existing only on paper, circulate in documents and are basis for mutual settlements are made on them. From this point of view, the error in measuring the mass of oil, or some fraction of it, can be equated to direct losses. If the accuracy of measurements is increased, then the difference between the previous and the achieved error values can be considered as an additional amount of oil saved and introduced into the national economic turnover.

Following this, increasing the accuracy of measuring the amount of oil is one of the main tasks at commercial points providing oil and oil products registration. Measurements of the amount of oil are carried out by high-precision mass coriolis flowmeters. In order to control the accuracy of the measurement, they are periodically verified (calibration), according to the accepted procedure [1]. The result of this verification procedure for coriolis flowmeters is the calculation of the error and the conclusion on the suitability of the measuring instrument for operation.

However, Kazakhstan's accession to the world community requires the restructuring and harmonization of the national system of technical regulation, in particular, the transition to international practice of work in the field of compliance in meanwhile of performance of operations such as verification and calibration of measuring instruments, in particular, the transition from the evaluation of error measurement tools to the evaluation of uncertainty

measurement tools according to the International Guidelines for the estimation of uncertainty measurement [2].

In this paper, a program is developed to calculate the uncertainty of the result of a coriolis flowmeter measurement.

The uncertainty of the measurement results is processed according to the algorithm shown in Figure 1.

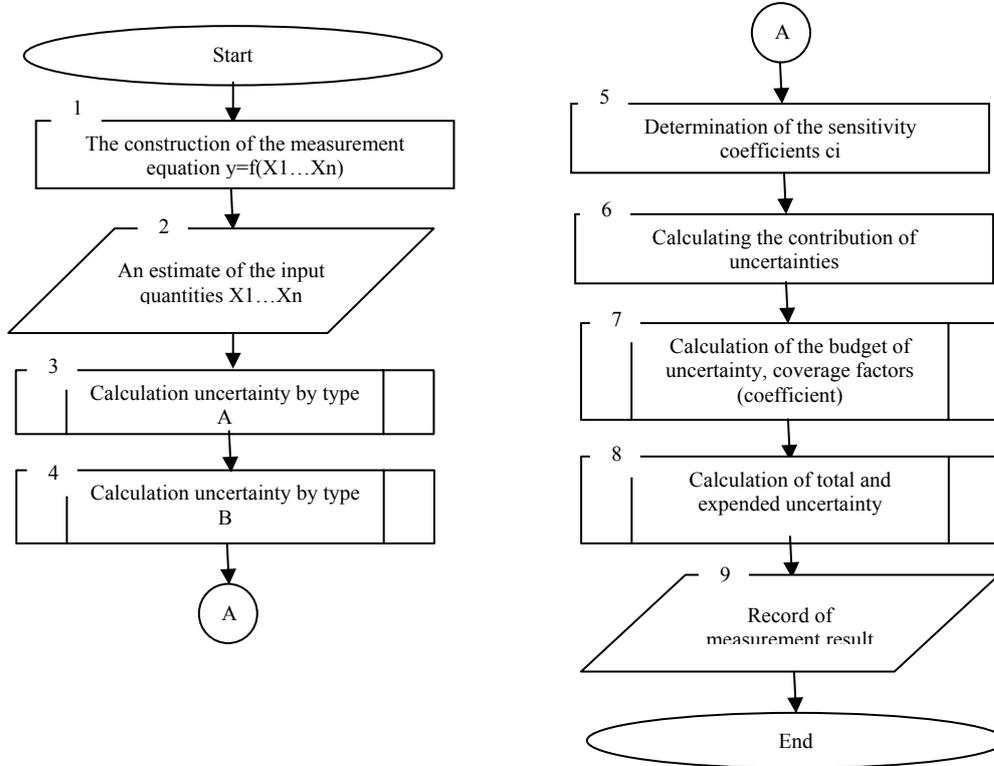


Figure 1 - General algorithm for estimating the uncertainty

Block 1. The measurement equation expresses the relationship between the output quantity Y and the input values of X1..Xn. In the obtained values corrections for known systematic effects are added. These corrections are introduced into the model equation as input quantities and themselves are sources of uncertainty [3].

In the case of mass flow measurements made by a coriolis flowmeter, the equation of measurement will be the following way:

$$M = \overline{M} + \delta_{zerostab.} + \delta_{disc.p} + \delta_{disc.t} + \delta_{accur.} \quad (1)$$

where  $\overline{M}$  - the measured value of mass flow (taken as an arithmetic mean);

$\delta_{disc.t}$  - typical measured error in the presence of a discrepancy between the setting temperature of the zero point and the operating temperature;

$\delta_{disc.p}$  - typical measured error in the presence of a discrepancy between the pressure of the zero point adjustment and the operating pressure;

$\delta_{zerostab}$  - zero point stability;

$\delta_{accur.}$  - accuracy of readings.

Block 2. The initial data for calculating the uncertainty of type "A" are the results of mass flow measurements obtained with the Coriolis flowmeter. The zero stability, the accuracy of the readings, and the typical measured error in the presence of a discrepancy between the zero point

setting temperature and the operating temperature, a typical measured error in the presence of a discrepancy between pressure the zero point adjustment and the operating pressure are the initial data for calculating the uncertainty of the Coriolis flowmeter measurements of type B.

Block 3. The standard measurement uncertainty of type "A" ( $u_a$ ) is estimated by the method of statistical processing of the results of multiple measurements.

Block 4. In the "B" type estimation, the values of the standard uncertainty ( $u_b$ ) are obtained from the a priori probability density function, namely, the assumed probability density function, based on the degree of confidence that the event will occur.

Block 5. The sensitivity coefficients  $c_i$  show how the estimate of the output variable  $Y$  varies with the estimates of the input quantities  $X_1 \dots X_n$ . They are found as partial derivatives of the output quantity for each of the input quantities, estimated at the values of the input quantities. For the mass flow case under consideration, all the sensitivity coefficients are equal to one.

Block 6. The contribution of the uncertainty of each input variable  $X_i$  to the uncertainty of the measured quantity  $Y$  (the total uncertainty -  $u_c$ ) is defined as the product of the sensitivity coefficient for the uncertainty of the corresponding input quantity.

Block 7. The uncertainty budget should contain a list of all input values, their estimates, together including their standard uncertainties of measurements and distribution laws.

Block 8. The total standard uncertainty is calculated by the formula:

$$u_c = \sqrt{u_a^2 + u_b^2} , \quad (2)$$

The extended uncertainty is calculated by the formula:

$$U = k \times u_c . \quad (3)$$

where  $k$ -coverage coefficient.

The created program allows to estimate uncertainties of measurements of three types of Coriolis flowmeters included in the State register of measuring instruments of the Republic of Kazakhstan [4]: Optimass 2000 with converter MFC 300, Sitrans FC 430, Rotamass of RCCS, RCCT, RCCF, RCCR. The program for calculating the uncertainty of measurements of Coriolis flowmeters is created in the graphical programming environment LabVIEW 2014, and contains the following tabs: "Input of source data", "Uncertainty calculation by type "A", "Uncertainty calculation by type "B", "Calculation of total and expanded uncertainty", "Budget of uncertainty".

The calculation of the uncertainty measurements of the Optimass 2000 Coriolis flowmeter with the MFC 300 converter [5] is considered at the operating temperature of the process 41.8367°C, with the working pressure of the process 13.9923 bar using the created program. The standard values of the input parameters: diameter of the conditional pass - 100 mm, the impact of operating pressure fluctuations on the zero point of the primary converter - 0.0002% of the maximum flow per 1 bar; the influence of operating temperature fluctuations on the zero point of the primary converter is 0.0004% of the maximum flow rate by 1°C, zero point stability is 7 kg / h, the accuracy of the readings is 0.1% of the measured flow rate + zero point stability.

On the first tab of the developed "Initial Data" program, the type of flowmeter, the diameter of its conditional pass, and the operating parameters of the process are selected.

To calculate the uncertainty of type "A", go to tab 2 (Figure 2). When you click "The Calculate Uncertainty by Type "A" button, the values of the arithmetic mean of the flow, the standard deviation of observations, and the standard uncertainty of type "A" are calculated.

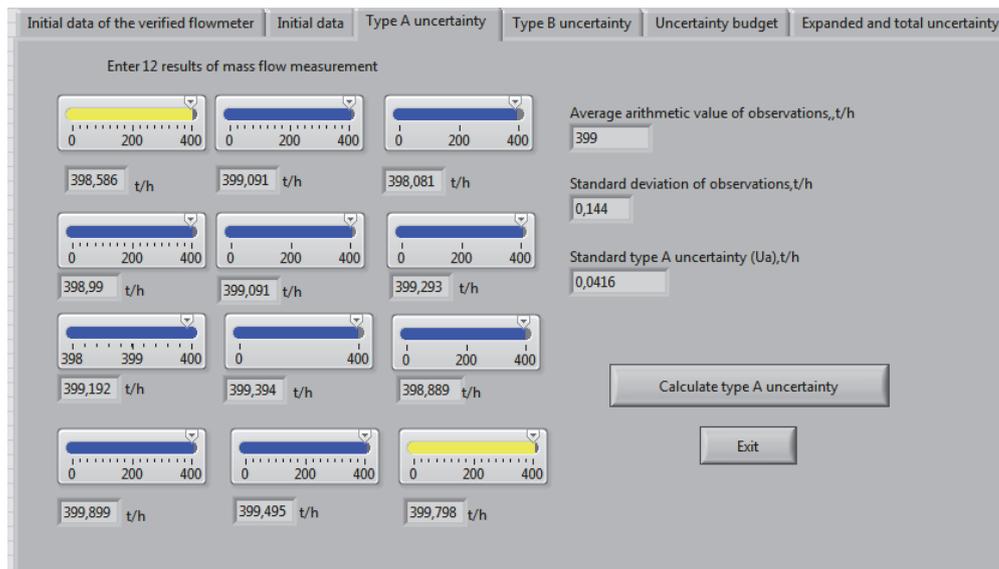


Figure 2 - The program tab "Type A uncertainty"

To calculate the uncertainty of type "B", go to tab 3 (Figure 3).

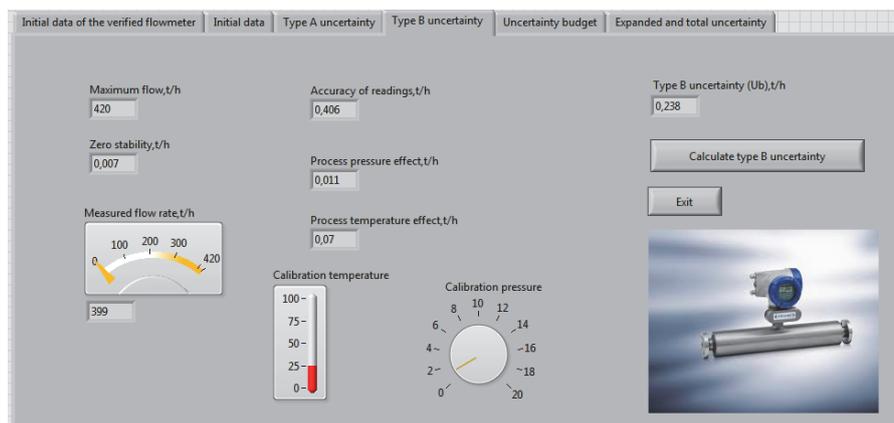


Figure 3 - Tab of the program "Type B uncertainty"

For calculations from the developed database of flowmeter parameters, the values of maximum flow, zero stability, calibration temperature and calibration pressure are entered, which are taken from the technical documentation for the selected flowmeter. When you click "The Calculate Uncertainty by Type "B" button, intermediate values: the accuracy of the readings, the effect of the operating pressure fluctuations on the zero point of the primary transducer, the effect of operating temperature fluctuations on the zero point of the primary converter) and the standard uncertainty value of type "B" are calculated.

The next stage (the next program tab) is the budgeting of uncertainties (Figure 4).

The uncertainty budget is a resulting table containing a list of all input variables  $X_1 \dots X_n$ , their estimates, together including the standard uncertainties of the measurements  $u(X_i)$  belonging to them and the laws of their distribution.

The final stage includes the calculation of the total and expanded uncertainties and the output of the measurement result. The obtained result of measurements of the mass flow of the Coriolis flowmeter Optimass 2000, obtained with the help of the developed program  $M = (400 \pm 0.4) \text{ t / h}$ ,  $P = 0.95$ , shows that the uncertainty measurement is  $0.4 \text{ t / h}$  or  $0.1\%$  of the measured flow, which agrees well is complied with the accuracy of the readings of the selected flowmeter:

0.1% of the measured flow rate + zero point stability, and indicates the adequacy of the accepted mathematical error model of the coriolis flowmeter.

Input value Xi	Input value estimation	Uncertainty type	Probability distribution	Standard uncertainty U(Xi)	Sensitivity coefficient	Uncertainty contribution
Mass flow M, т/ч	399	A	normal	0,041	1	0,041
Точность показаний, т/ч	0	B	uniform	0,235	1	0,235
Zero stability, т/ч	0	B	uniform	0,004	1	0,004
Process pressure effect, т/ч	0	B	uniform	0,007	1	0,007
Process temperature effect, т/ч	0	B	uniform	0,041	1	0,041

Budget of uncertainty      Exit

Figure 4 - The tab of the "Uncertainty budget" program

## REFERENCES

[1] MI 3272-2010. Counters-mass flowmeters. Method of on-site verification by a compact-prover complete with a turbine flow converter and a flow density converter. - Ufa: 2010. - 50 p. (in russ.).

[2] Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (GUM 1995 with minor corrections). – Geneva: ISO (JCGM 100:2008), 2008. – 120 p.

[3] PM X 33.1405-2005. "Uncertainty estimation in metrological work" recommendation. - Kharkov: SM "Kharkovstandardmetrology", 2008. - 48 p. (in russ.).

[4] Information on the register of the state system for ensuring the uniformity of measurements // Available at: <https://www.memst.kz/eu/reestrGSI.php>, free (accessed date: 25.12.2017). (in russ.).

[5] Proline Promass 40 E. Mass flow measurement system with low cost and basic functionality. Economical alternative to conventional volumetric flowmeters. Technical information // Available at: <http://www.reduktormex.ru/files/u/catalog/new/Tex.%20Информация%20Promass%2040E.pdf>, free (accessed date: 25.12.2017). (in russ.).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

[1] МИ 3272–2010. Счетчики-расходомеры массовые. Методика поверки на месте эксплуатации компакт-прувером в комплекте с турбинным преобразователем расхода и поточным преобразователем плотности. - Уфа: ОП ГНМЦ ОАО Нефтеавтоматика, 2010. - 50 с.

[2] Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (GUM 1995 with minor corrections). – Geneva: ISO (JCGM 100:2008), 2008. – 120 p. (англ.).

[3] ПМ X 33.1405-2005. Рекомендация «Оценивание неопределенности при проведении метрологических работ». - Харьков: ГП «Харьковстандартметрология», 2008. - 48 с.

[4] Информация по реестру государственной системы обеспечения единства измерений // Режим доступа: <https://www.memst.kz/eu/reestrGSI.php>, свободный (дата обращения: 25.12.2017).

[5] Proline Promass 40 E. Измерительная система измерения массового расхода с низкой стоимостью и базовой функциональностью. Экономичная альтернатива обычным объемным расходомерам. Техническая информация // Режим доступа: <http://www.reduktor-mex.ru/files/u/catalog/new/Tex.%20Информация%20Promass%2040E.pdf>, свободный (дата обращения: 25.12.2017).

## КОРИОЛИС ШЫҒЫН ӨЛШЕГІШТЕРІНІҢ ӨЛШЕУ БЕЛГІСІЗДІГІН БАҒАЛАУ ҮШІН БАҒДАРЛАМА ҚҰРУ

С. Г. Хан<sup>1</sup>, А. Е. Ташибаева<sup>1</sup>, Г. Букаева<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Алматы энергетика және байланыс университеті, Алматы қ., Қазақстан

**Аңдатпа.** Жұмыстың өзектілігі мұнайды есепке алу тораптарында орнатылған кориолис шығын өлшегіштерінің дәлдігі мен тиімділігін бақылау мақсатында өткізілетін мерзімді тексеру қажеттілігімен байланысты.

Қазіргі кезде қолданыстағы кориолис шығын өлшегіштерінің тексеру әдістемелері тексерілетін өлшеу құралдарының қателіктерін есептеуді қамтиды. Өлшеу белгісіздігін бағалайтын бағдарламаны құрастырудың қажеттілігі өлшеу құралдарының тексеру әдістемесіне өлшеу нәтижелеріндегі белгісіздіктің есептемесін қосу ҚР метрологиялық қызметтің талабына байланысты болып отыр.

LabVIEW 2014 графикалық бағдарламау ортасында ҚР МӨЖ тізіліміне енгізілген үш түрлі кориолис шығын өлшегіштерінің өлшеу белгісіздігін бағалайтын бағдарламасы сипатталған.

Optimass 2000 кориолис шығын өлшегішін салыстырып тексеру нәтижелері келтірілген, А және В типті стандарттық белгісіздіктері және тексерілетін өлшегіштің жиынтық және кеңейтілген белгісіздіктері есептеліп, өлшеу белгісіздігінің бюджеті құрастырылған.

**Кілттік сөздер:** өлшеу белгісіздігін есептеу, тексеру әдістемесі, кориолис шығын өлшегіші, LabVIEW 2014.

## РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ РАСЧЕТА НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ КОРИОЛИСОВЫХ РАСХОДОМЕРОВ

С. Г. Хан<sup>1</sup>, А. Е. Ташибаева<sup>1</sup>, Г. Букаева<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Алматинский университет энергетики и связи, г. Алматы, Казахстан

**Аннотация.** Актуальность работы связана с необходимостью проведения периодических проверок кориолисовых расходомеров, установленных на коммерческих узлах учета нефти и нефтепродуктов, с целью контроля их точности и работоспособности.

Существующие методики проверки кориолисовых расходомеров включают в себя расчет погрешности поверяемых средств измерения. Разработка программы расчета неопределенности измерений обусловлена требованием метрологической службы РК, связанным с включением в методику проверки средств измерений расчета неопределенности их результатов измерений.

Описана разработанная программа оценки неопределенности измерения трех типов кориолисовых расходомеров, внесенных в Государственный реестр средств измерений Республики Казахстан, в среде графического программирования LabVIEW 2014.

Приведены результаты проверки кориолисового расходомера Optimass 2000, рассчитаны стандартные неопределенности по типу А и типу В, суммарная и расширенная неопределенности погрешности поверяемого расходомера, составлен бюджет неопределенности измерения.

**Ключевые слова:** расчет неопределенности измерения, методика проверки, кориолисовый расходомер, LabVIEW 2014.

МРНТИ 681.121.89.082.4

Б. А. Чернов<sup>1</sup>, Н. Б. Чернова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Алматинский университет энергетики и связи, г. Алматы, Казахстан

## МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ПАРАМЕТРОВ, ИЗМЕРЯЕМЫХ УЛЬТРАЗВУКОВЫМ РАСХОДОМЕРОМ

**Аннотация.** Значение расходомеров жидкости очень велико. Они необходимы для управления производством во многих отраслях промышленности. Без них нельзя обеспечить оптимальный режим технологических процессов. Эти приборы требуются также для автоматизации производства и достижения при этом его максимальной эффективности.

В статье рассматриваются существующие и перспективные математические модели ультразвукового времяимпульсного расходомера. Для базового случая получено несколько вариантов аналитических математических моделей скорости потока, объёмного расхода, скорости звука в жидкости, дополнительной задержки сигнала и гидродинамического коэффициента. Для скорости потока и объёмного расхода получены модели как с применением, так и без применения скорости звука в жидкости.

Показано, что подающим трубопроводам источников тепла свойственна турбулентность течения теплоносителя. Отмечается, что разработанные модели успешно опробованы при эксплуатации расходомера «ВЗЛЁТ» на ТЭЦ-2 г. Алматы.

**Ключевые слова:** ультразвуковой расходомер, математические модели, скорости потока и звука, объёмный расход, дополнительная задержка.

Ультразвуковыми называются расходомеры, основанные на измерении зависящего от расхода жидкости акустического эффекта, возникающего при прохождении ультразвуковых колебаний через поток жидкости. Главное распространение из них получили времяимпульсные расходомеры, в которых измеряется время прохождения ультразвуковых сигналов (УЗС) по потоку и против него. Данные расходомеры получают всё большее применение, в том числе для коммерческого учёта, благодаря широким диапазонам температуры и давления контролируемой жидкости, большому диапазону диаметра трубопроводов 10-10<sup>4</sup> мм, высокой точности измерений [3, 4].

Все современные ультразвуковые расходомеры являются микропроцессорными приборами, имеющими сложные алгоритмы функционирования. Математические модели (ММ) ультразвуковых расходомеров применяются повсеместно [1, 3, 4], в том числе при их настройке, наладке и анализе погрешностей [6-9].

Цель данной работы – детальное рассмотрение существующих и перспективных ММ для ультразвукового расходомера, представляющих интерес для разработчиков контрольно-измерительных приборов и соответствующего эксплуатационного персонала.

Времяимпульсные расходомеры весьма разнообразны. Поэтому ограничимся базовым случаем, когда пара электроакустических преобразователей (ПЭА) установлены в диаметральной плоскости трубопровода по Z-схеме (без отражения от внутренней поверхности трубопровода). Тогда УЗС проходят в контролируемой жидкости путь длиной  $L_B$  под некоторым углом  $\alpha$  к оси трубопровода. Обозначим  $V_B$  скорость потока, усреднённую по длине  $L_B$  (вдоль луча УЗС). Её проекция на направление  $L_B$  будет  $V_B \cos \alpha$ . Если УЗС направлен в сторону движения потока, то время  $\tau_1$  прохождения УЗС расстояния  $L_B$  будет равно  $\tau_1 = L_B / (S + V_B \cos \alpha)$ , где  $S$  – скорость УЗС (звука, ультразвука) в неподвижной жидкости. При обратном направлении УЗС время  $\tau_2$  прохождения им того же расстояния  $L_B$  будет больше и равно  $\tau_2 = L_B / (S - V_B \cos \alpha)$ . Придадим этим уравнениям другой вид:

$$S + V_B \cos \alpha = L_B / \tau_1; \quad S - V_B \cos \alpha = L_B / \tau_2. \quad (1)$$

Вычитая из первого уравнения (1) второе, после преобразований можно получить:

$$V_B = L_B (1/\tau_1 - 1/\tau_2) / 2 \cos \alpha = L_B (\tau_2 - \tau_1) / (2 \cos \alpha \tau_1 \tau_2) = L_B^2 (\tau_2 - \tau_1) / (2 L_0 \tau_1 \tau_2), \quad (2)$$

где  $L_B$  – база прибора, т. е. расстояние между излучающими поверхностями ПЭА;  
 $L_0 = L_B \cos \alpha$  – осевая база прибора, т. е. проекция отрезка  $L_B$  на ось трубопровода.

Тогда объёмный расход потока жидкости

$$F = \pi D^2 V_B K_G / 4 = \pi D^2 L_B^2 (\tau_2 - \tau_1) K_G / (8 L_0 \tau_1 \tau_2), \quad (3)$$

где  $D$  – внутренний диаметр цилиндрического трубопровода;

$K_G = V_C / V_B$  – гидродинамический коэффициент, т. е. поправочный множитель, учитывающий профиль скоростей потока;

$V_C$  – скорость потока, усреднённая по площади сечения трубопровода.

Достоинство полученных формул (2, 3) состоит в том, что в них не входит скорость звука  $S$ , которая может быть переменной и/или неизвестной. Однако требуется определение  $\tau_1$  и  $\tau_2$ . Складывая уравнения (1), после преобразований можно получить формулу для вычисления скорости звука  $S$ :

$$S = L_B (1/\tau_2 + 1/\tau_1) / 2 = L_B (\tau_1 + \tau_2) / (2 \tau_1 \tau_2), \quad (4)$$

Формулы (2-4) примечательны тем, что они получены без каких-либо упрощений. Однако их применение ограничивается трудностью измерения  $\tau_1$  и  $\tau_2$ . Значительно проще измеряется полное время  $T_1$  и  $T_2$  прохождения УЗС по измерительному каналу:

$$T_1 = \tau_1 + t_{д1}; \quad T_2 = \tau_2 + t_{д2}, \quad (5)$$

где  $t_{д1}$  и  $t_{д2}$  – дополнительные суммарные задержки УЗС во вторичном преобразователе расходомера, кабелях связи (длиною до 100 м и более), в стенках трубопровода (при накладных ПЭА), в обоих ПЭА при прохождении УЗС соответственно по и против потока жидкости.

Из (5) получим:

$$\tau_1 = T_1 - t_{д1}; \quad \tau_2 = T_2 - t_{д2}. \quad (6)$$

Непосредственная подстановка (6) в (2-4) нецелесообразна, так как величины  $t_{д1}$  и  $t_{д2}$  не могут быть рассчитаны точно или вообще неизвестны. Однако понятно, что  $t_{д1}$  и  $t_{д2}$  близки друг к другу, т. е.  $t_{д1} \approx t_{д2}$ . Для выполнения равенства  $t_{д1} = t_{д2} = t_{д}$  необходима полная идентичность свойств приёмно-передающего тракта УЗС в обоих направлениях. В общем же случае:

$$\tau_2 - \tau_1 = \Delta \tau = T_2 - t_{д2} - T_1 + t_{д1} = T_2 - T_1 - dT_0, \quad (7)$$

где  $dT_0 = t_{д2} - t_{д1}$  – разность времён прохождения УЗС при неподвижной жидкости, т. е. смещение нуля расходомера.

Для получения рабочих формул по нахождению параметров  $V_B$ ,  $F$ ,  $S$  и  $t_{д}$  выполним следующее. Из приведённых в начале статьи формул для  $\tau_1$  и  $\tau_2$  следует, что разность времён

$$\Delta \tau = \tau_2 - \tau_1 = L_B / (S - V_B \cos \alpha) - L_B / (S + V_B \cos \alpha) = 2 L_B V_B \cos \alpha / \{S^2 [1 - (V_B \cos \alpha / S)^2]\}. \quad (8)$$

Скорость звука  $S$  в жидкости обычно на несколько порядков превосходит скорость  $V_B$  её потока в трубопроводе. Например, наименьшая скорость звука в воде при атмосферном давлении равна 1403 м/с (при температуре 0 °С), а максимальная скорость потока в ультразвуковых расходомерах «ВЗЛЁТ» не превосходит 20 м/с [4]. Рекомендуемое же [4] значение угла  $\alpha$  составляет 45°. Отсюда следует:  $(V_B \cos \alpha / S)^2 = (20 \cdot 0,707 / 1403)^2 = 1,015 \cdot 10^{-4}$ . Поэтому можно пренебречь членом  $(V_B \cos \alpha / S)^2$  в знаменателе (8) и считать, что  $\Delta \tau = 2L_B V_B \cos \alpha / S^2$ . Тогда скорость потока, усреднённая вдоль луча УЗС:

$$V_B = S^2 \Delta \tau / (2L_B \cos \alpha) = S^2 \Delta \tau / (2L_0). \quad (9)$$

Подставляя (9) в формулу (3), для объёмного расхода получаем:

$$F = \pi D^2 V_B K_{\Gamma} / 4 = \pi D^2 S^2 K_{\Gamma} \Delta \tau / (8L_0). \quad (10)$$

В отличие от соотношений (2, 3), в полученных формулах (9, 10) используется дополнительный параметр – скорость звука  $S$ . Применяя (6, 7), преобразуем (9, 10, 4) к виду:

$$V_B = S^2 (T_2 - T_1 - dT_0) / (2L_0); \quad (11)$$

$$F = \pi D^2 S^2 K_{\Gamma} (T_2 - T_1 - dT_0) / (8L_0); \quad (12)$$

$$S = L_B [1/(T_2 - t_{д2}) + 1/(T_1 - t_{д1})] / 2. \quad (13)$$

После установки и калибровки нуля расходомера в последнем выражении можно принять  $t_{д1} = t_{д2} = t_{д}$  и записать

$$S = L_B [1/(T_2 - t_{д}) + 1/(T_1 - t_{д})] / 2. \quad (14)$$

Алгоритмы (4, 13, 14) необходимы не только для общего интереса, но и описывают возможные принципы работы системы автоматического измерения скорости звука (АИСЗ) в расходомере [6, 8, 9], поставляющей информацию в алгоритмы (9-12).

Так называемая «дополнительная задержка»  $t_{д}$  может быть найдена в явном виде путём решения получаемого из (14) приведённого квадратного уравнения:

$$t_{д}^2 - t_{д}(T_1 + T_2 - L_B / S) + T_1 T_2 - L_B (T_1 + T_2) / (2S) = 0. \quad (15)$$

Один из двух корней этого уравнения является искомым значением задержки:

$$t_{д} = 0,5(T_1 + T_2 - L_B / S) - \{ [0,5(T_1 + T_2 - L_B / S)]^2 + L_B (T_1 + T_2) / (2S) - T_1 T_2 \}^{0,5}. \quad (16)$$

При введении в эту формулу в режиме работы расходомера «калибровка дополнительной задержки» одномоментных величин  $S$ ,  $T_1$  и  $T_2$  получается искомое значение  $t_{д}$ , которое запоминается в расходомере и используется в системе уравнений (11, 12, 14) при последующих текущих вычислениях  $V_B(T_1, T_2, S)$ ,  $F(T_1, T_2, S)$  и  $S(T_1, T_2)$ , которые расходомер производит автоматически. При этом первоначальное значение  $S$  в режиме «калибровка дополнительной задержки» берётся из настроечных таблиц [6-9].

В прежних работах [6-9] для оценки скорости звука применялось более простое приближённое выражение:

$$S_T = 2L_B / (T_1 + T_2 - 2t_{д}), \quad (17)$$

из которого следуют также более простые в сравнении с (16) соотношения:

$$t_{\text{д}} = 0,5(T_1 + T_2) - L_{\text{Б}} / S_{\text{T}}; \quad t_{\text{д}} \approx 0,5(T_1 + T_2) - L_{\text{Б}} / S. \quad (18)$$

Используя (5), формулу (17) можно преобразовать к виду  $S_{\text{T}} = 2L_{\text{Б}} / (\tau_1 + \tau_2)$ . Это уравнение показывает, что  $S_{\text{T}}$  является средним значением скорости звука в жидкости за время прохождения УЗС в обоих направлениях отрезка  $L_{\text{Б}}$ . При неподвижной жидкости  $\tau_1 = \tau_2$  и формулы (4) и (17) дают одинаковые результаты.

Менее громоздкое, чем (16), соотношение для определения  $t_{\text{д}}$  можно получить и в неявном виде, например, из (14):

$$t_{\text{д}} = 0,5(T_1 + T_2) - S \cdot (T_2 - t_{\text{д}}) \cdot (T_1 - t_{\text{д}}) / L_{\text{Б}}. \quad (19)$$

Для реализации алгоритма (19) с обратными связями по величине  $t_{\text{д}}$  потребуется арифметический блок с тремя перемножителями и с входами для сигналов  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $S$ .

Формулы (11, 12) помогают понять принцип действия времяимпульсных ультразвуковых расходомеров. Из этих формул следует, что одним из основных параметров, который используется при измерении скорости потока и объёмного расхода, является скорость звука  $S$  в неподвижной контролируемой жидкости. Эта скорость зависит от химического состава жидкости, её температуры и давления и изменяется в большом диапазоне [6, 9]. Так, при температуре 25 °С скорость звука в автомобильном масле и в глицерине равна соответственно 870 и 1904 м/с. В расходомерах «ВЗЛЁТ» с помощью системы АИСЗ осуществляется измерение скорости звука в контролируемой жидкости непосредственно в каждом измерительном цикле, поэтому они могут работать на любой акустически прозрачной жидкости. Рабочая частота зондирующего сигнала расходомера равна 1 МГц.

Профиль (эпюра) скоростей потока оказывает существенное влияние на показания ультразвуковых расходомеров и их погрешность. УЗС реагирует на усреднённую по длине  $L_{\text{Б}}$  скорость  $V_{\text{Б}}$ , которая всегда больше скорости  $V_{\text{С}}$ , усреднённой по площади сечения трубопровода [3]. Тогда  $V_{\text{С}} = K_{\text{Г}} V_{\text{Б}}$ , где упоминавшийся ранее гидродинамический коэффициент  $K_{\text{Г}} < 1$ . Очевидно, что значение  $K_{\text{Г}}$  зависит от функции  $V(r)$ , представляющей собой зависимость скорости частиц жидкости от их расстояния  $r$  до оси трубопровода.

Для характеристики движущейся жидкости используется ряд понятий гидромеханики. В условиях, когда силы вязкого трения почти не влияют на движение жидкости, используется модель идеальной жидкости. В противном случае говорят о вязкой жидкости. Движение вязкой жидкости, при котором её отдельные слои скользят относительно друг друга, не перемешиваясь, называется ламинарным или слоистым. Особенностью ламинарного течения является его регулярность. Движение, сопровождающееся интенсивным перемешиванием слоёв, пульсациями и образованием вихрей, называется турбулентным. Быстрые и нерегулярные изменения потока жидкости при турбулентном течении происходят не из-за изменений действующих сил или внешних воздействий, а вследствие неустойчивости ламинарного течения при определённых условиях [1, 5].

Свойства жидкости характеризуются её плотностью, вязкостью и сжимаемостью. Вместо сжимаемости может использоваться скорость звука в жидкости. Поведение движущейся жидкости зависит от относительной роли динамического сопротивления (инерции) и вязкого трения и характеризуется числом Рейнольдса  $Re$ . Это число, а также числа Фруда  $F$ , Струхала  $Sh$  и Маха  $M$  являются безразмерными числами закона гидромеханического подобия течений.

При течении жидкости в длинных трубах число Рейнольдса определяется следующим образом [1, 5]:

$$Re = D\rho V_C / \eta = DV_C / \nu, \quad (20)$$

где  $\rho$  – плотность жидкости;

$\eta = \rho \nu$  – динамическая вязкость или коэффициент вязкого трения жидкости;

$\nu$  – кинематическая вязкость жидкости.

При осесимметричном турбулентном движении жидкости известны уравнения [3]:

$$V(r) = V_m(1 - r^2/R^2)^{-n}; \quad K_\Gamma(n) = 2n/(2n+1), \quad (21)$$

где  $V_m$  – максимальная скорость потока в центре трубы;

$R$  – внутренний радиус трубопровода;

$n$  – показатель, зависящий от безразмерного числа Рейнольдса  $Re$ .

При числах  $Re$ , равных  $4 \cdot 10^3$ ;  $2,3 \cdot 10^4$ ;  $1,1 \cdot 10^5$ ;  $1,1 \cdot 10^6$ ;  $3,2 \cdot 10^6$ , имеем соответственно значения  $n$ , равные 6,0; 6,6; 7,0; 8,8; 10,0. Таким образом, при увеличении  $Re$  от  $4 \cdot 10^3$  до  $3,2 \cdot 10^6$  коэффициент  $K_\Gamma$  возрастает от 0,9231 до 0,9524.

Кроме того, имеются формулы [3], позволяющие напрямую определять  $K_\Gamma$  без использования показателя  $n$ :

$$K_\Gamma(Re) = 1/[1 + 0,011(6,25 + 431Re^{-0,237})^{0,5}]; \quad K_\Gamma(Re) = 1/(1,119 - 0,011 \cdot \lg Re). \quad (22)$$

Первая из них получена на основе логарифмического закона распределения скоростей  $V(r)$ , вторая – экспериментально. Значения  $K_\Gamma$ , рассчитанные по второй формуле (22), близки к значениям, получаемым по второй формуле (21).

При ламинарном течении жидкости по трубе круглого сечения профиль скоростей является осесимметричным параболическим и распределение скоростей жидкости по сечению трубы выражается формулой [1, 3, 5]:

$$V(r) = V_m(1 - r^2/R^2), \quad (23)$$

для которой выполняется  $V_C = 0,5V_m$ ;  $V_B = 2V_m/3$ ;  $K_\Gamma = 0,75$ .

При малых скоростях потока, пока число  $Re$  существенно меньше критического значения  $Re_{кр}$ , течение любой жидкости будет ламинарным. При достижении  $Re_{кр}$  ламинарное течение сменяется турбулентным. Значения  $Re_{кр}$  для потока в цилиндрических трубах существенно зависят от состояния внутренней поверхности труб (в том числе её шероховатости) и условий втекания и могут лежать в интервале  $1200-10^4$  [1]. Для гладких труб  $Re_{кр} \approx 2300$ . С помощью специальных технических решений удаётся добиться затягивания ламинарного режима до  $Re_{кр} \approx 25000$  [5].

Профиль скорости при установившемся турбулентном течении потока отличается от параболического профиля ламинарного течения более быстрым возрастанием скорости у стенок (в пограничном слое), меньшей кривизной в осевой части. Из определяющего соотношения (20) следует, что ламинарный режим характерен для движения вязкой жидкости с малыми скоростями в трубах малого диаметра. Турбулентный же режим характерен для движения жидкости с малой вязкостью в трубах большого диаметра с большой скоростью, то есть с большим расходом.

Необходимо сказать, что вязкость любой жидкости очень сильно зависит от её температуры [1]. Например, вязкость воды при повышении температуры от 0 до 25 °С уменьшается вдвое, а при повышении температуры до 168 °С - уменьшается в 10 раз [4]. Зависимость вязкости воды от её температуры и давления дана в таблицах ГСССД [2].

Из сказанного следует, что в подающих трубопроводах источников тепла обеспечить ламинарность течения теплоносителя очень трудно. Потому что эти трубопроводы имеют

диаметр до 1000 мм и выше, по ним движется низковязкая горячая вода с температурой до 150 °С и расходом до 10000 м<sup>3</sup>/ч.

Отметим, что неустойчивость ламинарных течений и возникновение турбулентности – очень сложные вопросы, ещё далёкие от окончательного решения [5].

Ультразвуковые расходомеры, например «ВЗЛЁТ» работают с минимальной погрешностью при осесимметричном потоке жидкости [4]. Наличие гидравлических сопротивлений (колена, тройники, запорная арматура и т. д.) приводит к искажению профиля скоростей потока. Восстановление осесимметричного характера потока происходит на некотором расстоянии (по ходу движения жидкости) от гидравлического сопротивления. Поэтому для обеспечения осесимметричного профиля скоростей в плоскости установки ПЭА, размещение последних на трубопроводе должно быть выполнено таким образом, чтобы длина трубопровода до места измерения и после него соответствовала значениям, обеспечивающим заданную точность измерений. На этих прямолинейных участках должны отсутствовать любые дополнительные гидравлические сопротивления: клапаны, задвижки, конфузоры и диффузоры, гильзы для термометров и термодатчиков, отводы для манометров и др. Так, в [4] приведены минимальные значения длины прямолинейных участков трубопровода при типовом монтаже для различных схем установки ПЭА и видов местных гидравлических сопротивлений, а также при допустимых отклонениях от типового монтажа.

Приведём примеры расчётов с использованием полученных математических моделей. Исходную информацию возьмём из протокола допуска к эксплуатации расходомера горячей воды «ВЗЛЁТ» на подающем трубопроводе ТЭЦ-2 г. Алматы. Температура воды 136,3 °С; избыточное давление 1,126 МПа; объёмный расход  $\approx 2290$  м<sup>3</sup>/ч (пульсации);  $V_C \approx 0,9$  м/с (пульсации);  $L_B = 1448$  мм;  $L_0 = 1049,8$  мм;  $D = 997,3$  мм;  $S = 1494,2$  м/с; время разности  $T_2 - T_1 = 0,82$  мкс; время полусуммы  $0,5(T_1 + T_2) = 973,9$  мкс; кинематическая вязкость  $\nu = 0,2185$  сСт.

Выполним вспомогательные вычисления и из времён разности и полусуммы получим необходимые для дальнейшего  $T_2 = 974,31$  мкс и  $T_1 = 973,49$  мкс. Тогда, подставляя соответствующие приведённые выше исходные числовые данные в (16), вычислим  $t_d = 4,76$  мкс. Из (14) следует, что скорость звука в неподвижной воде  $S = 1494,11$  м/с и практически совпадает с исходным значением 1494,2 м/с.

Из (18) приближённое значение дополнительной задержки  $t_d \approx 973,9 \cdot 10^{-6} - 1,448/1494,2 = 4,82$  мкс, что незначительно отличается от 4,76 мкс. Скорость звука из (14) при приближённом значении  $t_d \approx 4,82$  мкс равна 1493,43 м/с, что также довольно близко к исходному значению.

Из (9) получается, что скорость потока, усреднённая вдоль луча УЗС, имеет значение:

$$V_B = S^2 \Delta t / (2L_0) = (1494,2)^2 \cdot 0,82 \cdot 10^{-6} / (2 \cdot 1,0498) = 0,872 \text{ м/с.}$$

Объёмный расход из (3) при  $K_\Gamma = 1$ :

$$F = \pi D^2 V_B K_\Gamma / 4 = \pi (0,9973)^2 \cdot 0,872 / 4 = 0,681 \text{ м}^3/\text{с} = 2452,2 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Без детального учёта влияния прямолинейных участков трубопровода при  $K_\Gamma = 1$  из (20) имеем:

$$\text{Re} = DV_C / \nu = 0,9973 \cdot 0,872 / (0,2185 \cdot 10^{-6}) = 398 \cdot 10^4.$$

Столь большое число Рейнольдса подтверждает ранее сказанное о турбулентности теплоносителя в подающих трубопроводах источников тепла.

## Выводы

1. Для ультразвукового расходомера с установкой ПЭА в диаметральной плоскости трубопровода по Z-схеме получены аналитические математические модели скорости потока, объёмного расхода, скорости звука в контролируемой жидкости, дополнительной задержки УЗС и гидродинамического коэффициента.

2. Для скорости потока и объёмного расхода жидкости получены модели как с применением, так и без применения скорости звука в контролируемой жидкости. Модели дополнительной задержки получены в явном и неявном виде, а также в приближённом варианте.

3. Показано, что подающим трубопроводам источников тепла свойственно турбулентное течение теплоносителя.

4. Полученные математические модели успешно опробованы при допуске в эксплуатацию расходомера «ВЗЛЁТ» на подающем трубопроводе ТЭЦ-2 г. Алматы.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Аленицын А. Г., Бутиков Е. И., Кондратьев А. С. Краткий физико-математический справочник. – М.: Наука, 1990. – 368 с.
- [2] Козлов А. Д. и др. Плотность, энтальпия и вязкость воды. – М.: МП «СИТИ», 1993. – 94 с.
- [3] Кремлёвский П. П. Расходомеры и счётчики количества. Справочник. – Л.: Машиностроение, 1989. - 701 с.
- [4] Расходомер-счётчик ультразвуковой многоканальный УРСВ ВЗЛЁТ МР. Инструкция по монтажу. – СПб.: ЗАО «ВЗЛЁТ», 2015. – 73 с.
- [5] Сивухин Д. В. Механика. – М.: Наука, 1989. – 576 с.
- [6] Чернов Б. А. Повышение точности настройки ультразвуковых расходомеров «ВЗЛЁТ» // Вестник АИЭС. – Алматы: НАО «АИЭС», 2010. - № 2 (9). - С. 28–30.
- [7] Чернов Б. А. Погрешности ультразвуковых расходомеров от расширения и деформации трубопровода при перепадах температуры и давления транспортируемой жидкости // Вестник АУЭС. – Алматы: НАО «АУЭС», 2011. - № 1 (12). - С. 17–20.
- [8] Чернов Б. А. Определение параметров ультразвуковых расходомеров при наладке // Вестник АУЭС. – Алматы: НАО «АУЭС», 2016. - № 2 (33). - С. 68–74.
- [9] Чернов Б. А., Чернова Н. Б. Получение информации о скорости звука в контролируемой среде при наладке ультразвуковых расходомеров // Вестник АУЭС. – Алматы: НАО «АУЭС», 2016. – № 4 (35). - С. 39–44.

## REFERENCES

- [1] Alenitsyn A. G., Butikov E. I., Kondratiev A.S. Brief physical-mathematical reference book. M.: Nauka. 1990. - 368 p. (in russ.).
- [2] Kozlov A. D., Kuznetsov V. M., Lachkov Y. V., Mamonov Y. V. Density, enthalpy and viscosity of water. M.: SE «CITY», 1993. - 94 p. (in russ.).
- [3] Kremlevski P. P. Flow meters and batch counter: Reference book. L.: Mechanical engineering, 1989. - 701 p. (in russ.).
- [4] The ultrasonic multichannel flowmeter-counter URSV VZLET MR. Assembly instructions. SPb.: CJSC «VZLET», 2015. - 73 p. (in russ.).
- [5] Sivukhin D. V. Mechanics: Manual for graduate students. M.: Nauka, 1989. - 576 p. (in russ.).
- [6] Chernov B. A. Improving the accuracy of settings of ultrasonic flowmeters "VZLET" // Bulletin of AIPET. – Almaty: NPJSC «AIPET», 2010. - № 2 (9). – P. 28-30 (in russ.).

[7] Chernov B. A. Uncertainty of ultrasonic flowmeters because of the expansion and deformation of the pipeline at differences of temperature and pressure of the transported fluid // Bulletin of AUPET. – Almaty: NPJSC «AUPET», 2011. - № 1 (12). – P. 17-20 (in russ.).

[8] Chernov B. A. Defining the parameters of ultrasonic flow meters during adjustment // Bulletin of AUPET. – Almaty: NPJSC «AUPET», 2016. - № 2 (33). – P. 68-74 (in russ.).

[9] Chernov B. A., Chernova N. B. Getting information about acoustic speed in a controlled medium during adjustment of ultrasonic flowmeters // Bulletin of AUPET. – Almaty: NPJSC «AUPET», 2016. - № 4 (35). – P. 39-44. (in russ.).

## УЛЬТРАДЫБЫСТЫ ШЫҒЫН ӨЛШЕУІШТЕРІМЕН ӨЛШЕНЕТІН ПАРАМЕТРЛЕРДІҢ МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛЬДЕРІ

Б. А. Чернов<sup>1</sup>, Н. Б. Чернова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Алматы энергетика және байланыс университеті, Алматы қ., Қазақстан

**Аңдатпа.** Акустикалық эффекттің сұйықтық шығынына тәуелділігін өлшеуге негізделген шығын өлшеуіштер ультрадыбысты деп аталады. Сұйықтық ағыны мен оған қарсы ультрадыбысты сигналдардың өту уақыты өлшенетін уақыт-импульсті аспаптар кең таралды. Осы шығын өлшеуіштері қызмет етудің күрделі алгоритмдері бар микропроцессорлы аспаптар болып табылады.

Мақалада бақылау-өлшеу аппаратурасын құрастырушылар мен эксплуатациялық қызметкерлерге қызығушылық тудыратын уақыт-импульсті шығын өлшеуіштің қазіргі және келешекті математикалық модельдері қарастырылған.

Негізгі жағдай үшін ағын жылдамдығы, көлемдік шығын, сұйықтықтағы дыбыс жылдамдығы, сигналды қосымша ұстау мен гидродинамикалық коэффициенттің аналитикалық модельдерінің бірнеше нұсқасы алынды. Ағын жылдамдығы мен көлемдік шығын үшін сұйықтықтағы дыбыс жылдамдығын қолдану мен қолданбаған жағдайдағы модельдері алынды.

Жылу көздерінің жеткізуші құбыржолдарында жылутасымалдағыш ағынының турбуленттілігі тән екендігі көрсетілген. Құрастырылған модельдер «ВЗЛЕТ» шығын өлшеуішін пайдалануда сәтті сыналды.

**Кілттік сөздер:** ультрадыбысты шығын өлшеуіш, математикалық модельдер, ағын мен дыбыс жылдамдықтары, көлемдік шығыр, қосымша ұстау.

## MATHEMATICAL MODELS OF PARAMETERS MEASURED BY ULTRASONIC FLOW-METER

B. A. Chernov<sup>1</sup>, N. B. Chernova<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Almaty University of Power Engineering and Telecommunication, Almaty, Kazakhstan

**Abstract.** Flow-meters based on the measurement of the flow-dependent liquid acoustic effect are called ultrasonic. The most common of them are pulse-time flow-meters, in which the propagation time of ultrasonic signals along the flow of liquid and against it is measured. These flow-meters are microprocessor devices with complex operation algorithms.

In the article, the existing and prospective mathematical models of pulse-time flow-meter, which are of interest to developers of instrumentation and operational personnel, are considered in detail.

For the base case, several variants of analytical models of flow rate, volume rate, acoustic speed in liquid, additional signal delay and hydrodynamic coefficient are obtained. For the flow and volume rates, models with or without the application of acoustic speed are obtained.

It is shown that the delivery pipeline of heat sources is characterized by flow turbulence of the heating agent. It is noted that the developed models have been successfully tested during the operation of the “VZLET” flow-meter at HEP-2 in Almaty.

**Key words:** ultrasonic flow-meter, mathematical models, flow rate and acoustic speed, volume rate, additional delay.

МРНТИ 49.27.31

Т. В. Голубева<sup>1</sup>, А. А. Асылхан<sup>1</sup>, Г. М. Әмірова<sup>1</sup>, Д. П. Жарылқасын<sup>1</sup>, Ж. М. Әмірова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Алматинский университет энергетики и связи, г. Алматы, Казахстан

## ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ОПОВЕЩЕНИЯ НА СТРОИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТАХ

**Аннотация.** В статье описана разработка IoT решения для борьбы с основными источниками опасности на рабочих объектах с учетом покрытия полного стека Internet of Things, включая физические сенсоры и облачное вычисление. Рассмотрена имеющаяся статистика из европейских источников. Предложен опытный стенд: одноплатный компьютер Raspberry Pi3 - основной элемент для обработки и сбора данных; Bluetooth Low Energy (BLE) iBeacon – маячки с низким энергопотреблением, выбранные для обнаружения предметов; поточный язык программирования Node-RED для построения основной архитектуры системы. Проведены испытания обнаружения маячков iBeacon основным устройством (Raspberry Pi3) на предмет скорости оповещения о наступающем столкновении в зависимости от схемы взаимодействия и расстояния, проведен подробный анализ полученных результатов.

**Ключевые слова:** Internet of Things, Raspberry Pi3, iBeacon, Bluetooth Low Energy (BLE), IBM Bluemix, Node-RED, безопасность.

В настоящее время государством уделяется большое внимание проблеме снижения производственного травматизма. Согласно статистике министерства труда и социальной защиты Республики Казахстан за первый квартал 2017 года от несчастных случаев на производстве пострадало на 14,7% меньше, чем за аналогичный период 2016 года - 342 человека. Число смертельных исходов снизилось за год на 8,5%, до 43 человек.

В многолетней динамике травматизм на производстве удается минимизировать с 2012 года. В 2013 число пострадавших снизилось на 9,4%, в дальнейшем, в 2014, - еще на 1,7%, в 2015 - сразу на 10,5%.

Материальные последствия несчастных случаев, связанных с трудовой деятельностью, росли до 2015 года. В 2015 году был отмечен спад по сравнению с 2014 годом сразу на 25,6%.

Значительное влияние на снижение количества несчастных случаев на производстве оказало внедрение новых технологий. Кроме улучшения технологий производства, были внедрены новые средства обеспечения безопасности труда.

Поскольку одним из наиболее рискованных производств считается строительство высотных объектов, снижение уровня опасных ситуаций при строительстве является приоритетной задачей для компаний. В результате этого является целесообразной разработка интеллектуальной системы оповещений для сотрудников строительных компаний [1].

Реализация системы оповещения может осуществляться двумя способами:

- а) с использованием приложения для смартфонов;
- б) путем разработки тестового стенда с использованием встроенной системы.

Хотя смартфоны стали частью сегодняшнего образа жизни, разработка приложения для использования на строительных площадках потребует взаимодействия с человеком. Этот факт сделал первый вариант менее желательным, поскольку из-за «человеческого фактора» рабочий может забыть включить приложение, когда он начнет работать. Разработка автоматической системы даст возможность решить проблемы с опасными ситуациями.

Система оповещения должна быть выполнена таким образом, чтобы иметь удобный интерфейс. Следовательно, возможно размещение устройства на защитном жилете. Системная схема системы оповещения показана на рисунке 1.

Планируется, что все устройства будут размещены либо на задней стороне, либо в зоне ремня безопасности, чтобы сделать ее более комфортной. Система оснащена переносным аккумуляторным блоком Lumsing 13400mAh. В [2] говорится, что максимальная потребляемая мощность Raspberry Pi3 составляет 1,34 ампер. Таким образом, в теории возможно управление системой в течение 10 часов. Батарею можно заряжать ночью через главный разъем или через порт USB 3.0.

BLE iBeacon может излучать сигнал, который может быть обнаружен устройством с поддержкой BLE, которым является Raspberry Pi3 в нашем случае. Одной из причин, почему Raspberry pi3 был выбран для этого проекта, является тот факт, что на данном микрокомпьютере есть BLE, который может быть запрограммирован для обнаружения маячков iBeacon и чтения их информации.

iBeacons могут работать в режиме вещания, где они отправляют определенные данные:

- 1) Apple префикс;
- 2) универсальный уникальный идентификатор (UUID);
- 3) major;
- 4) minor.

Следует также отметить, что между iBeacon и другими устройствами нет связи, то есть наш Raspberry Pi 3 может только читать публикуемые маячком данные. Хотя единственный способ взаимодействия с iBeacon - настроить UUID, Major, Minor с соответствующим программным обеспечением.

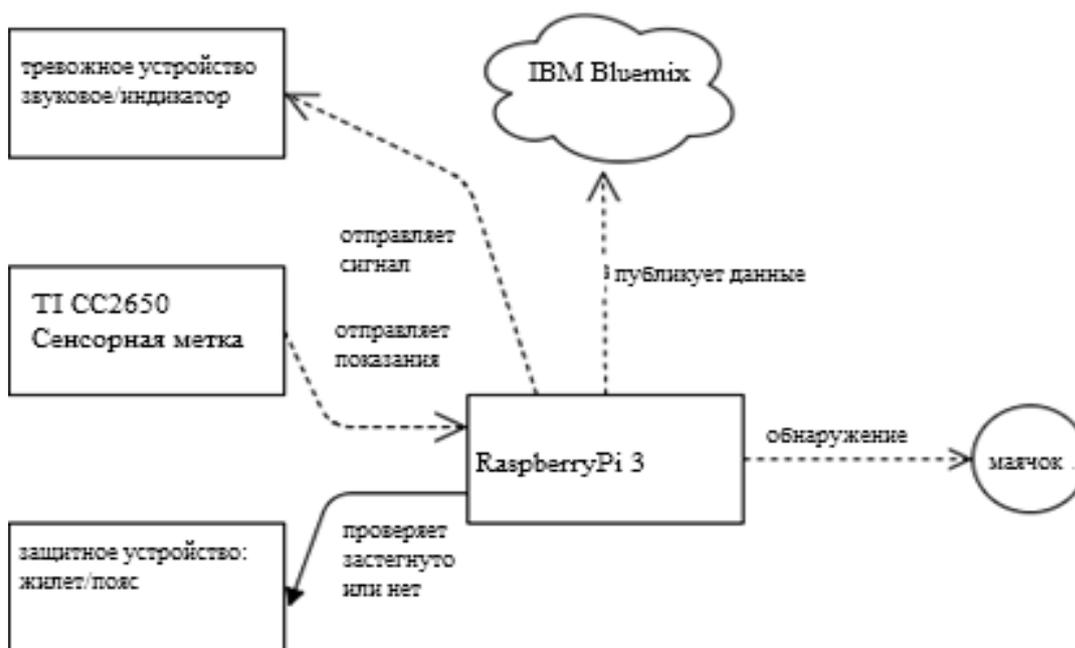


Рисунок 1 – Архитектура системы оповещения

Полезное свойство параметров Major и Minor заключается в том, что разработчик может назначить определенное число для определенного типа опасности, поэтому система может различать и отправлять определенные типы предупреждений работникам. В этом проекте для группировки и обозначения опасности назначаются Major 11 для транспортного средства, 123 для объектов, 22 для опасных краев.

Обнаружение маячков.

Для обнаружения пакетов данных, которые отправляет маячок, авторами разработана клиентская программа на базе Raspberry Pi3 с использованием языка программирования Node.JS.

```

1  var bleacon = require('bleacon');
2  var mqtt = require('mqtt');
3  var url = "mqtt://127.0.0.1:1883";
4  var clientId = "d:b827ebe7e7e8"
5  var client = mqtt.connect(url,
6  {
7    "clientId": clientId,
8    "username": "rpi3",
9    "password": "rpi3",
10   "keepalive": 30
11  })

```

Рисунок 2 – Переменные BeaconsScan

С командой `client.on('connect', function() {})`; запускается mqtt-соединение.

Теперь следующая часть кода обнаруживает маяки и отправляет данные как объект JSON с темой «scan» (`client.publish('scan', JSON.stringify(bleacon), function() {})`):

```

26 bleacon.on('discover', function(bleacon) {
27   console.log(JSON.stringify(bleacon));
28   client.publish('scan', JSON.stringify(bleacon), function() {});
29 });
30 bleacon.startScanning();

```

Рисунок 3 – Обнаружение данных, опубликованных маячком

Затем отправленные пакеты детектируются на локальном клиенте Raspberry Pi3.

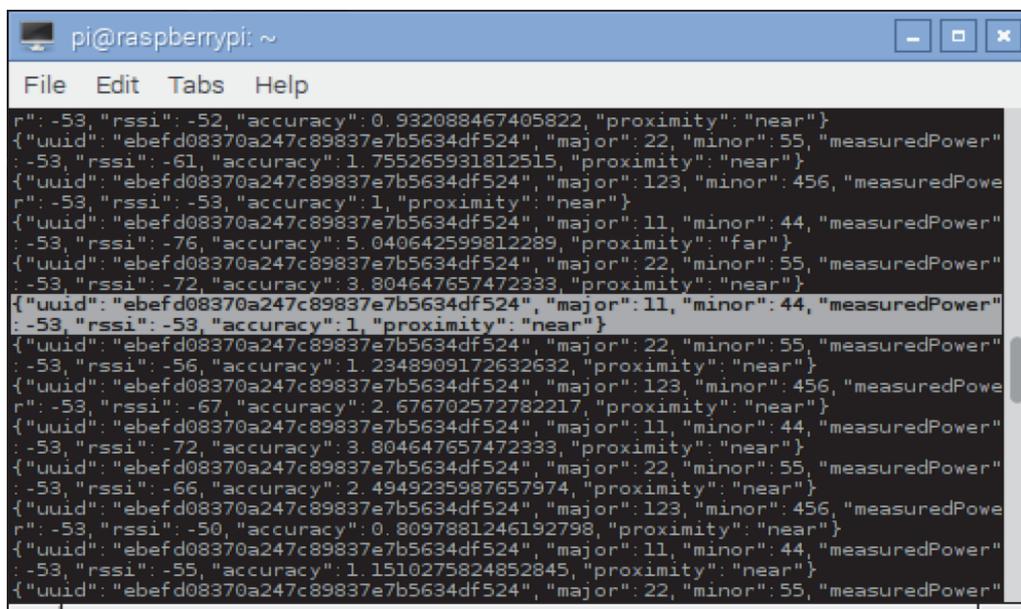


Рисунок 4 – Обнаруженные пакеты данных на локальном клиенте Raspberry Pi3, отправленные маячками

Расчёт дистанции между маячком и рабочим.

Для создания механизма по оповещению рабочих о возможном столкновении необходимо рассчитать дистанцию между маячком и Raspberry Pi3. Для этого

используются данные по RSSI (Received Signal Strength Indicator), отправленные маячком. Связь между дистанцией и RSSI может быть описана математической формулой ниже [3]:

$$RSSI = -(10 \times n \times \log_{10}(d) - A), \quad (1)$$

где  $RSSI$  – уровень принимаемого сигнала в  $dBm$ ,  
 $d$  – относительное расстояние между приемником и передатчиком,  
 $n$  – показатель распространения сигнала,  
 $A$  – опорная мощность принятого сигнала в  $dBm$  (measured power).

Из (1) возможно рассчитать дистанцию  $d$ :

$$d = 10^{\frac{A-RSSI}{10 \times n}} \quad (2)$$

Параметр  $n$  показывает, как уровень принимаемого сигнала уменьшается при увеличении расстояния между передатчиком и приемником. Окружающая среда является основным фактором для значения этого коэффициента (толщина стенки, ее материал и т. д.). Более того, этот коэффициент может быть определен только эмпирически [4]. Определить значение  $n$  по умолчанию довольно сложно для разных сред, поэтому оно должно быть определено в зависимости от местоположения работы устройства. В общем случае,  $n$  изменяется между 2 (свободным пространством) и 4.7 [4]. Теперь, когда математическая формула для вычисления расстояния найдена, данные, которые отправляются в локальную программу Node-RED, могут обрабатываться там, и на основе расчетного расстояния создается система оповещения.

Программирование системы оповещения в Node-RED.

Node-RED – язык поточного программирования на основе Node.JS. Первым делом нужно добавить узел Mqtt, который будет принимать данные, отправленные локальным клиентом по детектированию данных от маячков. Далее данные конвертируются в JSON объекты и разделяются по Major для определения типа опасности. Математические вычисления выполняются в Function узлах для определения дистанции до маячка. Однако, сигналы RSSI принимаются с шумом, поэтому для уравнивания его значения необходимо выбрать среднее арифметическое 10 значений RSSI. Теперь, когда получено значение дистанций до маячков, возможно определить, какие расстояния являются опасными, какие допустимыми. Традиционно уровень опасности в цветовом разделении имеет следующие обозначения:

- красный – опасный (1-5,5 м);
- желтый – допустимый (6-10 м);
- зеленый – безопасный (11 и далее).

Последним шагом в создании системы предупреждения о столкновениях с использованием LED является добавление входных узлов gpio GPIO в нашем потоке Node-RED (Рисунок 5). Узлы Truck Accuracy Detector, Object Accuracy Detector, Edge Accuracy Detector отправляют сообщение «1» в узлы GPIO gpio. Для завершения системы оповещения необходимо добавить триггерные узлы, чтобы светодиоды мигали. Красный светодиод имеет более длительный период мигания, который составляет 750 мс, что увеличивает вероятность наблюдения в случае опасности. Другие два светодиода имеют более короткие периоды мигания.

Тестирование системы.

В силу того, что связь между Raspberry Pi3 и iBeacon маячками реализована с помощью BLE, необходимо оценить влияние интерференции и точность показаний/вычислений.

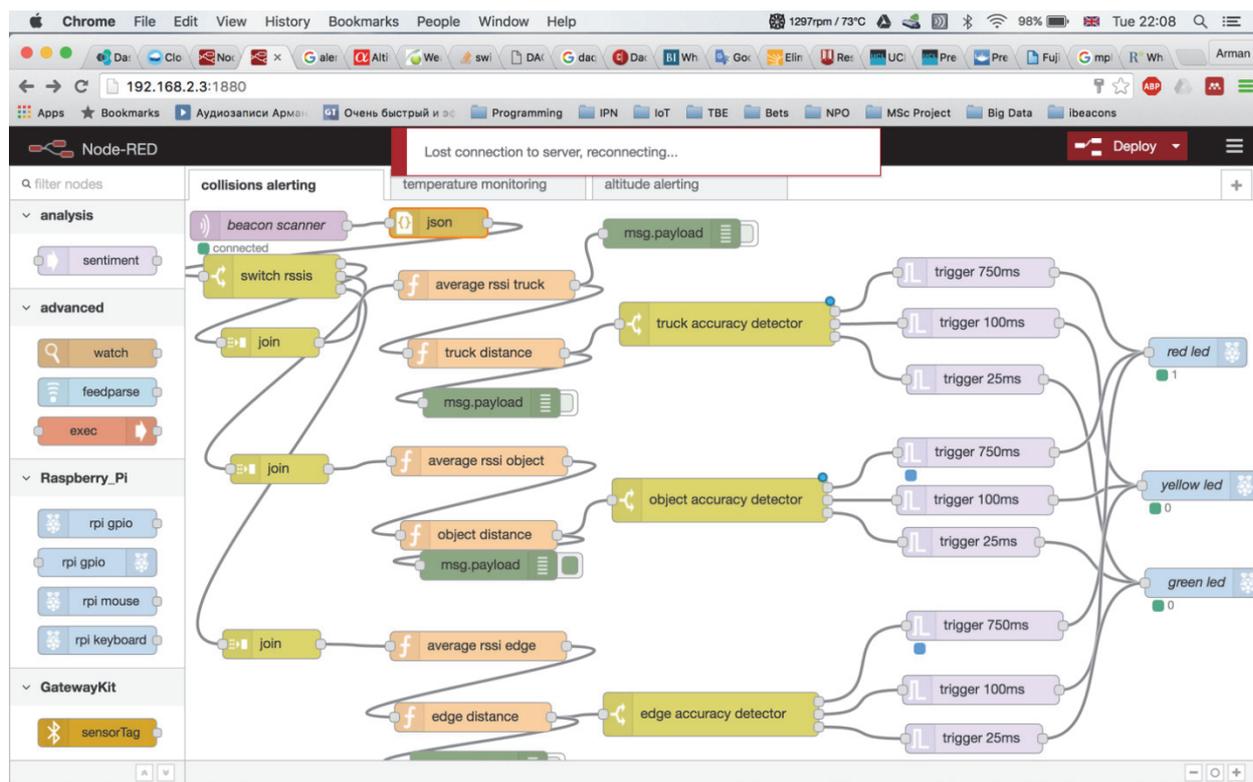


Рисунок 5 – Архитектура системы оповещения о потенциальных столкновениях с объектами

Тестирование системы проходило в помещении, полном людей, а также с Wifi точками для приближения условий к «сложным» (Рисунки 6, 7). Проведены эксперименты на расстояниях в 1, 5, 10 метров, а также по трем схемам:

- три маячка приближаются к системе по отдельности. При этом маячок Edge расположен рядом с маячком, симулируемым через смартфон (смартфоны iPhone имеют программное обеспечение, симулирующее функционирование телефона, как маяк);
- два маячка отдельно приближаются к системе;
- система приближается к маячкам.

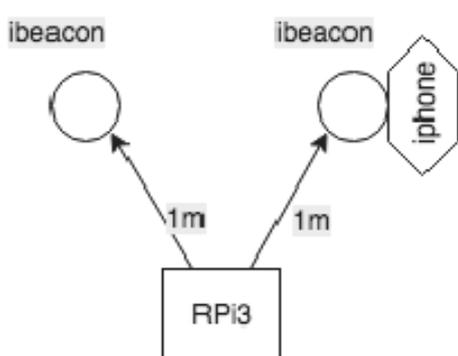


Рисунок 6 – Установка а

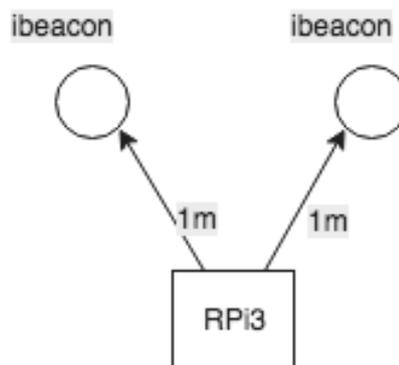


Рисунок 7 – Установка б

В последнем эксперименте авторы вместе с системой приближались к 2 маячкам:

- обычный маячок Jaalee iBeacon;
- маячок, симулированный при помощи iOS ПО.

Эксперимент занял около 10 секунд (Таблицы 1-3).

В ходе эксперимента система вычислила дистанцию для Edge beacon 7 раз, для Object beacon 13 раз.

Таблица 1 – Результаты экспериментов для установок 1а и 1б (1 метр)

Установка 1:1 метр		с iOS симулированным маяком			без iOS симулированного маяка		
Тип маяка	Тип измерений	Кол-во измерений	Среднее значение	Стандартное отклонение	Кол-во измерений	Среднее значение	Стандартное отклонение
Edge	RSSI, dBm	1629	-69.26	3.94	2023	-61.89	8.12
	Средний RSSI, dBm	163	-69.28	2.507	202	-61.9	3.121
	Дистанция, м	163	2.413	0.3153	202	1.634	0.298
Object	RSSI, dBm	3240	-67.56	3.954	n/a	n/a	n/a
	Средний RSSI, dBm	324	-67.56	1.288	n/a	n/a	n/a
	Дистанция, м	324	1.764	0.1234	n/a	n/a	n/a
Truck	RSSI, dBm	1659	-73.13	8.226	1876	-69.81	11.04
	Средний RSSI, dBm	166	-73.13	2.671	187	-69.8	3.352
	Дистанция, м	166	2.967	0.3951	187	2.498	0.4491

Таблица 2 – Результаты экспериментов для установок 2а и 2б (5 метров)

Установка 2:5 метров		с iOS симулированным маяком			без iOS симулированного маяка		
Тип маяка	Тип измерений	Кол-во измерений	Среднее значение	Стандартное отклонение	Кол-во измерений	Среднее значение	Стандартное отклонение
Edge	RSSI, dBm	1348	-75.55	8.156	1537	-76.03	6.909
	Средний RSSI, dBm	134	-75.56	2.934	153	-76.01	2.469
	Дистанция, м	134	3.713	0.5798	153	4.898	0.5112
Object	RSSI, dBm	3530	-70.55	5.13	n/a	n/a	n/a
	Средний RSSI, dBm	353	-70.55	2.08	n/a	n/a	n/a
	Дистанция, м	353	2.197	0.2719	n/a	n/a	n/a
Truck	RSSI, dBm	1219	-81.11	6.387	1462	-81.95	6.583
	Средний RSSI, dBm	121	-81.1	2.3	146	-81.95	2.276
	Дистанция, м	121	5.086	0.6855	146	5.337	0.698

Таблица 3 – Результаты экспериментов для установок 3а и 3б (10 метров)

Установка 3:10 метров		с iOS симулированным маяком			без iOS симулированного маяка		
Тип маяка	Тип измерений	Кол-во измерений	Среднее значение	Стандартное отклонение	Кол-во измерений	Среднее значение	Стандартное отклонение
Edge	RSSI, dBm	1056	-80.63	6.639	1730	-82.02	6.929
	Средний RSSI, dBm	105	-80.66	2.657	173	-82.03	3.022
	Дистанция, м	105	6.971	0.7491	173	8.898	0.9393
Object	RSSI, dBm	2808	-77.14	5.03	n/a	n/a	n/a
	Средний RSSI, dBm	280	-77.14	2.403	n/a	n/a	n/a
	Дистанция, м	280	8.019	0.4578	n/a	n/a	n/a
Truck	RSSI, dBm	1164	-77.52	8.85	1778	-78.06	7.699
	Средний RSSI, dBm	116	-77.48	3.365	177	-78.06	3.278
	Дистанция, м	116	7.161	0.7174	177	7.809	0.8447

Анализ результатов.

Обратите внимание, что Jaalee iB001-N iBeacon маячки установлены как Edge и Truck маячки, а Object Beacon – симулирование с помощью iOS ПО. Из таблицы 1 видно, что скорость передачи пакетов почти в 3 раза выше для Object маячков. Для уравнивания значений RSSI взято среднее арифметическое значение 10 выборок измерений. Как видно, значения RSSI и RSSI среднее почти не изменились, но стандартное отклонение уменьшилось больше, чем в 2 раза в некоторых случаях.

Несмотря на то, что изначальное расстояние составляло 1 метр, средние рассчитанные дистанции для маяка Edge составляют 2,413 м со стандартным отклонением 0,3153 м, для Object маяка 1,764 м со стандартным отклонением 0,1234 м, для маяка Truck 2,967 м со стандартным отклонением 0,3951 м. Это означает, что система подсчитывала дистанцию с допуском в 2 м, тогда как фактическое расстояние составляло 1 м. Более высокая скорость передачи пакетов данных от маячков, по-видимому, дает более точные результаты.

Для установки б, без iOS-симулированного Object маяка, система рассчитывала расстояние для маяка Edge более точно (1,634 м с отклонением 0,298 м), тогда как для маяка Truck расчеты оставались более или менее одинаковыми (2,468 м с отклонением 0,4491 м). Кроме того, количество измерений RSSI также увеличилось на 20%, когда был отключен iOS-симулированный маяк (с 1629 по 2023).

В последнем эксперименте осуществлялось приближение к маякам Edge и Object со средней скоростью ходьбы 1,56 м/с. Эксперимент примерно занял 6 секунд. Расстояние было рассчитано для маяка Object в два раза быстрее (7 и 13 измерений). Следовательно, разрабатываемая система лучше оповещена о расстоянии. Для реагирования на потенциальную опасность человеку требуется около 3-4 секунд. Таким образом, система отвечает требованиям для оповещения, так как данные о расстоянии обновляются примерно каждые 1,5 секунды в зависимости от скорости вещания.

Другой момент, который следует подчеркнуть в отношении системы предупреждения, реализованной на iBeacon, заключается в том, что скорость вещания будет заметно влиять на систему, поскольку библиотека Bleacon для обнаружения маячков может отправлять данные только как объекты JSON один за другим, в результате чего маячки с более высокой скоростью вещания могут иметь большую вероятность быть обнаруженными библиотекой. Следовательно, это повлияет на количество измерений и усреднение значений.

Что же касается потребления энергии, по умолчанию маяки iB001-N jaalee (тип батареи CR2023) отправляют 1 сообщение в секунду, и производитель утверждает, что батарея с такой скоростью вещания должна работать около 12 месяцев. Однако для вычисления среднего RSSI от 10 выборок в секунду новая скорость вещания была установлена как 10 сообщений в секунду. Это значительно сократило срок службы батареи, а маяки перестали работать в течение 25 дней. Таким образом, увеличение скорости вещания приводит к увеличению энергопотребления на 93%, что не является хорошим результатом для строительной компании.

### **Заключение**

В ходе проведенных экспериментов было выявлено, что системе требуется проводить оценку расстояния каждые 2-3 секунды. Взяв 1,56 м/с в качестве средней скорости ходьбы, данная система оповещения подходит для обнаружения опасных зон (краев крыш) и объектов, тогда как для быстро движущихся объектов может потребоваться более быстрое обновление расстояния. Это однозначно требует увеличения скорости вещания маяка. Следует обратить внимание, что увеличение скорости вещания может уменьшить вероятность обнаружения других маячков с более низкой частотой вещания. В качестве возможного решения разработчики предлагают назначить маяки с

более высокой скоростью вещания для движущихся объектов (автомобили, грузовики). С другой стороны, чтобы усреднить значение авторы использовали среднее значение 10 выборок RSSI. Это также увеличивает время вычисления среднего RSSI. Использование другого типа фильтрации (например, фильтрация Калмана) может решить эту проблему. Кроме того, jaalee iB001-N является дешевым и низкокачественным видом маяка, так как система не получает измерения на расстояниях дальше 12 метров, что является аппаратным ограничением. Другой производитель с более высоким качеством также может улучшить обнаружение маяков, поскольку их передатчик может вещать с более высокой мощностью.

Предлагаемая авторами технология оповещения о приближении к опасной зоне может быть использована на любом производстве для снижения риска получения производственных травм.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Executive S. Health and safety in construction in Great Britain, 2013. - 2013, P. 1–16. (англ.).
- [2] Raspberry Pi FAQs, 2016. Available: <https://www.raspberrypi.org/help/faqs/>, free (англ.).
- [3] Qian Dong Q. and Dargie W. Evaluation of the reliability of RSSI for indoor localization // 2012 International Conference on Wireless Communications in Underground and Confined Areas. - 2012, P. 1–6. (англ.).
- [4] Aamodt K. CC2431 Location Engine // Available: <http://notes-application.abcelectronique.com/001/1-2091.pdf>, free (англ.).

### REFERENCES

- [1] Executive S., Health and safety in construction in Great Britain, 2013. - 2013, P. 1–16.
- [2] Raspberry Pi FAQs, 2016. Available: <https://www.raspberrypi.org/help/faqs/>, free.
- [3] Qian Dong Q. and Dargie W. Evaluation of the reliability of RSSI for indoor localization, in 2012 International Conference on Wireless Communications in Underground and Confined Areas, 2012, P. 1–6.
- [4] Aamodt K. CC2431 Location Engine // Available: <http://notes-application.abcelectronique.com/001/1-2091.pdf>, free.

### ЗИЯТКЕРЛІК ЖҮЙЕНІҢ ҚҰРЫЛЫС ОБЪЕКТІЛЕРІНДЕ ЕСКЕРТПЕЛЕРДІ ҚОЛДАНУ

Т. В. Голубева<sup>1</sup>, А. А. Асылхан<sup>1</sup>, Г. М. Әмірова<sup>1</sup>, Д. П. Жарылқасын<sup>1</sup>, Ж. М. Әмірова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Алматы энергетика және байланыс университеті, Алматы қ., Қазақстан

**Аңдатпа.** Мақалада Internet of Things толық жинағын, соның ішінде физикалық датчиктерді және бұлтты есептеулерді қамтитын жұмыс сайттарындағы қауіптердің негізгі көздерімен күресу үшін IoT шешімін әзірлеу сипатталады. Еуропалық ақпарат көздерінен алынған статистика қарастырылған. Мәліметтерді өңдеу және жинауға арналған негізгі элемент - бір панельдік Raspberry Pi3 компьютері; нысанды табуға бағытталған, төмен энергия тұтынатын Bluetooth Low Energy (BLE) iBeacon; жүйенің негізгі архитектурасын құруға арналған Node-RED бағдарламалаудың ағындық тілі сияқты тәжірибелік стендтер ұсынылған. Сұлбаның әрекеті мен арақашықтығына байланысты болатын соқтығысудың басталуы туралы хабарлау жылдамдығы нысанына iBeacon негізгі құрылғысынан (Raspberry Pi3) маяктарды алу сынақтары келтірілген, алынған нәтижелерге толық талдау жүргізілген.

**Кілттік сөздер:** Internet of Things, Raspberry Pi3, iBeacon, Bluetooth Low Energy (BLE), IBM Bluemix, Node-RED, қауіпсіздік.

## **IMPLEMENTATION OF A SMART ALERT SYSTEM ON CONSTRUCTION SITES**

**T. V. Golubeva<sup>1</sup>, A. A. Asylkhan<sup>1</sup>, G. M. Amirova<sup>1</sup>, D. P. Zharylkassyn<sup>1</sup>, Zh. M. Amirova<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Almaty University of Power Engineering and Telecommunications, Almaty, Kazakhstan

**Abstract.** The article describes the development of the IoT solution for combating main danger sources at work sites, taking into account the coverage of IoT full stack, including physical sensors and cloud computing. The available statistics from European sources is considered. The experimental booth is offered: single-board computer Raspberry Pi3 - basic element for data processing and collection; Bluetooth Low Energy (BLE) iBeacon - low energy consumption beacons selected for object detection; threaded programming language Node-RED, used to build the basic system architecture. The tests of iBeacon beacons detection by the main device (Raspberry Pi3) to define the speed of notification of the coming collision depending on the interaction and distance scheme were conducted. Detailed analysis of the results obtained was conducted.

**Key words:** Internet of Things, Raspberry Pi3, iBeacon, Bluetooth Low Energy (BLE), IBM Bluemix, Node-RED, safety.

**ИННОВАЦИИ В ВЫСШЕМ ОБРАЗОВАНИИ.  
ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ НАУКИ**

МРНТИ 78.21.14

**И. С. Асанов<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Академия Пограничной службы Комитета национальной безопасности Республики  
Казахстан, Алматы, Казахстан

**РАЗВИТИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ  
У ОБУЧАЕМЫХ ВОЕННЫХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ**

**Аннотация.** В статье освещен один из актуальных вопросов подготовки офицерских кадров в современных условиях. Показана сущность и особенности, условия и средства формирования и активизации технического мышления. Раскрыта компонентность технического мышления, обоснована целесообразность задачного подхода к развитию технического мышления у будущих офицеров посредством решения служебно-технических задач. Рассмотрена типология и приведены примеры таких задач в служебной и боевой деятельности военнослужащего.

Предложенные материалы позволяют внести определенный вклад в теорию развития технического мышления и могут использоваться в системе военно-профессионального образования, а также в процессе повышения квалификации преподавательского состава технических вузов. Кроме того, они играют важную роль в формировании у обучаемых навыков творческого подхода при поиске выхода из проблемных ситуаций нестандартного характера.

**Ключевые слова:** техническое мышление, творчество, служебно-техническая задача, курсанты, военное учебное заведение.

В условиях высокой степени технической оснащенности Вооруженных Сил офицеру приходится постоянно решать практические задачи, связанные с применением в службе сложной и разнообразной техники, ее обслуживанием, хранением, сбережением и ремонтом. Этому аспекту профессиональной деятельности офицера соответствует своеобразный характер мышления – мыслительные операции, направленные на решение практических задач служебно-технического содержания, а именно развития технического мышления.

Техническое мышление – психический процесс опосредствованного и обобщенного отражения технической деятельности, благодаря которому человек отражает существенные признаки и связи технических объектов и систем (сравнительно легко постигает структуру, главный принцип действия и функции технических устройств и технологических процессов, находя в них неполадки и эффективно устраняя их). Также на основе конструкторско-технологических знаний, умений и навыков может рационализировать старые или изобретать новые технические объекты и технологические методы [1].

Техническое мышление является одним из видов практического интеллекта. Оно развивается, формируется и проявляется в процессе решения главным образом технических задач (проблем). Техническое мышление бывает преимущественно продуктивным, совершается при помощи всех тех же мыслительных операций (анализ, абстрагирование, обобщение, синтез, конкретизация и др.), которые присущи и другим видам мышления [2].

Особенности многих технических задач, объектов, оперирование специфическими, техническими и технологическими понятиями придают техническому мышлению своеобразный характер, обуславливая преимущественное развитие определенных качеств ума. Техническое мышление не противостоит другим видам интеллектуальной деятельности офицера. Оно дополняет их, являясь необходимой составной частью мышления офицера в эпоху научно-технического прогресса и глубоких качественных

преобразований в тактике ведения современного боя. Поэтому, безусловно, развитие технического мышления является одной из самых актуальных задач профессиональной подготовки офицерских кадров.

Исследованиями Т. В. Кудрявцева установлено, что техническое мышление трехкомпонентно по своей внутренней психологической структуре. Теоретические (понятийные), образные (наглядные) и практические (действенные) его компоненты не только тесно взаимосвязаны, но и постоянно взаимодействуют. Каждый из них выступает в роли равноправного члена триединства.



Сущность технического мышления определяет его особенности.

Одна из особенностей – тесное единство теоретических и практических компонентов деятельности, непрерывное сочетание и взаимодействие мыслительных и практических действий. Каждое техническое (теоретическое) решение проверяется практикой. Вне приемов оперирования техническими понятиями и действиями техническая мысль, в принципе, невозможна. Критерием качественного решения служебно-технических задач является только практическая проверка.

Другая особенность технического мышления состоит в тесном взаимоотношении и взаимодействии технических понятий и образных компонентов деятельности. Образный компонент – это пространственное представление объектов или процессов, на которое направлено практическое действие. Без взаимодействия понятий и представлений решить многие служебно-технические задачи невозможно. Поэтому важную роль играют чертежи, схемы, графики и др.

Третья особенность технического мышления заключается в тесной взаимосвязи и взаимодействии образных и практических компонентов деятельности, в неразрывном сочетании наглядного представления действия и его практического осуществления. В ходе деятельности постоянно соотнобразуются с теоретически (мысленно) созданной субъективной моделью (алгоритмом, образом, схемой и т. п.) действий, обеспечивающих решение служебно-технической задачи.

Специфическая особенность технического мышления – его оперативность. Она проявляется в том, что требуется решить ту или иную служебно-техническую задачу в ограниченное время. Такое требование предъявляется, в частности, при получении сигналов о состоянии различных технических устройств, объектов и т. д. Оперативность технического мышления проявляется, кроме того, и в умении эффективно применять свои знания в нужный момент и в различных условиях.

Анализ содержания возникающих в профессиональной деятельности офицера служебно-технических задач показывает, что они большей частью носят проблемный характер. Только тот офицер сможет оперативно осмыслить возникшую в результате воздействия тех или иных факторов проблемную ситуацию, выявить в ней служебно-техническую задачу, найти и практически реализовать пути ее решения, который обладает развитым техническим мышлением. Все это требует такой постановки обучения будущих офицеров, чтобы оно формировало и развивало у них творческое техническое мышление.

Данное требование относится, прежде всего, к обучению курсантов по специальным техническим предметам, например, связи.

Процесс творчества чрезвычайно сложен. В каждом отдельном случае он протекает строго индивидуально. Задача преподавателя состоит в том, чтобы максимально активизировать и развить творческие способности курсантов, воспитать у них привычку к творчеству. Для этого следует как можно чаще ставить перед будущими офицерами ситуационные задачи, содержание которых требует творческого подхода к профессиональной деятельности.

Реализация данного принципа в практике подготовки курсантов по техническим дисциплинам в значительной мере достигается с помощью системы специально разработанных творческих служебно-технических задач. Чтобы соответствовать своему предназначению, они должны удовлетворять следующим основным условиям:

- проблемность;
- профессиональное содержание;
- максимальное приближение к служебно-техническим ситуациям (их элементам), возникающим в деятельности офицера.

Творческие служебно-технические задачи можно разделить на два типа: количественные (расчетные) и качественные (задачи-вопросы).

Как известно, количественные задачи вообще связаны с использованием формул, математическими расчетами, определением значения искомой величины и т. п. Творческие количественные задачи – это, в основном, задачи, в условиях которых отсутствует часть необходимых для их решения исходных данных. При решении таких задач курсанты определяют, какие дополнительные данные им нужны, где их можно найти, пользуются справочной литературой и т. д. Приведем пример реальной творческой количественной служебно-технической задачи, которая может возникнуть перед начальником пограничной заставы.

*Задача. Рассчитать по току и потере напряжения сеть переменного тока, питающую на пограничной заставе осветительную установку склада горюче-смазочных материалов с пунктом заправки. Установка состоит из двух параллельно соединенных светильников мощностью 200 Ватт каждый. Питающая сеть выполнена по двухпроводной системе (фаза плюс ноль) проводом с алюминиевыми жилами и резиновой изоляцией, проложенным в стальной трубе. Потеря напряжения в линии не должна превышать 2,5%. Длина линии 150 м.*

Как видно, содержание задачи требует применения расчетных формул, умения оценить обстановку, наличия справочной литературы, принятия решение о выборе сечений провода в зависимости от результатов расчетов по току нагрузки и потере напряжения в линии, составления схемы питающей сети. Необходимо также решать вопросы руководства прокладкой линии и ввода ее в эксплуатацию, которая и даст окончательную оценку качеству решения задачи.

Конечно же, приведенный пример нельзя считать характерным и типичным для деятельности войск в современных условиях. В тоже время практика показывает, что такие или подобные служебно-технические задачи возникают довольно часто. И офицер должен быть готов решать их.

Процесс решения количественных задач можно разбить на ряд этапов: запись текста задачи; выписка заданных величин и числовых значений, а также величин, которые требуется найти; приведение числовых величин к единой системе единиц (СИ); выполнение схемы или чертежа к задаче; осмысление ее содержания; поиски недостающих исходных данных; мысленное составление общего плана решения; собственно, решение задачи с соответствующей записью.

Исключительно важным является этап осмысливания содержания задачи. Подробное, всестороннее рассмотрение представленных в задаче объектов и явлений, а также закономерностей, которые характеризуют их количественно – это основное, на что

должно обращать особое внимание. От того, насколько глубоко курсант осмыслит содержание задачи, зависит правильность определения недостающих исходных данных и во многом решения задачи в целом.

Опыт передовых преподавателей свидетельствует, что главное в решении задачи – не математические вычисления с целью получения числового ответа, хотя и это важно. Главное – мысленное составление плана решения задачи, то есть ее смысловое решение. Целесообразно учить курсантов в ходе решения задачи мыслить не конкретными числовыми величинами, а решать ее в общем виде, без вычислений, то есть составлять алгоритм решения.

К качественным задачам относятся такие задачи, для решения которых не требуется никаких вычислений. Курсанты пользуются изученными законами и закономерностями, соотношениями, правилами и т. п., применяют их при анализе процессов и явлений, с которых идет речь в задаче. Большинство творческих задач являются качественными. В ходе занятий по техническим дисциплинам можно рекомендовать использовать следующие основные типы творческих качественных задач.

1. Задачи на выбор элементов схем, материалов, способов сборки схем, узлов и т. п. в зависимости от условий эксплуатации и технических требований. Решение этих задач требует восстановления в памяти изученного материала, выделения основных свойств, характеристик, параметров элементов, выбора наиболее подходящих из них для данных условий, анализа возможных результатов.

2. Задачи на сравнение и оценку эффективности применения приборов, элементов схем, способов выполнения работ и т. п. В ходе решения этих задач курсанты должны проанализировать достоинства и недостатки сравниваемых объектов, выделить наиболее существенные их свойства, сделать определенные выводы и обосновать их.

3. Задачи на определение зависимостей. Решение таких задач развивает у курсантов аналитический подход к оценке причинно-следственных связей между объектами и их свойствами, процессами, техническими требованиями.

4. Задачи на объяснение различных процессов и явлений. При решении подобных задач происходит перенос знаний, полученных курсантами в курсе дисциплин средней школы, для глубокого понимания и объяснения физической сущности процессов и явлений, происходящих в технических устройствах.

5. Задачи на достраивание принципиальных схем. Эти задачи, как и все задачи графического характера, которые требуют от курсантов умения «мыслить графически», повышают их графическую культуру.

6. Задачи на составление принципиальных схем изучаемых элементов технических средств. Такие задачи развивают у курсантов абстрактное техническое мышление, умение глубоко разбираться в принципе действия и устройстве изучаемого объекта, мысленно представлять себе взаимосвязанные его звенья и от пространственных представлений переходить к плоскостному, схематическому изображению. Решение подобных задач позволяет преподавателю добиваться более глубокого усвоения курсантами изучаемого материала и развивать у них элементы абстрактного технического мышления.

7. Задачи на внесение заданных изменений в уже имеющуюся конструкцию, схему. Решая задачи с элементами конструирования, курсанты, прежде всего, глубоко изучают те устройства, в которые предлагаются внести конструктивные изменения, приступают к разбору сущности условий, которым должна удовлетворять конструкция после внесения изменений, мобилизуя имеющиеся знания, навыки и умения, обосновывают принятое решение. Все это стимулирует творческое техническое мышление курсантов, закрепляет и расширяет их знания и практические навыки.

8. Задачи на восполнение недостающего звена в конструкции, схеме. Это также задачи с элементами конструирования, но уже более сложные. Решая данные задачи, должны предложить недостающее звено. При решении подобных задач происходит

перенос имеющихся знаний, навыков и умений в новую ситуацию, конкретизация их с учетом условия задачи.

Приведенные типы творческих задач не исчерпывают всех возможных и могут рассматриваться как ориентировочные. В совокупности задачи должны представлять определенную систему, соответствующую методике, избранной преподавателем, и отвечающую целям подготовки курсантов по техническим дисциплинам. Основным дидактическим требованием к системе задач является постепенное усложнение связей между величинами и понятиями, характеризующими объекты, процессы и явления, которые представлены в задачах.

Система задач должна включать оптимальное число репродуктивных и творческих, количественных и качественных задач, которые обеспечили бы достаточный уровень развития творческого мышления у будущих офицеров. Однако, оптимальное количественное соотношение различных задач в системе обучения пока не установлено. Это обуславливает необходимость проведения комплексных экспериментальных исследований, направленных на выявление и научное обоснование данного соотношения.

Решение задач по теме или отдельному вопросу какой-либо технической дисциплины целесообразно начинать с качественных задач, затем включать количественные, в условиях которых содержатся все исходные данные. В дальнейшем рекомендуется постепенно переходить к задачам, для решения которых требуется вспомнить и применить изученный ранее материал, произвести преобразование данных, найти недостающие величины в справочниках, таблицах и т. п.

Педагогический опыт свидетельствует, что при решении творческих задач курсанты проявляют максимальную самостоятельность мышления, развивают у себя способность оперировать знаниями в довольно сложных служебно-технических ситуациях, формируют навыки и умения творчески мыслить – анализировать, синтезировать, обобщать, делать выводы, оценки, выбирать наилучший для данных условий вариант принимать самостоятельные решения. Вместе с тем, развитие технического мышления курсантов не может быть ограничено только решением творческих количественных и качественных служебно-технических задач. Большое значение имеет также использование технических средств обучения и, прежде всего, тренажеров. Они позволяют создать ситуации различной сложности по диагностике и устранению неисправностей в технических устройствах.

Ситуации диагностического характера есть не что иное, как проблемные ситуации. Следует также отметить, что поиск и устранение неисправностей по своей сложности приближаются к высшему уровню проблемности в обучении: получив исходные данные, курсант сам формулирует задачу и решает ее, параллельно проверяя правильность решения. Однако этот уровень проблемности не должен препятствовать доступности подобных ситуаций для курсантов. Отсюда вытекают основные дидактические требования к ситуациям диагностического характера – доступность и постепенное возрастание степени трудности. С целью оказания помощи курсантам в выборе наиболее рациональных путей и средств нахождения повреждений на первых порах необходимо использовать методические рекомендации. Наряду с описанием работы схемы и назначения каждого ее элемента, они должны содержать алгоритм поиска, таблицу неисправностей и возможных причин их появления, а также путей ликвидации.

При этом основное внимание должно уделяться принципам поиска повреждений. Дело в том, что поиск далеко не каждой неисправности поддается алгоритмизации. Кроме того, обучение принципам поиска помогает курсантам самостоятельно ориентироваться в совершенно новых условиях. Курсанты должны уметь сами выявлять причинно-следственные связи в ходе поиска, а не получать их в готовом виде. Только тогда эти связи становятся объектом глубокого осознания и самостоятельных действий, а значит, и более эффективно развивают техническое мышление будущих офицеров.

Развитию технического мышления курсантов активно способствует изучение технической документации. Речь идет об изучении формуляров и паспортов электро- и радиотехнических приборов и аппаратуры, инструкций по их эксплуатации, обслуживанию и т. п. Чтобы эта работа была более целенаправленной, необходимо давать курсантам задания с конкретно поставленными вопросами. Ответы на них курсанты находят при изучении соответствующего документа. Это повышает активность курсантов и дает преподавателю возможность осуществлять контроль за их работой.

Благоприятные условия для формирования и развития технического мышления будущих офицеров создаются посредством их работы в военно-научных кружках при кафедрах. Здесь можно отметить такие формы, как написание рефератов, участие в круглых столах, научных семинарах и конференциях и, особенно, участие в техническом оборудовании учебных кабинетов кафедр.

### **Вывод**

Вышеизложенное в статье свидетельствует о том, что создание условий для формирования и развития технического мышления у будущих офицеров – это сложный и трудоемкий процесс. Он требует сосредоточения значительных усилий со стороны профессорско-преподавательского состава, научного понимания и четкого представления ими сущности и особенностей технического мышления, специфики его формирования и развития в военных учебных заведениях.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

- [1] Загвязинский В. И. Педагогические основы интеграции традиционных и новых методов в развивающем обучении. - Тюмень: Тюменский гос. университет, 2008. – 128 с.
- [2] Рапацевич Е. С. Педагогика. Большая современная энциклопедия. - Мн.: Современное слово, 2005. – 720 с.
- [3] Загвязинский В. И. Теория обучения. Современная интерпретация. - М.: Академия, 2010. – 187 с.

### **REFERENCES**

- [1] Zagvyazinski V. I. Pedagogical basis of traditional and new methods integration at developing training. – Tumen: Izdatelstvo Tum-GU, 2008. – 128 p. (in russ.).
- [2] Rapatsevich E. S. Pedagogy. Big modern encyclopedia. – Mn.: Sovremennoe slovo, 2005. – 720 p. (in russ.).
- [3] Zagvyazinski V. I. The theory of training. Modern interpretation. - M.: Akademia, 2010. – 187 p. (in russ.).

### **ӘСКЕРИ ОҚУ ОРЫНДАРЫНДА БІЛІМ АЛУШЫЛАРДЫҢ ТЕХНИКАЛЫҚ ОЙЛАУ ҚАБІЛЕТІН ДАМУ**

**И. С. Асанов<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Қазақстан Республикасы Ұлттық қауіпсіздік комитеті Шекара қызметі Академиясы,  
Алматы қ., Қазақстан

*Аңдатпа.* . Мақала техникалық ойлау қабілетін қалыптастыру және белсендету шарттары мен құралдарын, мағынасы мен ерекшелігін көрсете отырып, қазіргі таңда офицерлік кадрларды

даярлаудың маңызды мәселелерінің бірін қарастырады. Техникалық ойлау қабілетінің біліктілігін дамыту жан-жақты айтылған. Қызметтік-техникалық тапсырмаларға бағытталған есептерді шешу арқылы болашақ офицерлердің техникалық ойлау қабілетін дамытуда есептік тәсілдерді қолдану қажеттілігі дәлелденген. Аталған тапсырмалар мен есептердің типологиясы қарастырылып, осы тапсырмалардың әскери қызметтегі мысалдары келтірілген.

Келтірілген материалдар техникалық ойлау қабілеттілігін дамытуға өз үлесін қосып, әскери-кәсіптік білім беру жүйесінде қолданылуы тиіс, себебі әскери маманды даярлауда негізгі акцент оның кәсіби шеберлігіне жасалады. Сонымен қатар, келтірілген материалдар техникалық жоғарғы білім беру мекемелерінде оқытушылық құрамның кәсіби деңгейін жетілдіру үдерісінде, білім алушылардың стандартты емес проблемалық жағдайлардан шығу жолдарын іздеуде, творчестволық ізденіс қолдану қабілеттілігін қалыптастыруда қолданылуы тиіс.

**Кілттік сөздер:** техникалық ойлау қабілеті, творчество, қызметтік-техникалық тапсырма, курсанттар, әскери оқу орны.

## THE DEVELOPMENT OF TECHNICAL THINKING AT STUDENTS OF MILITARY EDUCATIONAL INSTITUTIONS

I. S. Assanov<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Border Service Academy of the National Security Committee of the Republic of Kazakhstan, Almaty, Kazakhstan

**Abstract.** The article describes one of the actual problems of officer personnel training in modern conditions showing the essence and peculiarities, conditions and means of formation and activation of technical thinking. The components of technical thinking are revealed. The practicability of task approach to the development of technical thinking at future officers by means of solving oriented to this service and technical tasks is justified. The typology is considered and the examples of such tasks in service and combat activity of the military man are brought.

The offered materials bring a definite contribution to the theory of critical thinking development and may be used in the system of military and professional education while training military specialist the main accent is made on his professionalism. The stated may also be used in the process of professional development of teacher staff of technical educational institutions, formation at learners the skills of creative approach by searching way from problem situations of non-standard character.

**Key words:** technical thinking, creativity, service and technical task, cadets, military educational institution.

IRSTI 14.35.07

L. H. Mazhitova<sup>1</sup>, A. M. Salamatina<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Almaty University of Power Engineering and Telecommunications, Almaty, Kazakhstan

## THE CONCEPT OF PROFESSIONALIZATION OF TEACHING PHYSICS AT TECHNICAL UNIVERSITY

**Abstract.** The article deals with the problem of improving the quality of teaching, the solution of which the authors associate with the professionalization of training (professionally directed training in physics, practice-oriented), and with the development of educational programs in trilingualism conditions. In connection with this, the concept of professionalization of training to improve the quality of students' training has been developed. It presents a system model of interrelated ways of understanding the pedagogical phenomena of the learning process for the successful professionalization of engineering education. Development of the concept allowed to create a system for the interaction of theory and methodology of training, realizing the professionalization of training through the applied orientation of training in the formation of professionally-oriented competences. Particular attention is paid to the discipline "Physics", which is the theoretical and practical basis for the training of future specialists in the field of engineering labour.

The obtained results of the research can be used in modern conditions for further improvement of the scientific and methodological foundations of teaching physics at a technical university.

**Key words:** practical-oriented training, the concept of professionalization of teaching, information and educational environment, goals and objectives of training.

At present, technical universities have a set of difficulties in improving the teaching of natural science disciplines, where physics has one of the leading roles in the professionalization of engineering education. This is due to a number of contradictions:

- between the high level of development of physical theories and the lack of practical implementation of them in engineering education in the context of the future professional activities of graduates of technical universities;

- between the existing system of physical education in technical universities and the insufficiently developed pedagogical model of the professionalization of learning physics in the context of integrating the Kazakhstani education system into the European educational space;

- between the need for professionalization of the content and structure of physical education of future bachelors in a technical university and the lack of methods for organizing effective pedagogical conditions for improving the effectiveness of the educational process.

This article presents the concept of professionalization of learning physics as a guiding idea for systemically highlighting the problems of improving the quality of training for technical university students on the basis of professionally oriented training that is based on the model of bachelor's activity in the engineering sphere of work. In this case, this concept can be presented as a system model of interrelated ways of understanding and interpreting the pedagogical phenomena of the educational process for the successful professionalization of engineering education. Moreover, this model as a system should reflect the structure and content of the concept of improving vocational training at the level of discipline and can be as an educational invariant in conditions of multilingualism (Kazakh, Russian, English), dictated by the activation of international cooperation, Kazakhstan's accession to the WTO and the formation of the international labour market.

Thus the development of the concept allows us to create a system for the interaction of theory and teaching methods, carrying out professionalization through the applied orientation of instruction, with the focus on the formation of professionally-oriented competence in physics.

The methodological block of the concept proceeds from the goals and objectives of the training and is developed on the basis of the person-oriented, competence-based and system-activity approaches and the principles of consistency, integrity and professional orientation.

Taking into account the social order for the formation of the future bachelor's personality and based on the bachelor's activities model in the sphere of energy and communications, a structural model (Figure 1) of the concept of the professionalization of teaching physics was constructed. It takes into account the following criteria and professionalization indicators:

- motives for choosing a profession and professional values;
- knowledge of the content of future professional activities;
- independence and creativity in solving theoretical and practical problems.

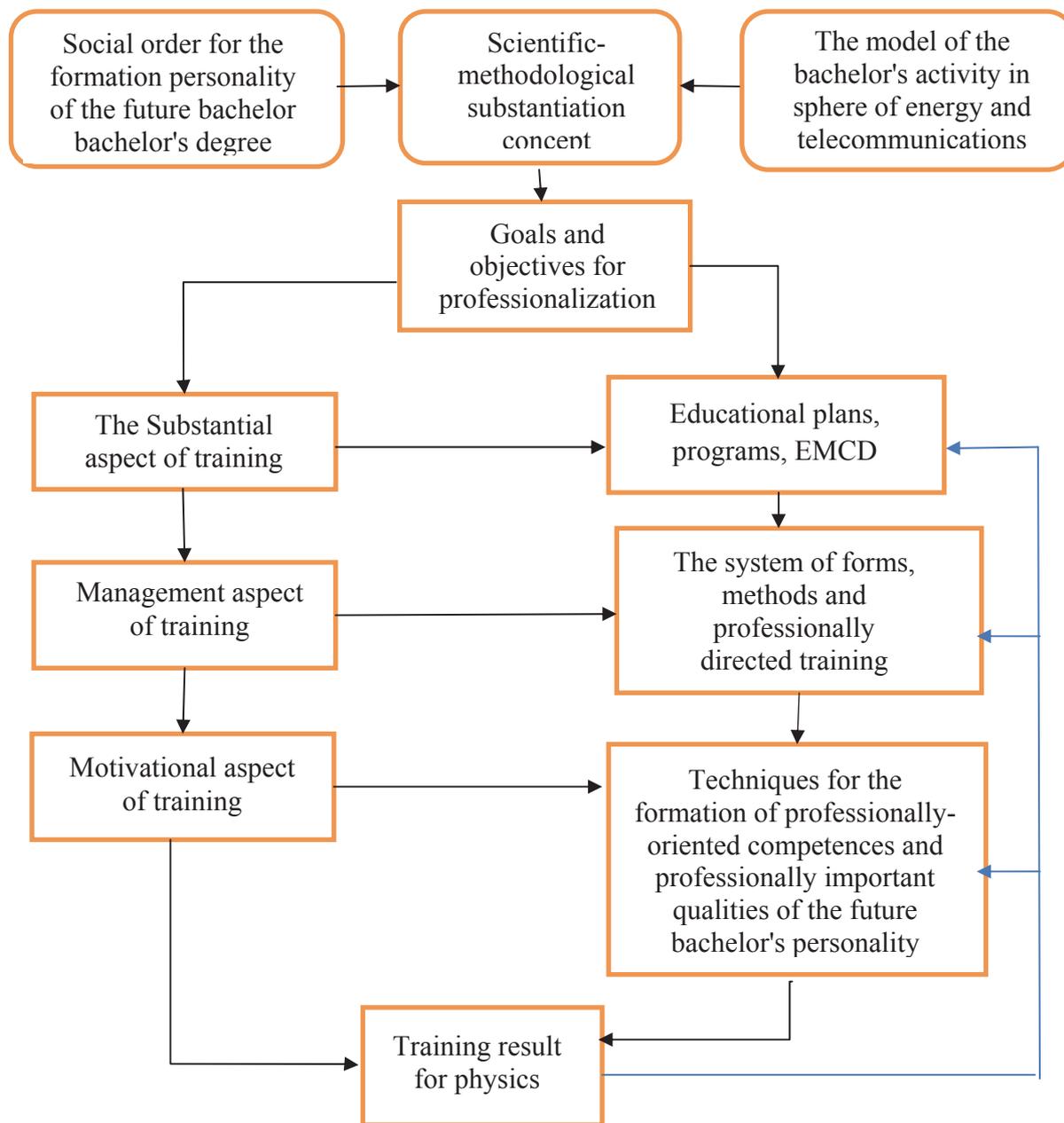


Figure 1 - Structural model of the professionalizing concept of teaching physics at the Technical University

The development of the presented conceptual model of the teaching physics professionalization makes it possible to take into account the requirements for the quality of training specialists in the sphere of engineering work, changing the objectives of training, curricula and programs, the introduction of new teaching technologies aimed at strengthening the role of independent activities of students. As can be seen from the diagram (Figure 1) in our case, we take into account both the quality of the learning conditions (information and

educational environment), the process (educational, research, management), and the result of the teaching professionalization (personal qualities, cognitive activity and motivation, conditions of multilingualism).

At the same time, this professionalization of training through professionally directed training was associated with the development of a model for the future bachelor's career, since professionally important qualities, forming activity and the object of future activity must be interrelated in a certain way [1]. The realization of such a model through the technology of training at the level of discipline is based on the connection between the main components of the training information environment [2], which includes the goals and objectives of the educating, the teaching and methodological complex of the discipline, used by both the teacher and students through the syllabus (it is constantly presented on the department's website), as well as methods, means and forms of learning and the monitored result of training in dynamics.

In connection with the fact that the introduction of the concept of the professionalization of the physics course developed by us in the conditions of technical university requires considerable expenditures and time, we will consider only some aspects of the education professionalization in the context of the formation of professionally oriented computations in the physics course.

Let's first consider the theoretical training of students. The survey showed that students do not spend almost any time studying the material of the previous lecture and especially the self-studying work of students (SWS), do not use additional literature to consolidate the knowledge obtained during the lectures and in the process of independent work. To activate cognitive activity at the lecture and stimulate independent work, the optimal direction was conversation and consultations at the SWS under supervision (SWSS) classes using small test tasks focused on the practical use of the acquired knowledge. The most successful was the formulation of tasks using computer technology.

A special place among the methodological guidelines for the independent mastering of the educational material is occupied by materials for SWS, which include detailed content of practice-oriented assignments, questions for self-studying and self-control on the topic under study.

Here are some examples of materials on SWS compiled for the future electric power industry:

Theme 8: Condensers. Capacity of flat, spherical and cylindrical capacitors.

Objective: to study the concept of capacitor electric capacitance; the configuration of the field of charged capacitors of various geometric shapes; to familiarize with the use of capacitors in the electric power industry.

8.1 Assignment:

8.1.1 The concept of the capacitor's electrical capacitance (write down the definition).

8.1.2. Consider electrostatic fields between the plates of flat, spherical and cylindrical capacitors; find using the Gauss theorem their strengths  $E(r)$  and express the potential difference ( $\varphi_1 - \varphi_2$ ) between the plates through the charge  $q$  of the plates.

8.1.3 Derive the formulas for the capacitances of flat, spherical and cylindrical capacitors.

8.1.4. Give examples of the use of capacitors in the electric power industry and of other engineering and industry branches.

Control questions:

8.2.1 What types of capacitors do you know (paper, polymer, electrolytic)? Where are they used?

8.2.2 What is the capacitor's electrical capacitance and what does it depend on?

8.2.3 What form do the electrostatic field lines have in the case of a charged capacitor: a) planar, b) spherical, c) cylindrical?

8.2.4 What form do equipotential fields have in the case of: a) flat, b) spherical and c) cylindrical charged capacitor?

8.2.5 What role do capacitors play in reducing cascading accidents in electric power systems?

The objectives of practical training in the physics course, for example, for the future electric power industry, are to build the students' skills and abilities to solve generalized typical problems of discipline (theoretical and experimental-practical training tasks) from various parts of physics as the basis for the ability to solve future professional tasks in the spheres of electric power industry and find individual ways of self-education in the future; to promote the development of students' creative thinking, the skills of independent cognitive activity. Practically-oriented training of students in the course of practical training is only effective when it is based on developing the skills of applying theoretical knowledge to solving practical problems. Only in this case will the didactic goals of the practical lesson be achieved: to deepen and consolidate knowledge, to teach them to apply; form competencies aimed at bridging the gap between learning outcomes and modern practice requirements. The content and structure of the practical lesson are discussed in detail in our articles ([1] and the reports of the research group).

It should be noted that for the organization of self-preparation, both the standard problem books specified in the syllabuses and the methodological instructions developed at the department with the content of the level tasks are used, as well as with methodological instructions for their implementation and requirements for the formulation of decisions.

At the same time, we give examples of new practice-oriented quality problems that we have developed:

1. How should wind wires on the coil (solenoid), so that its inductance  $L$  would be very small?

2. A metal rod fixed at one end can freely oscillate in the absence of a magnetic field, but in a magnetic field its oscillations rapidly decay. Why? Where does this phenomenon find its application?

3. Aluminum objects, as a rule, are not attracted to the magnet. If the aluminum disk (which can rotate) is located under the horseshoe magnet and promotes the magnet, the disc will also start to rotate. Why? Which way will the disk rotate? (The speedometer of the car works on this principle).

4. What property of elastic waves and how did geophysicists help to make a conclusion about the existence of the liquid core of the Earth?

It is known that graduates of engineering directions should be able to work with modern measuring devices; be able to process the data obtained during the measurement; understand graphs and be able to correctly represent the information obtained in the course of measurements on graphs and diagrams. This is precisely the purpose of laboratory studies that facilitate the organization of a close practice-oriented activity of teachers and students. Laboratory practice and the implementation of independent research (under the leading teachers of the department) within the physical laboratory are the most productive forms of mastering students in ways of independent work in practice. Strengthening of this component of the educational process is achieved in our case by using laboratory complexes, united by a single theme of physical theories and problems. This is especially true in connection with the introduction of elective courses in physics for most specialties. At present, each such complex is also oriented to independent research work related to the applied orientation of training in the orientation of competences related to the forthcoming professional activity. As an example, we can give the laboratory complex for electricity, where students get practical skills in self-assembly of the simplest schemes and their research in accordance with the non-standard task set before them. In this case, we achieve the formation of students not only practical skills of engineering work, but also enable them to disclose their ability to solve problems in conditions of partial or complete uncertainty.

In accordance with the main provisions of the professionalization of training bachelors in the engineering and technical sphere of work, the process of forming their personal qualities, carried out by giving the teaching and upbringing process and the content of vocational training at the university, is given a special place.

At the same time, the results of our research have shown that motivation for young people to enter a technical college, especially in the not very prestigious professions, is not professional interests, but other motives that do not indicate a conscious professional self-determination, but rather a social definition. Therefore, the professionalization of the educational process should include the formation of personal qualities, including professional-significant qualities, readiness for professional self-determination, professionally oriented competencies of the bachelor [3]. All this system of qualities can be formed only if there are stable motives of the teaching, motivational sphere in general, on which the personal cognitive activity of students depends, in the educational process and success in the future professional activity.

In this regard, teachers of the department developed a criterial-level structure of student motivation and determined the levels of the formation of positive motivation for learning.

It is known that criteria are understood as the leading sign of the studied object, phenomenon, process, on the basis of which an assessment, definition or classification of something is conducted. The selected criteria reflect the abstract level of the description of the measurement object - the motivation of students to study physics, while the measurement is aimed at obtaining answers that will be specific in nature. The indicator is a quantitative or qualitative characteristic of the selected criterion of the studied object.

Taking into account the above, criteria and indicators of students' positive motivation for teaching physics were determined, and also on its basis three levels of its formation were identified:

- score "0-3" - low level of formation of the considered criterion;
- score "4-8" - the average level;
- score "9-10" - high level;

Thus, the allocated criterial-level structure of the development of positive motivation of students to study physics makes it possible to evaluate and measure the current changes in the motivational sphere of students in the university and, on their basis, to develop the very method of forming positive motivation for students to learn.

We focused only on possible areas for improving the preparation of students in physics in the context of increasing the role of independent work in the context of the professionalization of education at technical university. From the results of the research it became clear that on the basis of systematic pedagogical research, it is possible to set and solve tasks to improve the teaching, which in turn leads to an increase in the professional skills of the teachers themselves and, as a result, to the improvement of the quality of training of trainees. The content and methodological basis of the concept is an invariant in learning in conditions of multilingualism and is a common vector in the direction of improving the quality of training and its applied orientation. At the same time, the teaching of physics in 3 languages introduces corrections in the teaching in English. There are additional difficulties from the analysis of the established multilingualism in teaching groups with the English language.

### **Conclusions**

The concept is presented as a system model of interrelated methods of interpretation of the pedagogical phenomena of the educational process for the successful professionalization of the natural science training of future bachelors at a technical university.

The ways of optimization of students' training in the context of the practice-oriented learning activity of students in trilingualism are presented.

The research in this direction will be continued, since it does not exhaust all the directions for the professionalization of the physics course teaching at the technical university.

## REFERENCES

- [1] Mazhitova L. H., Salamatina A. M., Bedelbayeva G. E. Science methods of teaching physics at technical universities. - Bulletin of AUPET. - Almaty: NJS "AUPET", 2017. - № 2 (37). - P. 50-56.
- [2] Mazhitova L. H., Nauryzbayeva G. K. Learning environment as a basis for realization of natural science training for bachelors. - Bulletin of the Academy of Pedagogical Sciences of Kazakhstan. – Almaty. 2013. - № 2. - P. 19-24. (in russ.).
- [3] Mazhitova L. H. and others. The role of pedagogical studies in improving the quality of training physics in the technical university. - Bulletin of AUPET. - Almaty: NJS "AUPET", 2017. - № 2 (37). - P. 57-64. (in russ).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Мажитова Л. Х., Саламатина А. М., Бедельбаева Г. Е. Научно-методические основы обучения физике в техническом университете. - Вестник АУЭС. - Алматы: НАО «АУЭС», 2017. - № 2 (37). - С. 50-56. (англ.).
- [2] Мажитова Л. Х., Наурызбаева Г. К. Инфосреда обучения как основа реализации естественнонаучной подготовки бакалавров. - Вестник Академии педагогических наук Казахстана. – Алматы: АПН РК, 2013. – № 2. – С. 19–24.
- [3] Мажитова Л. Х. и др. Роль педагогических исследований в повышении качества обучения физике в техническом университете. - Вестник АУЭС. - Алматы: НАО «АУЭС», 2017. - № 2 (37). - С. 57-64.

## ТЕХНИКАЛЫҚ УНИВЕРСИТЕТТЕ ФИЗИКАНЫ ОҚЫТУДЫ КӘСІБИЛЕНДІРУ КОНЦЕПЦИЯСЫ

Л. Х. Мажитова<sup>1</sup>, А. М. Саламатина<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Алматы энергетика және байланыс университеті, Алматы қ., Қазақстан

*Аңдатпа.* Мақалада авторлар шешімі кәсібилендіру дайындығымен байланыстырылған (физиканы тәжірибеге бағдарланған, кәсіби бағытта оқыту) және үш тілде білім беру бағдарламаларын дамытумен байланысты оқыту сапасын көтеру мәселесін қарастырылады. Осыған байланысты студенттерді дайындау сапасын арттыру мақсатында оқытуды кәсіби деңгейде дамыту концепциясы әзірленді. Инженерлік білім беруді табысты түрде кәсібилендіру үшін оқыту үрдісінің педагогикалық құбылыстарын түсіну әдістерінің өзара байланысқан жүйелік моделі ұсынылды. Концепцияларды әзірлеу кәсіби-бағдарланған құзыреттілікті қалыптастыруда, оқытудың қолданбалы бағыттылығы арқылы оқытуды кәсібилендіруді жүзеге асыратын теориялар мен дайындау әдістерінің өзара әрекеттесуі бойынша жүйе құруға мүмкіндік берді. Болашақ мамандарды инженерлік еңбекке үйретудің теориялық және практикалық негізі болып табылатын, «Физика» пәніне айрықша көңіл бөлінеді.

Зерттеуден алынған нәтижелер техникалық университеттерде физиканы оқытудың заманауи талаптарына сай ғылыми-әдістемелік негіздерді ары қарай жетілдіруге қызмет ететін дiңгек болып табылады.

*Кілттік сөздер:* машықтануға бағытталған оқыту, оқытуды кәсібилендіру концепциясы, ақпаратты-білім ортасы, оқытудың мақсаттары мен есептері.

**КОНЦЕПЦИЯ ПРОФЕССИОНАЛИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ  
В ТЕХНИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ**

**Л. Х. Мажитова<sup>1</sup>, А. М. Саламатина<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Алматинский университет энергетики и связи, г. Алматы, Казахстан

**Аннотация.** В статье рассматривается проблема повышения качества обучения, решение которой авторы связывают с профессионализацией подготовки (профессионально направленное обучение физике, практико-ориентированное), а также с развитием образовательных программ в условиях трехязычия. В связи с этим разработана концепция профессионализации обучения по улучшению качества подготовки студентов. В ней представлена системная модель взаимосвязанных между собой способов осмысления педагогических явлений учебного процесса по успешной профессионализации инженерного образования. Разработка концепции позволила создать систему по взаимодействию теории и методики подготовки, осуществляя профессионализацию обучения через прикладную направленность обучения по формированию профессионально-ориентированных компетенций. Особое внимание обращается на дисциплину «Физика», которая является теоретической и практической основой подготовки будущих специалистов в области инженерного труда.

Полученные результаты исследования могут быть использованы в современных условиях для дальнейшего совершенствования научно-методических основ обучения физике в техническом университете.

**Ключевые слова:** практико-ориентированное обучение, концепция профессионализации обучения, информационно-образовательная среда, цели и задачи обучения.

IRSTI 87.24.25

D. S. Orynbekova<sup>1</sup>, G. D. Sharakpayeva<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Almaty University of Power Engineering and Telecommunications, Almaty, Kazakhstan

### CATEGORY "LIFESTYLE" AS AN INSTRUMENT OF SOCIAL ANALYSIS

**Abstract.** The category "lifestyle" entered to scientific circulation recently, namely, in the second half of the 20th century. It allowed from the standpoint of social and humanitarian knowledge to approach the analysis of public consciousness and behavior of a person living in a society, focusing on characteristics that accumulate a special kind of universality. The way of life is formed under the influence of many factors that determine its national-specific characteristics and universal features. In its formation an important role is played by socio-psychological characteristics, mentality, identification, traditions, customs and culture. Thus the way of life, this complex integral formation, which reflects the generalized, typed behavior of people, formed under the influence of objective conditions and subjective aspirations.

**Key words:** lifestyle, society, culture, consciousness, man, analysis, quality of life.

During the period of the existence and development of a particular type of society, a gradual formation, then the establishment of its specific, special features take place. These features have a significant impact on the economic, political, cultural and other forms of people's livelihoods. The change in the social conditions of the existence of the human individual entails a change in the ways in which social life is organized, that is, the lifestyle. The notion of a "lifestyle" has entered the scientific revolution not today. As an instrument of social analysis, it became relevant and important in the 70-80s of the 20th century [1]. However, this concept, like other concepts that are close to it in terms of content: "life mode", "mode of production", "social life" quite often, are found in the writings of representatives of the philosophy of Marxism, in particular, in the works of Karl Marx and Friedrich Engels. In the late 50s, within the framework of the American economic science, the most interesting term "quality of life" was introduced into scientific circulation. In terms of it, it is similar to the category "lifestyle". It is quite natural that in the process of studying the basic spheres of life of human society, it must be borne in mind that the lifestyle can not be reduced to one, even to the main sphere of human existence, labor. It is represented by a combination of different indicators, a special way of their organization and interaction. The lifestyle is shaped not only by social, economic, political and other conditions, but also by the specific features of culture, ethnic and national characteristics of the people, as well as socio-psychological characteristics such as: identification, mentality, traditions, customs, rituals etc. The lifestyle is a rather complex social education, and therefore its philosophical sociological and economic research is rather difficult. It absorbs to a certain extent the characteristics that are studied by related narrowly specialized sociological theories, such as the sociology of labor and culture, ethnic sociology, the sociology of the city and village, everyday life, and so on.

The accumulated empirical and theoretical experience of studying the lifestyle allows us to single out several directions in its study:

1. The lifestyle is studied as a standard of living. In this case, attention is paid to the economic grounds of a lifestyle and on this basis conclusions are made about its maturity and compliance with world standards. The standard of living determines the standard of life, the basis of which is the amount of material and spiritual goods consumed, as well as the conditions of human life. In the scientific philosophical and sociological literature, the concept of "quality of life" mentioned above is used. For the first time, American economist J. Galbraith introduced it into scientific circulation, and the emergence of this term was due to the fact, such categories as "level of living", "standard of living" focus mainly on the quantitative characteristics of the

life activity of society. The concept of "lifestyle" is too general and requires its own special analysis.

2. The lifestyle is considered through the individual style of human life from the point of view of its social and psychological characteristics, that is, through the prism of ideas about personal well-being, happiness, success and comfort. Classification of life styles from the standpoint of self-regulation makes it possible to single out several models of human behavior that focus on his ideas about the meaning of life, based on attitudes toward hedonism, asceticism, pragmatism, contemplation and conformism.

3. The lifestyle is treated as a set of different types of activity in certain spheres of social reality. Interest in the way of life of human individuals is conditioned by the necessity of scientific analysis, within the framework of which not only the final results of people's activities are manifested, but also the processes of their real life activity in real conditions of existence. The category "lifestyle" is widely used to study social reality by representatives of various disciplines, such as: sociology, economics, philosophy, social psychology, and cultural studies [2].

The subject matter of these sciences is connected with the study of the social, economic and cultural life of people. The emergence and formation of many definitions of the category "lifestyle" occurs in the 60s of the XX century in the framework of social philosophy. The basis for the scientific discussions on this issue was the following problematic questions: (a) How do the positive or negative consequences of scientific and technological progress in the capitalist and, at that time, socialist countries affect the way of life of people and determine its quality? (b) What spheres of the vital activity of the human individual should be included in the concept of "lifestyle"? The generalized understanding of the problems of the lifestyle, worked out by modern philosophers, consists in the following: lifestyle is seen as a form of individual and group life activity of people, which is typical for historically concrete social relations. It, this form, manifests itself in their communication, behavior, thinking and influences spheres such as work, social and political activity, life and leisure. However, to date, despite the wide sense content and great cognitive capabilities of this category, it is practically not used. The reason for this state of affairs, apparently, consists not only in the shortcomings of the very concept of lifestyle, but in the specifics of its application in the Soviet era. According to many researchers, "the study of the problem of lifestyle was started and developed for a long time under the sign of ideological struggle."

In the Soviet period, the "lifestyle" mainly acted as an operational concept used to compare the analysis of two opposing social systems - socialist and capitalist. "Lifestyle" as a methodological concept is introduced into the scientific revolution of Soviet sociology in the status of an alternative means to the term "quality of life", proposed by Western sociology in the late 50s of the XX century. For the first time this concept appeared in the famous work of J. Galbraith "Society of Abundance", which subsequently led to the popularization of this concept and the rejection of categories like "standard of living" and "level of living." As a rule, the content of "quality of life" is understood as a highly effective method of assessing the social well-being of the population. The quality of life is a complex phenomenon of public life, each of its structural elements reflects the economic, social, legal, ideological and political relations that are formed in a particular society. The study of quality of life problems began in the mid-1960s, when a transition to the post-industrial stage of social development began to take place in the highly developed countries of the West.

Originating in the United States in the mid-1960s, the category of "quality of life" as a cumulative characteristic of human existence, immediately became the subject of scientific disputes between representatives of Western and Soviet science. B.Gross and G.Kleite have suggested that the allocation, based on social indicators, of individual models of the quality of life, will allow us to consider individual behavioral practices of the individual within the framework of a system of social indicators. Such representatives of science as E. Sheldon, W. Moore, G. Freeman insisted on the separation of the system of social indicators from the

influence of social processes on them, arguing that the social reality is too complex to be represented in certain models consisting of aggregates of social indicators and can help to fully and accurately weigh the consequences of decisions: the ideas of the above-mentioned researchers make it possible to impose the concept of "quality of life" by an independent methodological apparatus and highlight its importance against the background of such categories as "standard of living" and "level of living." In the scientific literature, the notion of "quality of life" has become widely used in the last decade of the 20th century, and usually implies real opportunities for a person in a given society, certain benefits, life perspectives and their subjective evaluation by the person himself. The most comprehensive list of quality of life components used in international comparisons and national assessments of developed countries includes the following blocks: public incomes, poverty and inequality, unemployment and labor utilization, dynamics of demographic processes, education and training, health, food and nutrition, housing conditions, infrastructure, communication, resources and quality of the natural environment, culture, social ties, family values, political and social stability and security, political activism and civil institutions.

In the early stages of the formation of human civilization, society is regarded as a single, holistic organism with an internal, functional division, in which the "upper", "middle" and "lower" layers were the largest constituent parts. The first general theoretical and methodological foundations for studying the social structure of estates and their way of life were laid down in the works of ancient philosophers: Plato, Aristotle and Euripides. In the work "The State", the ancient Greek philosopher Plato expounded his understanding of society. In his opinion, the state is divided into two states. One of them is poor, and the other is rich, and they all live together and in enmity to each other, they are haunted by fear and insecurity. According to Plato, all citizens enter into one of three classes: the rulers are philosophers who, based on the contemplation of ideas, govern the entire state; warriors, whose main goal is to protect the state from internal and external enemies, this class also includes officials; workers (farmers, artisans, doctors, actors) who support the state financially, delivering vital resources to it. Plato's assertion that society is of a class nature gave K. Popper grounds to call Plato "the first political ideologist to think in terms of classes." The philosopher Plato showed a highly stratified society in which the characteristic features of the ruling class are the equality of opportunities (chances), the complete elimination of private property and the concentration on general well-being. It should be emphasized that the basic principle of the class division of society according to Plato is the functional principle. Aristotle in his work "Politics" distinguishes three class elements of the state structure: 1) a very rich class; 2) very poor class; 3) the middle class is the basis for the stable and sustainable development of every society. Its members are most inclined to follow the principle of economic rationalism. The rich and the poor create a fertile ground for the development of crime and fraud in society. The best society, according to Aristotle, is formed from the middle class, and the state, where this class is more numerous and stronger than. "Upper" and "lower" classes combined, is in equilibrium and, therefore, is easier to manage. Aristotle identified three main features of the middle class. In his opinion, he makes a living by his labor, but is not poor; performs in society a stabilizing function and avoids the extremes peculiar to the poor and the rich due to their upbringing; is interested in the development of the state, including the economic one. Euripides offers his vision of a social system, from the standpoint of which "there are three classes of citizens: the first - idle rich, eager for even more enrichment; second - poor poor, full of envy and hatred of the rich, easy prey for demagogues. And between the two extremes are those who make the state safe and comply with the laws. In the writings of ancient Greek thinkers there is no description of a clear "structure of the middle class. Belonging to him in many respects was determined by the success of activity in the most diverse areas of public life. Thus owning a slave-owning economy, obtaining a certain income, could guarantee promotion in the state apparatus or in the military field. This served as the basis for enrolling in the middle class. Of an interest in the Renaissance are the ideas of the Italian thinker N. Machiavelli. Among the most significant of his works is the work "The Emperor", in

which he outlined the concept of the leader. According to this concept, a strong personality must be the leader, capable of resisting "fortune", accidental circumstances, opposing his energy and insight. N. Machiavelli believed that tension between the elite and the people is a constant feature of society and it explains the fear of each other. He sharply condemned the policy of the feudal aristocracy, which led to constant strife, which prevented the formation of a single state, but at the same time he feared "black mob", easily involved in adventures. His sympathies were on the side of the middle and upper strata of the trade and craft population of Italian cities. The English materialist philosopher T. Hobbes emphasized the equality of all people, and it must take the place of inequality in both power and privilege. He pointed out that people are striving to achieve power, and with it, and the privileges that they are greedy and insatiable in their desires for living blessings. The state T. Hobbes regards as the result of a social contract between people. The problem of human rights found its worthy reflection in the work of John Locke. To inalienable human rights, according to John Locke, belong three fundamental rights: to life, to liberty and property. The legal equality of individuals is a necessary condition for the existence and development of the state.

#### REFERENCES

- [1] Toshchenko Zh. T. Sociology. - M.: Yurait-M., 2001. – 572 p. (in russ.).  
[2] Antonov A. I. Family way of life in rural Russia. - M.: Key-S, 2007. - 236 p. (in russ.).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Тощенко Ж. Т. Социология. - М.: Юрайт-М, 2001. – 572 с.  
[2] Антонов А. И. Семейный образ жизни в сельской России. – М.: Ключ-С, 2007. - 236 с.

#### «ӨМІР САЛТЫ» ҰҒЫМЫ ӘЛЕУМЕТТІК САРАПТАУДЫҢ КҰРАЛЫ РЕТІНДЕ

**Д. С. Орынбекова<sup>1</sup>, Г. Д. Шаракпаева<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Алматы энергетика және байланыс университеті, Алматы қ., Қазақстан

*Аңдатпа.* «Өмір салты» ұғымы ғылыми айналымға ХХ ғасырдың екінші жартысында енді. Осы ұғым қоғамдық сана мен адам мінез-құлқына қауымдастық ерекше түрінің көрінісі ретінде назардағы сипаттамасына шоғырландырып, жүйелі тұрғыдан сараптама жасауға мүмкіндік берді. Эмпирикалық және теориялық тәжірибеге талдау жасай отырып, зерттеудің негізгі бағыттарын анықтауға мүмкіндік туды. Халық шаруашылығының әртүрлі саласында түсінікті себептермен табысты және тұрақты дамиды орта таптық құрылымын қалыптастыратын қазіргі заманғы өмір салты айрықша аталады. Сонымен бірге, өмір салты – бұл тек қана өмірдің сапасы, үлгісі және қалпы ғана емес, адамның өмір сүруге, бостандыққа және меншік иесі болуға құқын өзінше іске асыру мүмкіндігі екендігі айтылады.

*Кілттік сөздер:* өмір салты, өмір сапасы, қоғам, іс-әрекет, адам, еңбек, өмір сүру үлгісі, мәдениет.

КАТЕГОРИЯ «ОБРАЗ ЖИЗНИ» КАК ИНСТРУМЕНТ СОЦИАЛЬНОГО АНАЛИЗА

Д. С. Орынбекова<sup>1</sup>, Г. Д. Шаракпаева<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Алматинский университет энергетики и связи, г. Алматы, Казахстан

**Аннотация.** Категория «образ жизни» вошла в научный оборот во второй половине 20 века. Она позволила подойти к анализу общественного сознания и поведения человека с системных позиций, сосредоточив внимание на характеристиках, олицетворяющих особый вид всеобщности. Дан анализ эмпирического и теоретического опыта, который позволил выделить основные направления исследования. Подчеркивается, что современный образ жизни структурирует средний класс, который успешен и стабилен по понятным причинам в различных областях деятельности. При этом подчеркивается, что образ жизни – это не только качество, стиль и уклад жизни, но и своеобразная реализация прав человека на жизнь, свободу и собственность.

**Ключевые слова:** образ жизни, качество жизни, общество, деятельность, человек, труд, стиль жизни, культура.

---

МРНТИ 378.147=003

**В. С. Козлов<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Алматинский университет энергетики и связи, г. Алматы, Казахстан

### **ТРЕХЪЯЗЫЧИЕ В ВЫСШЕМ УЧЕБНОМ ЗАВЕДЕНИИ**

**Аннотация.** В статье рассматриваются пути решения введения трехязычия в техническом вузе. При выстраивании учебного процесса необходимо учитывать ситуацию, сложившуюся в образовательном пространстве Казахстана. Реализация трехязычия предполагает ориентированность на социальные, психологические, лингвометодические и другие проблемы, касающиеся изменения статуса изучаемых языков, повышения мотивации, внедрения активных методов обучения. При этом обучение иностранным языкам приобретает новое звучание в связи с интернационализацией образования, обусловленного широким использованием интенсивных информационных технологий во многих сферах человеческой деятельности.

Автор считает, что для достижения максимального результата по изучению иностранного языка необходимо объединить деятельностную методику М. А. Давыдовой и технологии коммуникативного типа. Преимущество предлагаемой методики заключается в том, что овладение языковым содержанием органично сочетается со способами свободного выбора определенных форм в речи, исходя из смысла сообщаемого, а формирование коммуникативных умений и навыков проходит на сознательно-управляемом уровне.

**Ключевые слова:** трехязычие, формирование языковой компетенции, деятельностная методика.

Введение трехязычия в Казахстане во многом изменило ситуацию в образовательном пространстве, возникла необходимость расставить акценты, выявить приоритеты в стратегической линии образования. Владение тремя языками – казахским, русским, английским – становится равнозначным, имеет одинаковый вес в характеристике молодого специалиста, получившего диплом об окончании высшего учебного заведения.

В свете поставленных правительством задач становятся ясными приоритетные направления в достижении поставленных целей. Изучение казахского и русского языков не встретит значительных затруднений, так как имеется широкий круг носителей данных языков. Вместе с тем потребуется разработка и внедрение интенсивных современных методик обучения казахскому и русскому языкам.

Миссия Алматинского университета энергетики и связи – подготовка высококвалифицированных специалистов в области энергетики и телекоммуникаций, отвечающих потребностям отечественного и мирового рынков интеллектуального труда. Сейчас к специалистам предъявляют новые требования как в Казахстане, так и за границей. Известно, что при устройстве на работу на зарубежную фирму собеседование будет проходить на английском языке, свободное владение которым расценивается как «знак качества», соответствие претендента высоким стандартам.

Однако в нашей стране наблюдается несколько иное положение дел в отношении английского языка. Необходимо предпринять меры, позволяющие английскому языку занять достойное равноправное место в программе достижения поставленных государством задач по внедрению трехязычия.

Мы считаем, что в общеобразовательной школе необходимо сформировать у учеников отношение к английскому языку как к одному из профилирующих предметов. Общеобразовательная школа не вполне справляется со своими задачами по обучению иностранным языкам. Выявление исходного уровня знаний студентов показывает, что две трети поступивших должны начать обучение с уровня *beginners*, то есть начинающих обучение. Во многом вина лежит не на учениках, а на учителях, которые заменяют иностранный «профилирующими дисциплинами» по сдаче ЕНТ. Отсутствие активных

занятий иностранным языком приводит к тому, что ученик теряет знания, накопленные в процессе обучения.

В свою очередь преподаватели университета должны убедить студентов в том, что знание иностранного языка – это неотъемлемая черта специалиста – выпускника университета. Свободное владение иностранным языком необходимо для сдачи экзаменов и поступления в магистратуру и докторантуру, дает возможность выехать в зарубежный университет по обязательной для университетов академической мобильности. В соответствии с правилами каждый докторант должен иметь консультанта из заграницы, печатать статьи в зарубежных журналах с импакт-фактором, участвовать в международных конференциях и выступать с докладами. Знание иностранного языка дает молодому специалисту доступ к получению и пониманию научной информации в виде статей, лекций, книг, интернет-сообщений, открывает возможности опубликовать свой материал в зарубежных изданиях.

Обучение иностранным языкам приобретает новое звучание в связи с переходом к открытому информационному обществу, интернационализацией образования, обусловленного широким использованием информационных технологий во многих сферах человеческой деятельности. Все это вызвало необходимость обмениваться сообщениями в телекоммуникационных сетях, работать с информацией, которая представлена на иностранном языке.

Процесс обучения иностранному языку невозможно свести лишь к формированию речевой и лингвистической компетенции студентов. В современных условиях обучение иностранному языку должно обеспечивать вхождение в чужую культуру и практику деятельности с использованием информационных технологий. Здесь реализуются педагогическая, психологическая, обучающая, информационная, организационная и социальная функции языка. Вот почему профессиональное владение языком стало необходимым условием формирования специалиста высокого уровня.

Добиться эффективного введения трехязычия в практику преподавания в техническом вузе и в частности овладение в совершенстве иностранным языком возможно только при творческом подходе к достижению поставленных задач, выборе оптимальных методик обучения иностранным языкам, и, возможно, их корректировке. Совершенно очевидно, что ни одна из методик преподавания иностранных языков не может претендовать на роль универсальной и выбор методов обучения иностранным языкам должен носить комплексный характер с соблюдением разумных пропорций, а также ориентации на эффективность полученных результатов.

Отметим, что появление в методике преподавания фундаментальных исследований делает ее системой, и это является наиболее важным для практического применения. Ядром содержания методики являются четыре взаимосвязанных раздела:

- 1) коммуникативная компетенция;
- 2) овладение коммуникативной компетенцией;
- 3) технология обучения;
- 4) условия учебного процесса.

Сущность понятия «коммуникативная компетенция» можно раскрыть более глубоко, представив инвентарь всех составляющих ее единиц и сгруппировав их следующим образом: 1) сферы коммуникативной деятельности, темы и их интеллектуальная значимость для обучаемых [1, 4]; цели); 4) тактика коммуникации в ситуациях при выполнении программы поведения; 5) типы текстов (дискурсов) и правильность их построения; 6) языковые минимумы: синтаксический, лексический, морфологический и фонетический.

Целью обучения иностранному языку и средством этого обучения является речевое общение. Принцип коллективной деятельности должен иметь предпочтение перед принципами индивидуализации обучения. Индивидуальный процесс усвоения знаний протекает более успешно в рамках группового обучения. При таком подходе решающей

формой учебной работы становится коллективная познавательная деятельность, направленная на решение общей познавательной задачи, в результате чего появляется «групповой эффект», индивидуальные способности и возможности обучаемых приумножаются. Особенностью всей совокупности форм и методов современного вузовского обучения является моделирование с помощью знаковых средств (языка наук) содержания будущей профессиональной деятельности, на канву которой как бы наложены процессы познания обучающихся. Тем самым в вузовской аудитории задается контекст этой деятельности, осуществляется ориентация на наполнение деятельным содержанием квалификационных характеристик специалистов. Таким образом, осуществляется интеграция обучения, науки с будущей профессиональной деятельностью студентов. Переход на подобное обучение обусловлен тенденциями, которые обозначились в практике вузовской работы, механизмами и условиями творческого развития личности в процессе обучения, деятельностным подходом к обучению. Основной единицей работы здесь становится не единица информации, а ситуации в ее предметной и социальной определенности. Деятельность обучаемых приобретает черты сложной квазипрофессиональной деятельности, в которой проявляются особенности учебной и будущей профессиональной деятельности.

Принципиально значение приобретает технология коммуникативного типа, объединенная с деятельностной методикой М. А. Давыдовой [2, 6]. Ее основное преимущество, по сравнению во всеми известными технологиями коммуникативного типа, заключается в том, что языковое содержание обучения, которое является полным, системным и обобщенным, сочетается со способами его свободного выбора в речи, исходя из смысла сообщаемого. Кроме того, по отработанной модели обеспечивается сознательное и управляемое овладение этим языковым содержанием и формирование умений и навыков. Учение становится более эффективным, а активность обучаемых – сознательной, творчески самостоятельной и деятельностно мотивированной. В ходе обучения языковым средствам и способам их использования в речи имеет место одновременно воспитание и развитие обучаемого.

Язык – это средство общения. Язык – это знаковая система. Звуковой знак функционирует как триединство лексики, морфологии и синтаксиса в графике и звуке. Язык как система обслуживает речь, в которой мы должны учитывать смысл сообщаемого и значение языковых единиц. Смысл является исходной точкой для языка как средства общения. Вместе с тем смысловое содержание всегда облекается в определенную форму, которая должна соответствовать ситуации общения. Роль реальной или условной ситуации общения трудно переоценить, так как на содержание речевого акта, на модель построения предложения, на его интонационное оформление во многом оказывает влияние именно ситуация общения. В коммуникативно-ориентированной методике ситуации способствуют возникновению речевых намерений и совершения речевых актов с учетом параметров, присущих каждой ситуации:

- 1) говорящий;
- 2) партнер по общению;
- 3) время высказывания;
- 4) место высказывания;
- 5) когнитивное содержание высказывания;
- 6) фонологическо-синтаксические особенности высказывания;
- 7) предпосылки, из которых исходит говорящий, (например, предполагает знания и ум партнера, его собственные знания, учет ранее сказанного);
- 8) речевое намерение говорящего.

Эти параметры образуют модель речевой ситуации.

Создание естественной ситуации общения в аудитории университета при обучении устной иноязычной речи является самой важной предпосылкой того, что общение на иностранном языке станет для студента необходимостью [3, 35]. Отличие ситуаций общения в аудитории от ситуаций общения, возникающих в повседневной жизни,

заключается в различной целевой нагрузке. В учебной обстановке общение также должно стать основной целью, тогда как вторая цель – обучение должна искусно камуфлироваться преподавателем. Если студент забудет о второй цели, то есть обучении, и будет преследовать только первую цель, то есть цель общения, то основная трудность в обучении иностранному языку будет решена. Студент будет думать не о том, как сказать, а о том, что сказать – о содержании высказывания. Многие трудности и условности обучения иноязычной речи просто перестают существовать. «Языковой барьер» исчезает.

Первый шаг навстречу студенту в этом должен сделать сам преподаватель, общаясь со студентами только на иностранном языке, – это и есть основная ситуация общения. Даже при неудачном опыте общения на иностранном языке со студентом преподаватель должен похвалить студента, закладывая таким образом основу уверенности в их силах.

Побуждение преподавателем студента к высказыванию, по нашему мнению, играет неопределимую роль еще и потому, что оно активизирует умственную деятельность студента, позволяет ему объективно оценить свои знания, установить, что именно он не знает, а самое главное, побудить его к поиску новых знаний, необходимых для продолжения диалога «преподаватель – студент». Кроме этого, преподаватель должен стремиться к созданию естественных ситуаций общения и между студентами, он должен поощрять обмен мнениями на занятиях иностранного языка. Даже самую сложную мысль студент может выразить при помощи уже известной лексики. В этом легко убедить студентов на простом примере, когда с помощью ограниченного количества слов можно продуцировать огромное количество высказываний на иностранном языке [4, 18]. Управляемая речь может быть доведена до требуемого стандарта, что позволяет создать эталонные ориентиры для студентов. На подготовительной стадии разрабатываются речевые модели, имеющие правильное грамматическое и интонационное оформление. Модель должна иметь множество модификаций, которые также многократно отрабатываются и повторяются на предварительном этапе. Модели снабжаются перечнем реплик, направленных на продолжение диалога, побуждение собеседника к высказыванию, ответу, действию, адекватному речевому поведению [5, 17]. Представляет интерес в связи с этим высказывание известного лингвиста Пальмера, который пишет следующее: «Речевая компетенция – искусство, в котором невозможно практиковаться самостоятельно с помощью магнитофона, ему надо обучать специально и только в аудитории» [6, 22].

Опыт преподавания иностранного языка свидетельствует о том, что овладение речью происходит неравномерно. Имеет место качественный «скачок», в результате которого студенты, не умеющие выражать свои мысли или понимать чужие, «внезапно» приобретали эти умения. Вначале студенты способны только воспринимать звучание высказывания с некоторым его пониманием, которое приходит со способностью членения высказывания на отдельные блоки. Затем по моделям повторяемых блоков студент учится строить самостоятельные, но идентичные по форме речевые блоки, в которые они закладывают уже свое содержание, выражают собственные мысли. Это и есть, на наш взгляд, качественный скачок, после чего и начинается развитие говорения как вида речевой деятельности. Подобные явления наблюдаются и при овладении другими видами речевой деятельности, например восприятием иноязычной речи на слух.

Таким образом, при решении проблемы введения трехязычия в высшее образование следует больше внимания уделять иностранным языкам, которые из-за отсутствия естественной языковой среды находятся в незавидном положении. Овладение иностранным языком предполагает прежде всего его изучение в качестве приоритетного. Это значит, что следует неуклонно повышать мотивацию студентов как основу обучения иностранным языкам, вводить в процесс обучения деятельностную методику преподавания как базу по овладению иностранным языком, формировать речевые компетенции как путь к успеху. Указанные факторы позволят осуществлять изучение языка на сознательно-управляемом уровне, а говорение на иностранном языке станет для студентов практической необходимостью.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Гез Н. И. Формирование коммуникативной компетенции как объект зарубежных лингвистических исследований // ИЯВШ. - М., 1985. - № 2. - С. 9-21.
- [2] Давыдова М. А. Деятельностная методика обучения иностранным языкам. - М.: Высшая школа, 1990. - 95 с.
- [3] Бенедиктов С. В. Вопросы программированного обучения и психологии усвоения устной речи // Сб. научных трудов. – М.: МГПИИЯ им. М. Тореца, 1970. – С. 22-34.
- [4] Артемов В. А. О речеведении // Сб. научных трудов. – М.: МГПИИЯ им. М. Тореца, 1982. – № 5. - С. 30-36.
- [5] Евлухина Е. В. Влияние внешних факторов на темп аудирования // Сб. научных трудов. - М.: МГПИИЯ им. М. Тореца, 1990. - № 7. - С. 45-51.
- [6] Пальмер Г. Е. Устный метод обучения иностранным языкам. – М.: Высшая школа, 1982. - 110 с.

## REFERENCES

- [1] Gez N. I. Forming of communicative competence as the object of foreign linguistics studies // FLHS - M., 1985. - № 2. - P. 9 - 21. (in russ.).
- [2] Davydova M. A. Activity methodology of foreign languages teaching, - M.: Higher School, 1990. - 95 p. (in russ.).
- [3] Benediktov S. V. Problems of programmed training and psychology of oral speech perception // Collected articles on "TMS and of programmed training in foreign languages study", - M.: MSPIFL named after M. Torez, 1970. - P. 22 - 34. (in russ.).
- [4] Artyomov V. A. About speech studies // Collected articles. - M.: MSPIFL named after M. Torez, 1982. - № 5. - P. 30 - 36. (in russ.).
- [5] Yevluchina Ye. V. Impact of external factors on the tempo of auding // Collected articles - M.: MSPIFL named after M. Torez, 1990. - № 7. - P. 45 - 51. (in russ.).
- [6] Palmer G. E. Oral methods of foreign languages teaching. - M.: Higher School, 1982. - 110 p. (in russ.).

## ЖОҒАРЫ ОҚУ ОРЫНДАРЫНДАҒЫ ҮШТІЛДІЛІК

В. С. Козлов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Алматы энергетика және байланыс университеті, Алматы қ., Қазақстан

**Аңдатпа.** Мақалада техникалық жоғары оқу орындарында үш тілдік жүйені енгізудің жолдары қарастырылған. Оқу үрдісін құрастыру барысында Қазақстанның білім беру кеңістігіндегі қалыптасқан жағдайларды ескеру керек. Үш тілдікті енгізбес бұрын оқытылатын тілдердің қоғамда алатын орнына байланысты, оқытудың қарқынды әдістемелерін енгізуге қатысты әлеуметтік, психологиялық, лингво-әдістемелік және басқа да мәселелерді басшылыққа ала отырып іске асыру керек. Сонымен қоса шет тілдерін оқыту, білім берудің халықаралық сипат алуына байланысты, ақпараттық технологиялардың қоғамның барлық салаларын жаулап алуына байланысты, өзгерістерге ұшырауы мүмкін.

Автордың ойынша шет тілдерін оқыту барысында жоғары жетістіктерге жету үшін М. А. Давыдовтың іс-әрекеттік әдістемесімен, коммуникативті технологияға бағытталған әдіс-тәсілдерді біріктіру қажет. Ұсынылған технологияның артықшылығы болып, тілдік қордың белгілі мөлшері мен ақпарат мазмұнына қарай, тілдік формаларды араластыра отырып қолдануы болып табылады. Аталған тәсілді орынды қолдана алған жағдайда коммуникативтік дағдылар саналы түрде басқарылатын деңгейге жетеді.

**Кілттік сөздер:** үш тілділік, тілдік құзіреттікті қалыптастыру, іс-әрекеттік үрдіс.

**TRI-LANGUAGE STUDY AT THE HIGHER EDUCATIONAL ESTABLISHMENT**

**V. S. Kozlov<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Almaty University of Power Engineering and Telecommunications, Almaty, Kazakhstan

**Abstract.** The article deals with the problem of tri-language study introduction into higher education process. It is necessary to take into consideration the situation established in educational space of Kazakhstan arranging the educational process. Foreign languages training acquires a new tune due to internationalization of education stipulated by broad usage of intensive information technologies in many spheres of human activity. Tri-language study introduction implies to take aim at solving social, psychological, lingvo-methodological and other problems connected with the status of the languages studied, raising motivation, and active methods of training introduction.

The author considers that to achieve maximum results in tri-language introduction it is necessary to unite Davydova's activity methodology and technologies of communicative type. The advantages of offered methodology is that language content of training is combined with the ways of speech patterns free choice owing to the meaning of information.

**Key words:** tri-language study, of language competence, introduction of activity methodology.

---

---

## НАШИ ЮБИЛЯРЫ

### КОЗИН ИГОРЬ ДМИТРИЕВИЧ

(к 80-летию со дня рождения)



Козин Игорь Дмитриевич - доктор физико-математических наук, профессор кафедры «Телекоммуникационные системы» АУЭС. Козин И. Д. родился 2 января 1938 года в г. Алма-Ате. После окончания средней школы в 1956 году поступил на физико-математический факультет Казахского педагогического института (КазПИ) им. Абая, который закончил в 1961 году по специальности «Преподаватель физики и основ промышленного производства». Во время учёбы в КазПИ занимался научными исследованиями в областях радиофизики и спектрального анализа микроэлементов вод Заилийского Алатау. В этом же году после окончания вуза поступил на работу в Сектор ионосферы АН КазССР.

В 1962-1964 годах служил в рядах Советской Армии, участвовал в испытаниях радиолокационной станции дециметрового диапазона П-90 «Памир». По окончании службы вернулся на работу в Сектор ионосферы АН Каз.ССР.

В 1965 году принял участие в разработках и испытаниях нейтронного супермонитора.

В 1965-1967 годах участвовал в работе 11 Советской Антарктической экспедиции на станции «Восток», расположенной на Южном геомагнитном полюсе. По возвращении из экспедиции был переведён на должность учёного секретаря.

В 1975 году защитил кандидатскую диссертацию в Институте земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн г. Москва.

В 1976 году принял участие в экспериментах по программе ЭПАС «Союз-Аполлон», а в 1976-77 годах - в 21-ой советской антарктической экспедиции на станции «Мирный», где провёл монтаж и запуск нейтронного монитора.

В 1992 году защитил докторскую диссертацию на тему «Комплексная радиофизическая диагностика и прогнозирование ионосферных и радиационных возмущений, вызванных солнечными вспышками» в Санкт-Петербургском госуниверситете по специальности 01.04.03 - «Радиофизика».

С 2001 году Козин И. Д. вернулся к непосредственной педагогической деятельности, преподавал в КазГУ им. аль-Фараби, в КазАТК им. М. Тынышпаева. В АУЭС Козин И. Д. преподаёт по настоящее время. Отзывы на преподавательскую деятельность высокие.

Козин Игорь Дмитриевич награжден медалями «Изобретатель СССР» и «Ветеран труда», им опубликовано более 250 научных статей и докладов, в том числе 2 монографии, 16 учебных пособий. Козин И. Д. получил более 40 патентов и свидетельств на изобретения.

Козин И. Д. был научным руководителем 7 соискателей ученой степени кандидата физико-математических наук. Диссертации успешно защищены.

В настоящее время Козин И. Д. успешно совмещает педагогическую и научную деятельность. Основными дисциплинами преподавания являются электроника, радиотехника, телекоммуникации, радионавигация и радиолокация.

***Уважаемый Игорь Дмитриевич!***

***Поздравляем с юбилеем! Желаем Вам долгих лет здоровья и благополучия, радостных и счастливых дней, оптимистичного настроения и бодрости души!***

## НУРГОЖИН БОЛАТ ИСКАКОВИЧ

(к 75-летию со дня рождения)



Нургожин Болат Исакович, год рождения 21 февраля 1943 года, в 1968 году окончил Томский государственный университет по специальности «Радиофизика» (физик-радиоэлектроник). С 1968 года по 1977 год, а затем с октября 1989 года по февраль 1994 года работал в Институте ионосферы Академии наук РК в должности научного сотрудника, исследуя проблемы распространения электромагнитных волн в сложных плазменных средах. С сентября 1977 года по октябрь 1989 года занимался преподавательской деятельностью на заводе-вузе при Карагандинском металлургическом комбинате (зав. кафедрой), а затем в Карагандинском госуниверситете (доцент кафедры радиофизики). С февраля 1994 года по февраль 1999 года работал в

Институте радиоэлектроники Национального центра по радиоэлектронике и связи РК (зам. директора по науке), АО «Казинформтелеком» (эксперт), МЧП «Научно-технический центр Сары-Шаган» (директор), АОЗТ «Нурсат» (ведущий эксперт), АО «Казакхтелеком» (представитель г. Астана). С февраля 1999 года по 2001 год работал начальником управления контроля и связи Министерства транспорта и коммуникаций РК. Принимал участие в создании первого варианта закона РК «О связи». Нургожин Б. И. стоял у истоков внедрения в РК первых поколений сотовой связи, решая вопросы конверсии радиочастотного спектра и обеспечения операторов связи необходимыми радиочастотными ресурсами, создавал государственную систему сертификации радиоэлектронных средств мобильной (сотовой) связи и сам участвовал в процедурах сертификации производства базовых станций компании «Ерикссон». С 2001 года по сентябрь 2014 года работал техническим экспертом в АО «Кселл», обеспечивая техническую экспертизу и поддержку коммерческого развития в Казахстане новых поколений сотовой связи GSM-900, UMTS/CDMA, LTE.

С 2014 года и по настоящее время работает в Алматинском университете энергетики и связи, возглавляет организованный им учебно-исследовательский центр «Интернет вещей и M2M». Используя свой богатый научный и производственный опыт, Нургожин Б. И. разработал и внедрил в учебный процесс новые курсы по актуальным вопросам технологий IoT/M2M и пятого поколения мобильной (сотовой) связи IMT 2020 (5G). Возглавляемые им инициативные научные исследования направлены на решение вопросов использования технологий IoT/M2M и 5G для цифровизации вертикальных рынков экономики Казахстана.

Имеет ученую степень кандидата физико-математических наук, ученое звание доцента по специальности «Радиофизика», член редколлегии журнала «Информационные и телекоммуникационные технологии» (Казахстан). Нургожин Б. И. в течение многих лет является иностранным членом (академиком) Российской Академии естественных наук по отделению информационно-телекоммуникационных технологий (ИТТ РАЕН), активно работает в техническом комитете M2M Европейского института стандартизации электросвязи (ETSI). Имеет более 40 научных публикаций по направлениям распространения радиоволн и современным системам мобильной связи, в том числе 4 книги в соавторстве.

*В этот славный юбилей мы от всей души поздравляем*

*Болата Исаковича с 75-летием!*

*Желаем крепкого здоровья, успехов в науке и педагогической деятельности!*

## БИСЕКЕН АҒАРЫС БАЛГЕРЕЙҰЛЫ

(70 жылдық мерейтойына)



Бисекен Ағарыс Балгерейұлы 1948 жылы 8 наурызда Батыс Қазақстан облысының Шыңғырлау ауданы Тіксай ауылында дүниеге келді. 1954 -1965 жылдар аралығында орта мектепте білім алды. 1963 жылы отбасы Алматы облысының Талғар қаласына көшіп келіп, 1964 жылы Талғар қаласындағы №1 автобазасында автокөлік механигі болып жұмысқа қабылданды.

1966 жылы Қазақ ауылшаруашылық институтының (КазСХИ) «Машиналарды жөндеу және ұйымдастыру техникасы» факультетіне оқуға түсіп, 1971 жылы үздік дипломмен бітіріп, «Машиналарды жөндеу» кафедрасында қалдырылып, ассистент қызметінде жұмысқа қабылданады.

1974 жылдан бастап 1978 жылға дейін Саратов ауыл шаруашылығын механикаландыру және электрлендіру институтында оқуын жалғастырып аспирантурада оқыған, 1978 жылы наурыз айында кандидаттық диссертация қорғады. 1980 жылы «Машина жасау» кафедрасының доценті ғылыми атағы берілді. 1986-1988 жылдары Машина тракторлық Ғылыми-зерттеу институтында Қазақ бөлімшесі директорының орынбасары қызметінде, сонымен қатар тракторлардың сенімділігі зертханасының меңгерушісі болып қызмет атқарды.

1988 жылы Қазақ ауылшаруашылық институтына (КазСХИ) қайтып оралып, «Машина жасау» кафедрасының меңгерушісі, доценті болып және «Машина жасау және жөндеу өндірісі» кафедра меңгерушісінің орынбасары болып жұмыс істеді. 1991 жылы институтта бірінші «Жөндеуші» Ғылыми өндірістік кооперативті ашты, кейіннен ол «Балгерей және К» ЖШС-гі болып өзгертілді, оның негізінде экономикалық келісімшарттар жасалып, екі кандидаттық және бір докторлық диссертация қорғалды. Қазіргі таңда «Электрмен жабдықтау және энергияның жаңғыртылатын көздері» кафедрасының доценті болып жұмыс істеп жүр. Бақытты отбасы, үш бала мен төрт немеренің жанашыр тірегі.

Ағарыс Балгерейұлы өзінің ұстаздық еңбек жолында 47 жыл қызмет етіп келеді. Өзінің бастамасымен, тәжірибемен ғылымды ұштастыра отырып, тұңғыш рет жаңа бағыттарды ашып, оны іске асыруда көптеген ғылыми ізденістер жасаған. Оған дәлел екі кандидаттық және бір докторлық жұмыс болып табылады. Сонымен қатар машина құрастыру және жөндеу өндірісі бағытында орасан зор жұмыс жасап, нарыққа шынайы өнімді шығарған нағыз білікті маман иесі болып табылады. Ағарыс Балгерейұлы бүгінгі күнге дейін ғылыми еңбек жолында тынбай жұмыс жасап жүр. Ол әріптестері арасында үлкен абыройға ие, ал студенттер үшін үлгілі ұстаз болып табылады.

***Құрметті Ағарыс Балгерейұлы!***

***Мерейтойыңызбен шын жүректен құттықтаймыз!  
Деніңізге саулық, ұзақ ғұмыр, әулетіңізге баянды бақыт тілейміз!***

## БУГУБАЕВ СҮЛЕЙМЕН АБДУАЛИҰЛЫ

(70 жылдық мерейтойына)



Бугубаев Сүлеймен Абдуалиұлы 1948 жылы 29 ақпанда Алматы облысы Талғар қаласында дүниеге келген.

1963-1967 жылдар аралығында Алматы құрылыс колледжінде (АКТ) «Электр станциялары және желілер мен жүйелер» мамандығы бойынша білім алып, оны үздік аяқтады.

1967 жылы Жезқазған монтаждық басқару кеңсесінде мастер болып жұмыс істеп, 1967-1969 жылдары Кеңес армиясы қатарында азаматтық борышын өтеді.

1970-1975 жылдары аралықтарында В. И. Ленин атындағы Қазақ политехникалық институтына оқуға түсіп «Өнеркәсіп кәсіпорындарын электрмен жабдықтау» мамандығын үздік бітіріп шықты.

1973 жылдан 1975 жылға дейін Алматы қаласының Халық депутаттары кеңесінің депутаты болып сайланды. 1975 жылы Алматы энергетикалық институтына «Өнеркәсіп кәсіпорындарын электрмен қамтамасыз ету» бөлімінің ассистенті болып жұмысқа қабылданды.

1978-1981 жылдар аралығында Мәскеу энергетика институтының аспирантурасында оқып, 1981 жылдың желтоқсанында Техника ғылымдарының кандидаты дәрежесін қорғап шықты. 1991 жылы ВАК доценті дәрежесін алды.

1982 жылдан 1985 жылға дейін Электрэнергетика факультетінің деканының орынбасары, 1985-1987 жылдары Электрэнергетика факультетінің деканы және 1987 жылдан 1991 жылға дейін электромеханикалық факультетінің декан қызметерін атқарды. 2008 жылы «Өндірістік кәсіпорындарды электрмен жабдықтау» кафедрасының профессоры атағын алды.

Бугубаев С. А. 2014 жылы Қазақстан Республикасының еңбек сіңірген энергетигі атағын иеленді. 40-тан аса ғылыми еңбектері жарияланған.

Сонымен қатар, Сулеймен Абдуалиұлы жастардың патриоттық тәрбиесіне және мамандарды даярлауға ерекше назар аударады. Университетте және әріптестері арасында үлкен құрметке ие және көптеген жас оқытушыларға үлгі болып келеді.

**Құрметті Сүлеймен Абдуалиұлы!**

**Жүйрік уақыттың ұшқыр қанаты Сізді мағыналы ғұмырыңыздың биік бір белесі – 70 жасқа алып жетті. Сіз осы кемелдікке тың жігер, жарқын көңілмен келіп отырсыз. Біз сізді шын жүрегімізбен қуана отырып, осынау мерекелі мерейтой күніізбен құттықтаймыз! Сізге денсаулығыңыз күйлі-қуатты, ғұмырыңыз ұзағынан сүйіндіріп, көрер қуанышыңыз молынан болсын деп тілейміз! Мерейіңіз үстем, қадір-қасиетіңіз зор болсын!**

## АБДРАХМАНОВ ЕРКЕШ АБДРАХМАНҰЛЫ

(60 жылдық мерейтойына)



Абдрахманов Еркеш Абдрахманұлы, Алматы энергетика және байланыс университетінің инфрокұрылымын дамыту бойынша проректоры, Ұлттық инженердің академиясының мүше-корреспонденті, техника ғылымдарының докторы. 1958 жылы ақпан айының 13 жұлдызында Алматы облысының 28 Панфиловшылар атындағы ауданының Қоғалы ауылында дүниеге келген. 1975 жылы Аягөз қаласы Семей облысы № 244 қазақ орта мектебін, 1980 жылы Алматы энергетика институтын (АЭИ) «Өнеркәсіп кәсіпорындарын және қалаларды электрмен жабдықтау» мамандығы бойынша үздік бітірген.

Еңбек жолын АЭИ-да 1982 жылы инженерден бастап, ғылыми-зерттеу жұмыстарының барлық сатыларынан зертхана меңгерушісі және ғылыми-зерттеу секторының басшысына дейін (1982-2003 жылдары); ұстаздық қызметте – аға оқытушыдан профессорға дейін (2004-2017 жылдары); шаруашылық және тәрбиелік-әлеуметтік қызметте қайта жаңарту және жөндеу секторының меңгерушісінен Алматы энергетика және байланыс институты (АЭЖБИ) өндірістік-техникалық жұмыстары жөніндегі проректоры (2003-2012 жылдары) және Алматы энергетика және байланыс университеті (АЭЖБУ) тәрбиелік және әлеуметтік жұмыстары жөніндегі проректорына дейін (2012-2017 жылдары) өткен тәжірибелі тұлға. 2017 жылдың қазан айынан бастап АЭЖБУ инфрақұрылымын дамыту жөніндегі проректоры.

Абдрахманов Е. А. 1982-2003 жылдары ғылыми-зерттеу жұмыстарымен айналысып, жоғары температуралы оксидттік отқатөзімді материалдардың жаңа электрдоғалық технологиясы мен қондырғыларын Қазақстанда және ТМД елдерінде (Ресей, Украина, Узбекистан, Қырғыз Республикасы) дайындау мен өндіріске ендіруде көптеген жетістіктерге жетті. Ғылыми-зерттеу нәтижелері 70-тей ғылыми және ғылыми-педагогикалық жұмыстарда жариялаған (негізінен жеке), олардың 4 алыс шет елдерде (Жапония, Италия, Қытай), соның ішінде КСРО-ның 4 авторлық куәлігі, ҚР 1 патенті, ҚР 1 алдын ала патенты. Е.А.Абдрахмановтың еңбектері Қазақстанда, жақын және алыс шет елдерде де танымал, бірнеше рет халықаралық және республикалық конференциялар мен симпозиумдарда талқыланған. Қазіргі уақытта электртехнологиялық үдерістер мен қондырғылары саласындағы ТМД елдеріндегі жетекші мамандар қатарында.

2006-2017 жылдары өндірістік және техникалық, тәрбиелік және әлеуметтік жұмыстар жөніндегі проректоры қызметінде оның басшылығымен АЭЖБУ-нің материалдық-техникалық базасын дамытуға елеулі үлес қосылды. Тәрбиелік және әлеуметтік жұмыстар жөніндегі проректоры қызметінде (2012-2017жылдары) тәрбиелік, мәдени- бұқаралық және спорттық іс-шаралар деңгейі едәуір көтерілді, студенттік кәсіподақ комитеті мен студенттік кәсіподақ комитеті мен студенттік белсенділер тобының жұмысы жандандырылды.

Қазіргі уақытта Е. А. Абдрахманов басшылық жұмыстарын ғылыми-зерттеу және ұстаздық іс-әрекеттермен қатар атқаруда. Электртермиялық саладағы зерттеулерді жалғастырумен қатар, қазіргі кезеңдегі елеулі энергетика мәселелері болып табылатын энергияны үнемдеу және жаңғыртылатын энергия көздерін пайдалану сұрақтарымен айналысады.

«Нұр Отан» ХДП, Алматы қаласының әкімі, ҚР БҒМ алғысының иегері, Қазақстан Республикасының Ұлттық инженерлік академиясының және Қазақстан жоғары оқу орындары қауымдастығының А. Байтұрсынов атындағы медальдарымен марапатталған.

**Құрметті, Еркеш Абдрахманұлы!**

**Сізді 60 жылдық мерекеңізбен құттықтай отырып, зор денсаулық, отбасылық бақыт сәттілік, қуаныш және қажымас қайрат тілейміз!**

## КОПЕСБАЕВА АКШОЛПАН АУЕЛБЕКОВНА

(к 60-летию со дня рождения)



Копесбаевой Акшолпан Ауелбековне, профессору кафедры «Электроника и робототехника», кандидату технических наук, 11 января 2017 года исполнилось 60 лет.

Копесбаева А. А. окончила с отличием в 1981 году Московский энергетический институт по специальности «Электропривод и автоматизация промышленных установок». В 1988 году успешно и досрочно защитила кандидатскую диссертацию в Московском энергетическом институте. На кафедре «Инженерная кибернетика» Копесбаева А. А. проработала с февраля 1987 года по октябрь 2013 года, проявив при этом высокие профессиональные и человеческие качества.

Научно-педагогический стаж составляет более 40 лет и только в одном вузе – АУЭС. Список научных трудов включает более 100 наименований, в том числе 2 учебных пособия, более 20 методических разработок и 19 публикаций, входящих в базу данных индексируемых изданий Scopus и Tomson Reiter.

Приняв кафедру 1 ноября 2013 года, Копесбаева А. А. за три месяца не только успешно прошла комиссию по аккредитации МОН РК, но и успела провести модернизацию лабораторного оборудования и качественно изменить РУП по специальности «Приборостроение», а также существенно повлияла на отношение членов кафедры к учебному процессу.

В 2016 году открыла магистратуру по специальности 6М071600 – «Приборостроение»: 14 студентов профильного направления и 1 студент научно-педагогического направления (платное обучение) – лучший показатель по АУЭС.

В 2015 году Копесбаева А. А. открыла на кафедре курсы повышения квалификации по программируемым логическим контроллерам фирмы «Siemens Simatic S7» с правом выдачи сертификата от компании «Siemens».

С сентября 2016 под руководством Копесбаевой А. А. на кафедре открыта школа робототехники DAU key to be clever для учащихся 8-11 классов г. Алматы, в работе которой задействованы талантливые студенты и магистранты специальности «Приборостроение».

Следует отметить такие личностно-деловые качества Акшолпан Ауелбековны, как дисциплинированность, исполнительность, доброжелательность, скромность, трудолюбие и системный подход к решению поставленных задач.

Высокий профессиональный уровень, большой стаж работы в АУЭС, энергия и энтузиазм, высокий научный потенциал, профессиональный современный взгляд на проблемы автоматизации позволили Копесбаевой А. А. достичь больших успехов в своей деятельности и пользоваться заслуженным авторитетом сотрудников университета. Отрадно, что рейтинг по университету неизменно высокий – всегда в первой десятке среди профессоров.

Копесбаева А. А. имеет благодарности, награждена почетной грамотой Министерства энергетики Республики Казахстан.

***Уважаемая Акшолпан Ауелбековна!***

***От всей души поздравляем Вас со знаменательной датой!***

***Здоровья Вам, долголетия, насыщенного активной жизнью и творческой энергией!***

*ДЛЯ ЗАМЕТОК*

## Требования к оформлению статьи

1. Статья должна быть оформлена в строгом соответствии с ГОСТ 7.5-98 «Журналы, сборники, информационные издания. Издательское оформление публикуемых материалов».

2. Материалы предоставляются в печатном (1 экз.) и электронном виде, в редакторе Word А4: поля - верхнее и нижнее – 2 см, левое – 3 см, правое – 1,5 см, шрифт Times New Roman, кегль 12, интервал одинарный.

### Последовательность элементов издательского оформления материалов следующая:

- код МРНТИ (Межгосударственный рубрикатор научно-технической информации) ставится в верхнем левом углу первой страницы;
- первая строчка, по центру - инициалы и фамилии авторов (не более 4 авторов, жирный шрифт, кегль 12);
- вторая строчка, по центру – название организации(ий), в которой выполнена работа, город, страна (шрифт обычный, кегль 12);
- третья строчка, по центру - заглавие статьи (публикуемого материала) (прописные буквы, полужирный шрифт, кегль 12);
- Аннотация (100-150 слов, приводится на языке текста публикуемого материала, кегль 11);
- Ключевые слова (примерно 6 одиночных слов или 3-4 словосочетания, кегль 11);
- текст статьи (обычный шрифт, кегль 12);
- СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ (в соответствии с ГОСТ 7.1-2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления» (не более 12 наименований);
- список литературы на английском языке (REFERENCES) для других БАЗ ДАННЫХ полностью отдельным блоком, повторяя список литературы к русскоязычной части, независимо от того, имеются или нет в нем иностранные источники. В конце в скобках указать язык статьи;
- необходимо наличие полного пристатейного списка литературы в латинской транскрипции (если цитируемый источник не имеет оригинального названия на английском, то рекомендуется использование транслитерации вместо перевода).
- Аннотация (100-150 слов, на двух языках, отличающихся от языка статьи). Посередине страницы пишется: 1) название статьи; 2) авторы; 3) название организации; с красной строки – Аннотация, после – Ключевые слова (кегль 11).

3. Рисунки и графики должны располагаться по тексту, после ссылки на них, без сокращения: например: "Рисунок 1 - Название (под рисунком)". Рисунки выполняются в режиме Paint (Paintbrush). Графики, диаграммы, гистограммы - в режиме Microsoft Excel, с разрешением не менее 300 dpi. Математические, физические и другие обозначения и формулы набираются в режиме редактора формул Microsoft Equation, наклонным шрифтом и располагаются по центру. Номера формул проставляются у правого края страницы в круглых скобках.

4. Общий объем рукописи, включая аннотации, список литературы, рисунки и таблицы, составляет не более 8 страниц.

5. Статья подписывается в обязательном порядке всеми авторами в нижнем правом углу каждой страницы текста, там же ставится дата. В случае переработки статьи техническим редактором датой поступления считается дата получения редакцией окончательного варианта.

6. На отдельном листе следует привести сведения об авторах: Ф.И.О. полностью, почтовый адрес, e-mail, место работы, должность, служебный и домашний телефоны.

7. К статье обязательно прилагаются рецензии 2-х независимых ученых (внешняя и внутренняя), которые не входят в состав редакционной коллегии журнала и ведут исследования в областях, близких с тематикой статьи.

8. Для каждой статьи заполняется экспертное заключение о возможности опубликования, утвержденное проректором по НР.

9. На основании экспертных заключений редколлегии принимает решение: о публикации материала в представленном виде; о необходимости доработки; об отклонении.

10. Рукопись, направленная авторам на доработку, должна быть возвращена в исправленном виде в срок не более 10 рабочих дней. По истечении этого срока она рассматривается как вновь поступившая. К переработанной рукописи необходимо приложить письмо от авторов, описывающее сделанные исправления и содержащее ответы на все замечания рецензентов.

11. Рукопись, получившая отрицательные оценки при рецензировании, отклоняется, как не соответствующая уровню публикаций. Рукописи авторам не возвращаются. Редакция вправе не вступать в переписку с автором относительно причин (оснований) отказа в публикации статьи. Редакция оставляет за собой право, в необходимых случаях, проводить сокращения и редакторскую правку статей. После публикации автор может получить копию статьи в формате PDF. Редакция соблюдает редакционную этику и не раскрывает без согласия автора процесс работы над статьей в издательстве (не обсуждает с кем-либо достоинства или недостатки работы, замечания и исправления в них, не знакомит с внутренними рецензиями).

### **Реквизиты для оплаты:**

Некоммерческое акционерное общество «Алматинский университет энергетики и связи»

050013, г. Алматы, ул. Байтурсынова, 126

ИИК KZ60856000000005121 в АО «Банк ЦентрКредит», г. Алматы

БИК KСJBKZKX

БИН 030 640 003 269

КБЕ 17, КНП 851



**Подписной индекс - 74108**