

# **В Е С Т Н И К**

---

**АЛМАТИНСКОГО УНИВЕРСИТЕТА  
ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ**

---

**№ 4(7) (43)**

**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



## 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. Байтурсынулы 126/1  
☎ +7 (727) 292 0303  
✉ aues1975@gmail.com



AUES University



@aues\_university



AUES University



Aues University

#АУЭС  
#AUES  
#AUPET  
#БУДНИАУЭС

СОДЕРЖАНИЕ

**ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА**

**Шоколакова Ш.К., Кешуов С.А., Саухимов А.А., Тохтибакиев К.К., Хван Б.В.**  
Компенсация реактивной мощности в электрических сетях 10/0,4кВ с использованием солнечной электрической станции мощностью 40 кВт.....4

**ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА**

**Достягров А.М., Кибарин А.А., Наурыз Б.З Туманов М.Е.**  
Микрофакельное сжигание топлива и микрофакельное устройство со встречно–закрученными течениями.....11

**Брейдо И.В., Нурмаганбетова Г.С.**

Метод косвенного измерения температуры нагрева статорных обмоток асинхронного электродвигателя .....19

**ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ НАУКИ**

**Жолдыбаева З.И., Зуслина Е.Х., Креслина С.Ю.**  
Исследование способов электризации водного аэрозоля.....22

**Табултаев С.С., Ибраев М.С., Ибраева З.**

Исследование методов мягких вычислений при разработке маркетинговой стратегии компании .....36

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

**Садикова Г.С.**

Анализ цифрового и аналогового сигналов их сходство, различие, достоинства и недостатки.....42

**ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЯ**

**Жандаулетова Ф.Р., Бурзайкин В.Ю., Юсупова Г.М.**

Проблемы улучшения хозяйственно-питьевой воды в п. Кыземшек ЮжноКазахстанкой области.....48

**Serickbayeva U., Ibraev M., Erzhanova Zh., Kuparova A.T.**

**Ibraeva Z.**

To the question of digitalization of the English language educational process for students of IT-specialists .....58

**ИННОВАЦИИ В ВЫСШЕМ ОБРАЗОВАНИИ**

**Наурызбаева Г.К., Сейтбатал Б., Кызгарина М.Т.**

Научно-исследовательская работа студента как помощь в формировании познавательной деятельности бакалавра.....62

## ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА

МРНТИ 621.311.1

Шоколакова Ш.К<sup>1</sup>, С.А. Кешуов<sup>1</sup>, А.А. Саухимов<sup>2</sup>, К.К. Тохтибакиев<sup>2</sup>, Б.В. Хван<sup>2</sup>  
Казахский национальный аграрный университет, г.Алматы, Казахстан  
Алматинский  
Алматинский университет энергетики и связи, г.Алматы Казахстан  
*e-mail: [shinara.shokolakova@mail.ru](mailto:shinara.shokolakova@mail.ru)*

### КОМПЕНСАЦИЯ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ 10/0,4КВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОЛНЕЧНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ МОЩНОСТЬЮ 40 КВт

Компенсация реактивной мощности в распределительных электрических является одним из способов снижения потерь мощности. В связи с активным распространением объектов ВИЭ в коммунальные электрические сети городов и поселков Казахстана, районы электрических сетей (РЭС) могут эффективно использовать генерацию реактивной мощности сетевыми инверторами солнечных панелей для снижения потерь электроэнергии. В настоящей статье приводятся результаты экспериментальных исследований по анализу параметров электрической энергии при интеграции фотоэлектрической установки (ФЭУ), а также результаты моделирования по изменению баланса электроэнергии.

**Ключевые слова:** система распределения электрической энергии, оптимальная компенсация реактивной мощности, потери электрической энергии, статистическое моделирование нагрузок, фотоэлектрическая установка.

Мероприятия по регулированию активной и реактивной генерации инверторами солнечных панелей для обеспечения снижения потерь электроэнергии в электрических сетях находят широкое применение в Западных странах Европы [1,2,3], что входит в общую концепцию Smart Grid [1,2,3].

Передача мощности переменным током и напряжением определяется уравнениями 1 и 2.

$$U = U_m \sin \omega t, \quad (1)$$

$$I = I_m \sin(\omega t - \varphi), \quad (2)$$

где  $\varphi$ -угол сдвига между напряжением и током, мгновенные значение мощности в цепи равно.

При чисто индуктивной или чисто емкостной нагрузке,  $\varphi = \pm 90^\circ$ , мощность потребления определяется следующими выражениями:

$$p_L = -UI \cos(2\omega t + 90^\circ) = UI \sin 2\omega t, \quad (3)$$

$$p_C = -UI \cos(2\omega t - 90^\circ) = UI \sin 2\omega t, \quad (4)$$

Из приведенных выражений следует, что мгновенная мощность изменяется по синусоидальному закону с двойной частотой, а среднее ее значение за период и в том, и в другом случае равно нулю.

Традиционно в городских распределительных сетях компенсацию реактивной мощности производят с помощью конденсаторных батарей или синхронных компенсаторов [4,5].

Однако, в связи с распространением объектов ВИЭ, а именно ФЭУ, увеличивается количество распределенной генерации, которые используя инверторы способные изменять генерацию активной и реактивной мощности.

Выходное напряжения на солнечной электростанции определяется следующим выражением (5):

$$\begin{bmatrix} U_{sa} \\ U_{sb} \\ U_{sc} \end{bmatrix} = (R + L \frac{d}{dt}) \begin{bmatrix} i_a \\ i_b \\ i_c \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} u_a \\ u_b \\ u_c \end{bmatrix} \quad (5)$$

где  $U_{sa}$   $U_{sb}$   $U_{sc}$  напряжение инвертора,  $i_a$   $i_b$   $i_c$  ток инвертора,  $u_a$   $u_b$   $u_c$  напряжение внешней электрической сети.

Математическая модель работы инвертора описывается следующими уравнениями (6,7):

$$u_{sd} = Ri_d + L \frac{di_d}{dt} - \omega Li_q + u_d \quad (6)$$

$$u_{sq} = Ri_q + L \frac{di_q}{dt} + \omega Li_d - u_q$$

$$P = u_d i_d + u_q i_q$$

$$Q = u_q i_d - u_d i_q \quad (7)$$

В соответствии с выражением 5 выходное напряжение инвертора ( $U_{sa}$   $U_{sb}$   $U_{sc}$ ) зависит от напряжение сети ( $u_a$   $u_b$   $u_c$ ), поэтому с уравнением 6 происходит изменение значения напряжения, а также изменение генерации активной и реактивной мощности.

В качестве объекта исследования было выбрано ТОО «Алси», где в 2018 году для обеспечения собственного потребления были установлены ФЭУ общей мощностью 40кВт. Объект имеет собственную ТП-678, питание к которой осуществляется по ЛЭП-10кВ, ф.7 ПС-35/10кВ №103И «Тас-Кум» Талгарского РЭС.

Измерение параметров электрической энергии - напряжение,  $\cos(\varphi)$ , ток нагрузки и т.д., было выполнено с использованием специального прибора типа «Энергомонитор 3.3 Т1», установленного на вводе 0,4 кВ ТП-678 и на шинах 0,4 кВ ФЭУ.

Моделирование суточного графика нагрузки, ф.7, ПС 35/10 кВ №103И «Тас-Кум» при подключении ФЭУ 40 кВт выполнено с использованием программного обеспечения DigSilent PowerFactory.

DigSilent PowerFactory предназначен для анализа и планирования режимов работы электрических сетей и систем, при подключении различных источников генерации, в т.ч. и солнечных фотоэлементов.

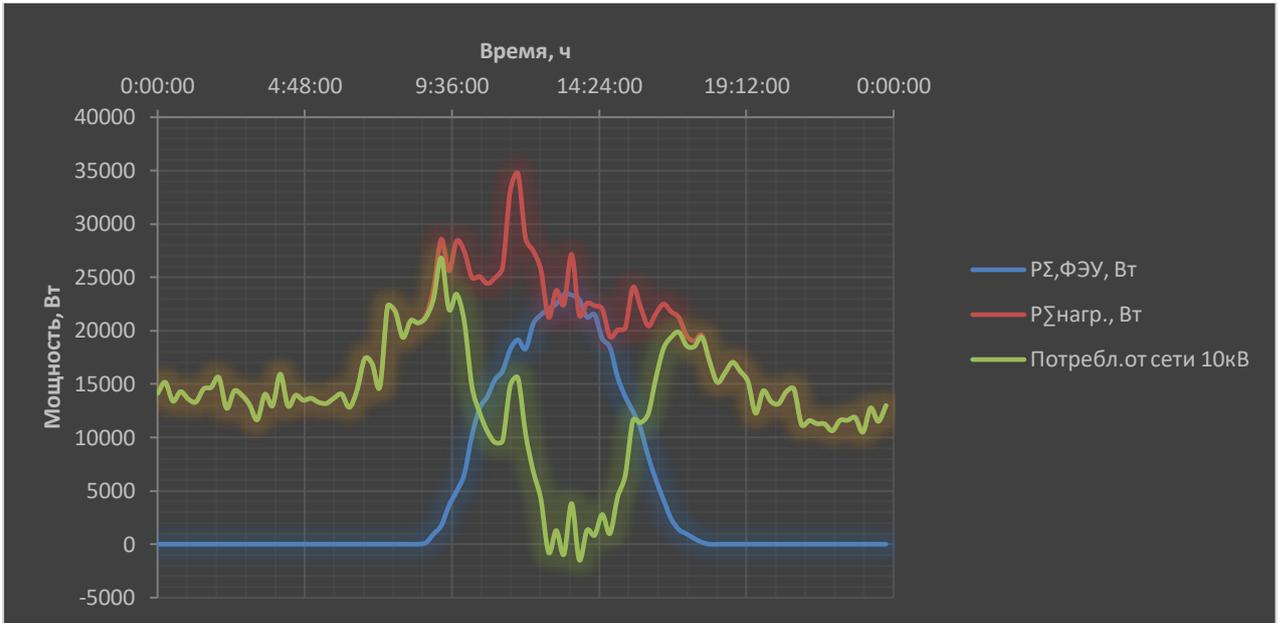


Рисунок 1 - Суточный график нагрузки ТОО «Алси» и генерации от ФЭУ за 09.12.2018 г.

Изменение суточных объемов электроэнергии за одни сутки показывают, что ФЭУ на 26% покрывает собственное потребление мощности, уменьшая ее потребление из сети 0,4 кВ.

При этом, генерация реактивной мощности ФЭУ составила стабильно 3,5 кВар ежедневно в период с 8:57ч до 17:25ч (Рисунок 2).

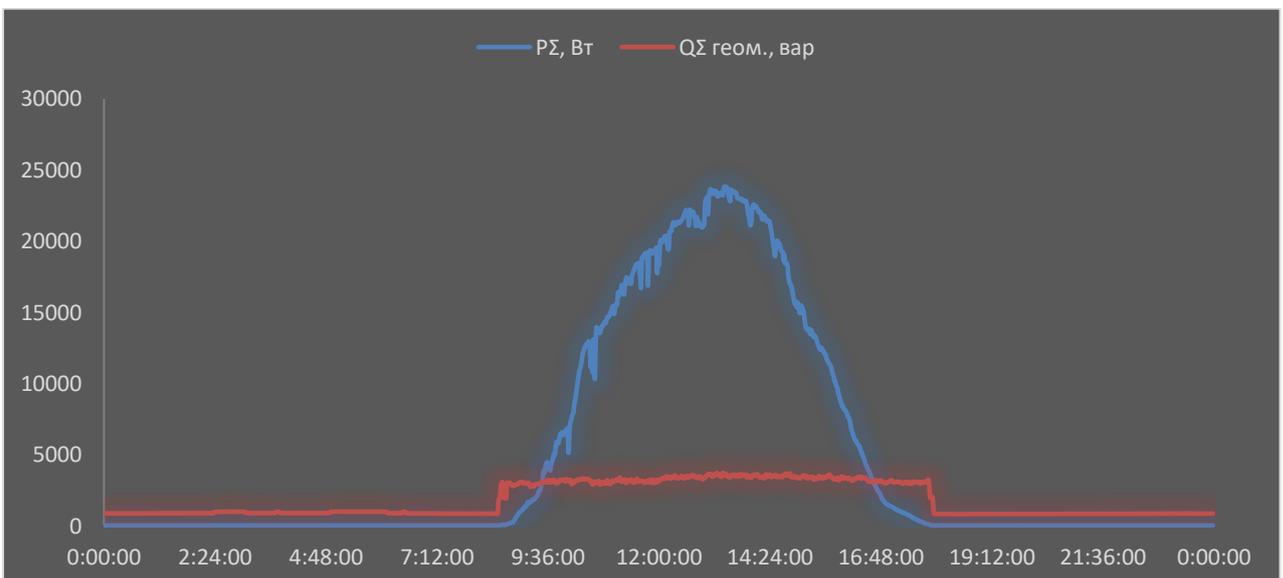


Рисунок 2 - Суточный график нагрузки ТОО «Алси» и генерации от ФЭУ за 09.12.2018 г.

Необходимо заметить, что сетевой инвертор в первую очередь работает на поддержание требуемого  $\cos(\varphi)$ , что подтверждается характером изменения двух кривых активной ( $P$ ) и реактивной мощности ( $Q$ ) в первые минуты начала и завершения работы ФЭУ. Генерация реактивной мощности опережает, генерацию активной мощности.

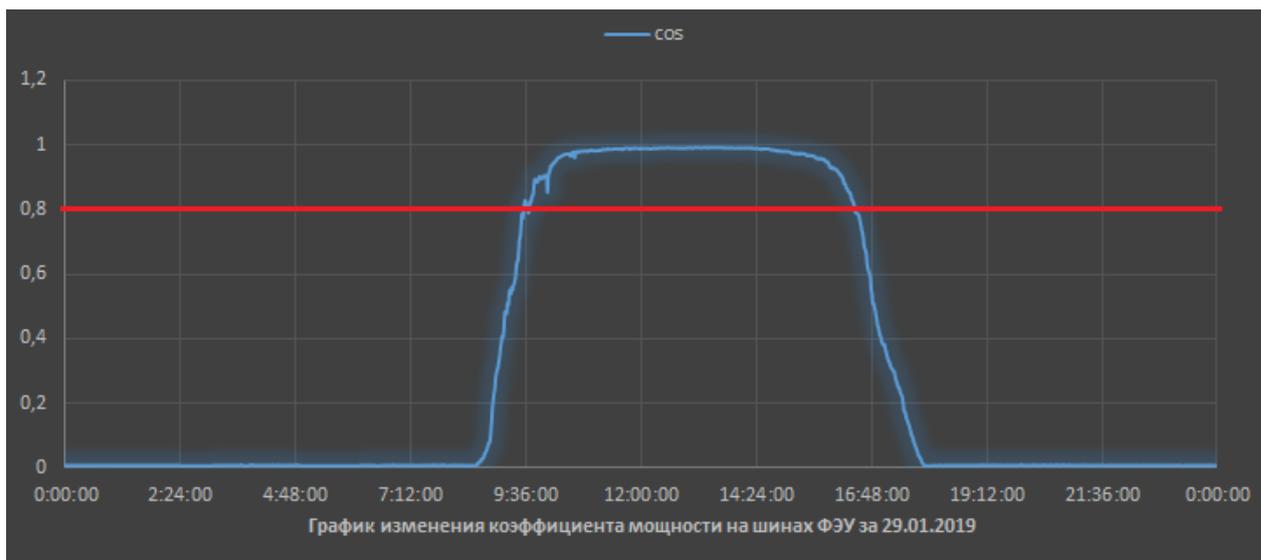


Рисунок 3 – Изменение значения  $\cos(\varphi)$  на шинах 0,4 кВ ФЭУ за 09.12.2018 г.

Из графика 3 можно видеть, что на протяжении всего периода начала работы солнечной активности значение  $\cos(\varphi)$  стремится к 1. Далее естественным образом снижает собственное значение до 0.

По программе DIgSilent PowerFactory было выполнено моделирование режима на основании графика нагрузки, полученного экспериментальным путем. Результаты моделирования по ф.7, ПС 35/10 кВ №103И «Тас-Кум», с указанием режимных параметров представлены на рисунке 4.

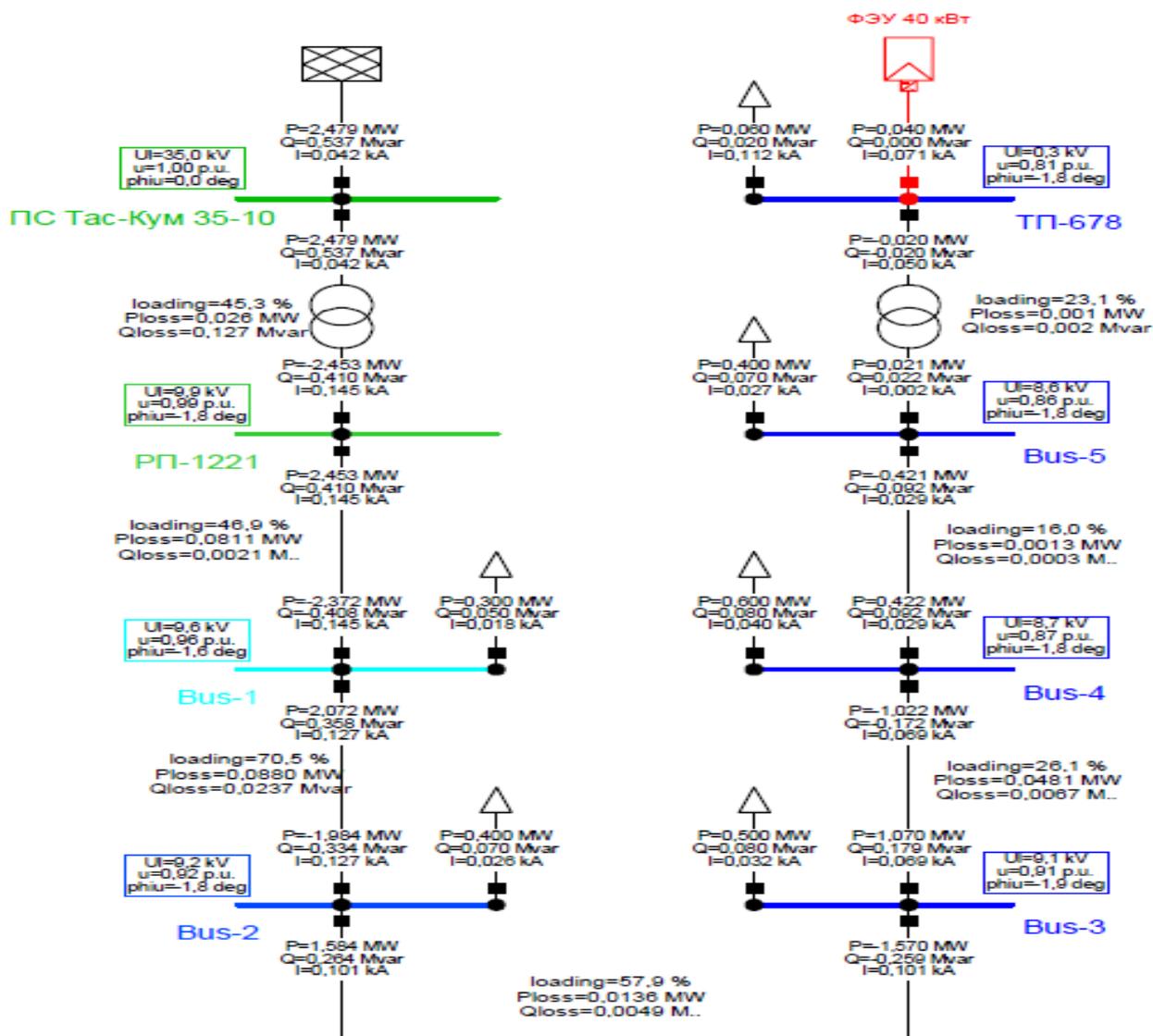


Рисунок 4-Потокораспределение мощности п. ф.7, ПС 35/10 кВ №103И «Тас-Кум» при интеграции ФЭУ 40 кВт

Моделирование режима на каждом участке распределительной сети 10 кВ и в трансформаторе ТП-678 по фактическим графикам нагрузки показывают, что до подключения ФЭУ 40 кВт нагрузочные потери мощности по ф. 7 ПС 35/10 кВ №103И «Тас-Кум» составляли 274 кВт. После подключения ФЭУ 40 кВт, потери мощности составили 260 кВт, результаты изменения режимов сведены в таблицу 1.

Таблица 1 Сводные данные по изменению режимных параметров до и после подключения ФЭУ 40 кВт.

Наименование	Тип	Загрузка, %	Р, МВт	Рпотери, МВт	Q, МВар	Qпотери, МВар
РП-1221 - Bus-1	Линия	1,0	0,051	0,003	0,006	0,000
Bus-4 - Bus-5	Линия	1,5	0,038	0,000	0,004	0,000
Bus-3 - Bus-4	Линия	1,1	0,042	0,004	0,005	0,001
Bus-2 - Bus-3	Линия	1,7	0,043	0,001	0,005	0,000

Таблица 1 Сводные данные по изменению режимных параметров до и после подключения ФЭУ 40 кВт.

Наименование	Тип	Загрузка, %	Р, МВт	Рпотери, МВт	Q, МВар	Qпотери, МВар
Bus-1 - Bus-2	Линия	1,7	0,047	0,004	0,006	0,001
Bus-5 - ТП-678	Трансформатор	27,2	0,038	0,001	0,004	0,001
ПС Тас-кум - РП-1221	Трансформатор	0,9	0,051	0,001	0,010	0,004
			Рген, МВт	Рпотери, МВт	Qген, МВар	Qпотери, МВар
Сеть 35-10-0,4	Сеть		0,051	0,014	0,010	0,007

Таким образом, уменьшение перетока реактивной мощности на 4 кВар по фидеру 7 ПС 35/10 кВ №103И «Тас-Кум» позволяет снизить потери активной мощности на 14 кВт, снизить загрузку сети на 1,5%, а трансформатора ТП-678 на 27,2%. Объем транспортируемой электроэнергии снизился в целом на 3 360 кВтч в месяц только по сети 10 кВ. Однако, если учесть снижение перетока мощности по сети 35-110 кВ, снижение нагрузочных потерь будет иметь наибольшую величину, что требует дополнительных расчетов и анализа.

### Выводы

Полученные результаты снижения потерь мощности в условиях эксплуатации задачи оптимизации принципиально отличаются от проектных задач тем, что поиск наилучшего режима производится без дополнительных капитальных затрат на конфигурацию электрической сети. Оптимизация режима электрической сети осуществляется за счет распределённой генерации при подключении солнечных панелей.

Покупка электроэнергии для снижения потерь на уровне 0,4 кВ намного эффективней, чем доставлять ее и трансформировать через сети 220/110/35/6-10/0,4 кВ, в результате чего происходит самобалансирование отдельных районов, а также будет осуществляться поддержка ВИЭ на региональном уровне в соответствии с Государственной политикой РК.

### Список литературы

1. Erhab Youssef, Rasha M. El Azab, Amr M. Amin /Influence study of concentrated photovoltaic location on voltage stability/ International Journal of Smart Grid and Clean Energy, vol. 4, no. 3, July 2015;
2. Luis F. Ochoa, and Gareth P. Harrison, /Minimising Energy Losses: Optimal Accommodation and Smart Operation of Renewable Distributed Generation/
3. A. Alarcon-Rodriguez, E. Haesen, G. W. Ault, J. Driesen, and R. Belmans, "Multi-objective planning framework for stochastic and controllable distributed energy resources," *IET Renewable Power Generation*, vol. 3, no. 2, pp. 227-238, Jun. 2009;
4. А.А. Герасименко, В.Б. Нешатаев, Методика и алгоритм расчёта потерь электрической энергии в задаче оптимальной компенсации реактивной мощности в распределительных сетях электроэнергетических систем Journal of Siberian Federal University. Engineering & Technologies 5 (2011 4) 567-591
5. К.К Тохтибакиев, К.О.Дмитриев, А.А.Саухимов, Ш. Шоколакова. Исследование динамических характеристик ветровой электростанции при подключении к распределительной сети/Исследования, результаты. - 2016. - №3 (71) ISSN 2304-3334-04 - стр.265-272.

## **КҮН ЭЛЕКТР СТАНСИЯНЫҢ 40 КВТ ҚУАТЫМЕН 10/0,4 КВ ЭЛЕКТР ЖЕЛІДЕГІ РЕКАТИВ ҚУАТЫН КОМПЕНСАЦИЯ ШАРАЛАРДЫ ЖҮРГІЗУ**

Шоколакова Ш.К<sup>1</sup>, -С.А. Кешуов<sup>1</sup>, А.А. Саухимов<sup>2</sup>, К.К. Тохтибакиев<sup>2</sup>, Б.В. Хван<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Қазақ Ұлттық Аграрлық университеті, Алматы қ., Қазақстан

<sup>2</sup>Алматы энергетика және байланыс университеті, Алматы қ., Қазақстан

*e-mail: [shinara.shokolakova@mail.ru](mailto:shinara.shokolakova@mail.ru)*

Тарату электр желіде шығындарды азайтуға реактив қуатын компенсация шаралар ең тиімді болып саналады. Комуналдық электр желіде баламалы энергия көздері таратуына орай, аудандық электр желілері күн панелдерінің инверторларды шығындарды азайту үшін қолдануға болады. Осы мақалада күн электрстансия электр желіге қосылған кезде электрэнергияның параметрларының эксперименталдық зерттеу және баланс модельдеу қортындылары көрсетілген.

## **REACTIVE POWER COMPENSATION IN 10/0.4 KV ELECTRICAL GRID BY USING SOLAR STATION OF 40 KWT**

Sh. Shokolakova<sup>1</sup>, S.A. Keshuov<sup>1</sup>, A.A. Saukhimov<sup>2</sup>, K.K. Tokhtibakiev<sup>2</sup>, B.V.Khvan<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Kazakh National Agricultural University Almaty, Kazakhstan

<sup>2</sup>Almaty University of Power Engineering and Telecommunications Almaty, Kazakhstan

*e-mail: [shinara.shokolakova@mail.ru](mailto:shinara.shokolakova@mail.ru)*

Compensation of reactive power is one of the efficiency activity for energy losses reduce. While Renewable energy sources (RES) are distributed in electrical grid of cities and villages, distribution system operator (DSO) can using inverter of PV for reduce power losses. In this paper is showed experimental investigation of changing mode parameters when 40 kW solar station are connected and results of modelling for electrical power balance changing.

## **РЕЗЮМЕ**

В статье приводятся результаты экспериментальных исследований по анализу параметров электрической энергии при интеграции фотоэлектрической установки, а также результаты моделирования по изменению баланса электроэнергии в исследуемом участке. Компенсация реактивной мощности в распределительных электрических является одним из способов снижения потерь мощности. В связи с активным распространением объектов ВИЭ в коммунальных электрических сетях городов и поселков Казахстана, районы электрических сетей (РЭС) могут эффективно использовать сетевые инверторы солнечных панелей для снижения потерь электроэнергии.

## ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА

УДК 662.951

Достияров А.М.<sup>1</sup>, Кибарин А.А.<sup>2</sup>, Наурыз Б.<sup>3</sup> Туманов М.Е.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> д.т.н., профессор кафедры «Теплоэнергетика» Казахского Агротехнического университета им С.Сейфуллина

<sup>2</sup>к.т.н., доцент кафедры «ТЭУ» Алматинского университета энергетики и связи

<sup>3</sup>магистр наук, докторант кафедры «ТЭУ» Алматинского университета энергетики и связи

<sup>4</sup>к.т.н., доцент кафедры «ТЭУ» Алматинского университета энергетики и связи

### Микрофакельное сжигание топлива и микрофакельное устройство со встречно–закрученными течениями.

**Аннотация.** Несмотря на ограниченный объем экспериментальных данных по применению микрофакельного сжигания в ГТД, различными авторами отмечаются следующие положительные качества данного метода: низкие потери напора газа, уменьшение габаритов конструкций, пониженные неравномерности температурного поля на выходе из КС, низкие показатели выхода оксидов азота с продуктами сгорания, уменьшенные радиационные потери.

Будучи еще известной с середины двадцатого века, технология микрофакельного сжигания начала привлекать внимание ученых относительно недавно. В настоящее время существует несколько основных направлений микрофакельного сжигания, однако у всех есть одно общее – это «размазывание» факела по фронту и объему горения. Поэтому важное значение для современных камер сгорания имеет конструкция фронтального устройства.

**Ключевые слова.** Микрофакельное сжигание, микрофакельное устройство, встречно–закрученные течения.

Микрофакельное сжигание газообразного топлива впервые встречается в работе [1], далее оно развито для ГТД в работах Христича В.А., Пчелкина Ю.М., Сударева В.В. и др. [2,3,4].

Проведенный анализ современных методов и конструкций камер сгорания дает возможность проанализировать и поставить основные требования к ним. Согласно [5] современные камеры сгорания газотурбинных двигателей должны соответствовать следующим критериям:

- высокий коэффициент полноты сгорания топлива. Современные КС должны иметь  $\eta_c = 98,5 \div 99,5\%$  ;

- малые гидравлические потери давления;

- высокую теплонапряженность рабочего объема;

- малую температурную неравномерность температур на выходе из КС, для обеспечения надежной работы турбины;

- быстрый и надежный пуск и стабильную работу по всем диапазоне нагрузок;

- долговечность конструкций, высокую надежность;

- отсутствие дыма, нагара и токсичных веществ.

Анализ разных способов и принципов горения в микрофакельных устройствах и многогорелочных камерах сгорания, показал особенности микрофакельного сжигания, который может максимально близко приблизиться к требованиям предъявляемым к камерам сгорания ГТД представленных выше. Микрофакельное горение является разновидностью зонного горения.

Анализ основных причин образования оксидов азота в различных устройствах и перспектив развития энергетики показал, что традиционные способы сжигания топлива не обеспечивают требуемых параметров по токсичности. Повышения теплонапряженности

рабочего объема и эффективности сжигания топлива можно получить при использовании микрофакельного горения, что показано в работе [6].

Несмотря на ограниченный объем экспериментальных данных по применению микрофакельного сжигания в ГТД, различными авторами отмечаются следующие положительные качества данного метода: низкие потери напора газа, уменьшение габаритов конструкций, пониженные неравномерности температурного поля на выходе из КС, низкие показатели выхода оксидов азота с продуктами сгорания, уменьшенные радиационные потери [7, 8, 9].

Будучи еще известной с середины двадцатого века [8], технология микрофакельного сжигания начала привлекать внимание ученых относительно недавно. В настоящее время существует несколько основных направлений микрофакельного сжигания, однако у всех есть одно общее – это «размазывание» факела по фронту и объему горения. Поэтому важное значение для современных камер сгорания имеет конструкция фронтального устройства.

Развитие поверхности фронта пламени в единице объема зоны горения, рациональное использование этого объема за счет повышения уровня турбулизации реагирующих потоков, совмещение отдельных стадий рабочего процесса и функций компонентов рабочего тела — все это обеспечивает микрофакельное сжигание во встречно-закрученными течениях. Таким образом, практически при одной и той же однородности конструкции фронтального устройства только за счет совершенствования горелочных и воздухонаправляющих устройств, процессов распыления и первичного перемешивания, испарения и воспламенения в каждой единице объема при том же давлении сжигается в единицу времени теперь на порядок больше топлива, чем раньше, а теплоты выделяется около 140-160 вместо 14-20 Вт/(м<sup>3</sup>-Па).

При переходе от одно- к многогорелочным устройствам, т. е. к принципиальному другому способу сжигания топлива в системе взаимодействующих между собой струйных структур были достигнуты практически те же значения, но длина камеры сократилось приблизительно в 2 раза. Это говорит о решающем влиянии на интенсификацию процесса горения применяемого способа стабилизации факела и сжигания топлива.

Резкое увеличение удельной поверхности фронта пламени возможно лишь при качественном изменении аэродинамической структуры течений во фронтальной части камеры сгорания.

В микромодульных конструкциях фронтальных устройств объемное тепловыделение было повышено еще на порядок по отношению к многогорелочным и достигло 800-1000 Вт/(м<sup>3</sup>-Па) при экспериментальных исследованиях на полупромышленных моделях[4].

Сокращение продольных размеров рабочей зоны камеры сгорания при большей интенсивности процессов в головной части всегда приводит к уменьшению неравномерности температуры за камерой в случае сжигания топлива во всем потоке воздуха (без разделения его по отдельным трактам), поскольку вторичное смешение практически начинается от фронтального устройства и в основном заканчивается к сечению, в котором завершается выгорание топлива.

Если же в камере предусмотрена отдельная зона вторичного смесеобразования, то в сечении на входе в нее профиль температуры продуктов сгорания всегда будет равномернее за более интенсифицированной зоной горения, что предопределяет и меньшую конечную неравномерность температурного поля.

При более короткой зоне горения значительно уменьшается и поверхность элементов камеры, подверженная воздействию лучистого теплового потока со стороны горящего факела, что позволяет поддерживать более умеренную температуру этих элементов даже при меньшем расходе охлаждающего воздуха. Особенно резко снижается радиационный поток теплоты от факела к стенкам «огневых» элементов при реализации

микрофакельного сжигания топлива во всем потоке поступающего в камеру сгорания воздуха[10].

В этом случае горение происходит при среднемассовых температурах, близких к нижней границе диапазона оптимальных температур реакции горения углеводородных топлив, что приводит к благоприятному эффекту снижения температуры пламенных труб. Следует подчеркнуть, что в таких конструкциях камер сгорания максимальную температуру имеют не пламенные трубы, охватывающие факел с боковых его поверхностей, а обращенные к факелу стенки элементов фронтального устройства - горелок, стабилизаторов, раздающих планок и т. д. Именно эти элементы в первую очередь подвергаются агрессивному коррозионному и тепловому воздействию факела. Поэтому особое внимание конструкторов-проектировщиков фронтальных устройств микрофакельных камер сгорания - должно быть уделено разработке новых конструктивных схем горелочных и стабилизирующих узлов, созданию новых более интенсивных способов их охлаждения (в том числе использующих запасы «холода», содержащиеся в топливе), внедрению стойких антикоррозионных и термостойких покрытий (в том числе на основе керамических конструкционных материалов) и т. д.

С уменьшением длины факела изменяется и диапазон возможных вибрационных режимов горения, он сдвигается в сторону более высоких и менее опасных частот. При одновременном развитии и взаимодействии в зоне горения множества параллельных факелов резко снижается вероятность возникновения регулярных продольных, радиальных или окружных пульсаций, поскольку каждый отдельный факел всегда какими-то геометрическими, аэродинамическими или тепловыми параметрами отличается от соседних, а значит, имеет и другой спектр собственных колебаний. Кроме того, при параллельной работе множества горелок появляется и конструктивная возможность подавления или снижения вероятных колебательных процессов в зоне горения: организация струйных рассекателей, разделяющих зону горения на ряд отдельных участков; введение поперечных перегородок в топливном тракте; неодинаковые расходные характеристики соседних топливных струй и т. д.

Совершенствование газотурбинных установок с микрофакельным сжиганием, все большее значение приобретает возможность получения оптимальной эпюры температуры по высоте лопаток турбины. Оптимальная эпюра, как правило, неравномерна, она имеет максимум, превышающий среднемассовое значение начальной температуры рабочего тела на входе в турбину. Это связано со стремлением разработчиков равномерно нагрузить все сечения лопатки. Естественно, что сформировать нужное радиальное распределение температуры проще всего в многгорелочных конструкциях, особенно с многярусным размещением горелок, т. е. интенсификация рабочего процесса, достигаемая, как правило, за счет дробления факела, всегда сопровождается и большей маневренностью в получении необходимого профиля температуры, в контроле и регулировании температурной неравномерности в окружном направлении, в управлении выходным температурным полем в зависимости от нагрузки установки и т. д.

Отмеченная особенность микрофакельных камер сгорания при конкретных рациональных конструктивных решениях фронтального устройства помогает снизить чувствительность поля температур на выходе из камеры к воздействию на окружную неравномерность препятствий, расположенных в потоке сжатого рабочего тела перед воздухомнаправляющими элементами головной части камеры. Некоторые микрофакельные конструкции фронтальных устройств обеспечивают возможность значительного ослабления такого негативного воздействия аэродинамических следов от выше по потоку расположенных препятствий на окружную неравномерность выходного температурного поля камеры сгорания[11,12].

Совмещение первичного смешения, выгорания и вторичного перемешивания, а также проблема управления температурным полем, казалось бы, существенно усложняют конструкцию фронтального устройства камеры сгорания. Но и здесь вполне возможно создание сравнительно простых решений в микрофакельных устройствах, успешно выполняющих перечисленные задачи.

В настоящее время все большее применение получают такие установки, которые отличаются универсальностью использования в различных условиях эксплуатации, не зависят от климата региона, от характера привода, от наличия в схеме установки регенератора и т. д. Одним из важнейших условий является независимость установки от вида сжигаемого топлива, что связано с разработкой и отладкой многотопливных камер сгорания, т. е. камер сгорания, в которых могут сжигаться (параллельно в любых соотношениях или последовательно) различные виды топлива. При этом переход с одного вида топлива на другой должен осуществляться без остановки агрегата или изменения его режима работы.

ГТУ работают в сложных климатических условиях: температура воздуха изменяется от 5°C зимой до 50 °C летом. ГТУ могут работать на газообразном и жидком топливе, а также на обоих видах топлива одновременно. Переключение с одного вида топлива на другой осуществляется автоматически. Одновременное сжигание разных по химическому и фазовому составу топлив с различными закономерностями выгорания, стехиометрическими характеристиками, температурами реакции горения в текущем сечении и т. д. должно внести соответствующие изменения в работу систем регулирования, управления и защиты агрегата. Кроме того, может оказаться целесообразным введение регулирования расхода первичного воздуха в зависимости от массового соотношения топлив, сжигаемых на данном режиме. Иногда в ГТУ, работающих на низкокалорийном топливе, приходится на некоторых режимах работы (пуск, холостой ход, остановка) добавлять в камеру сгорания высококалорийное топливо с целью улучшения процессов воспламенения и устойчивости факела на этих режимах. При проектировании камер сгорания для сжигания газообразных топлив с различной теплотой сгорания необходимо рассчитывать процессы стабилизации и первичного смешения и определять размеры воздушного и топливного трактов, арматуры таким образом, чтобы обеспечить надежную работу камеры сгорания, как на топливе с высокой, так и с низкой теплотой сгорания.

Задачи создания и надежной в эксплуатации многотопливных камер органически вписываются в общий подход к проектированию фронтальных устройств микрофакельных камер сгорания с характерной для них возможностью либо замыкания разных топливных систем на автономные горелочные комплексы, либо подвода к каждому микрофакелу разных топлив по отдельным коммуникациям. Возможно создание единой топливной системы на два вида топлива: газообразное и предварительно испаряемое жидкое.

Микрофакельное сжигание способствует повышению экономичности камеры сгорания. Завершение процесса выгорания на меньшем расстоянии от фронтального устройства приводит к устранению хвостовой зоны факела, в которой происходит догорание отдельных частиц топлива, не вступивших в реакцию окисления на основном участке зоны горения. Скорости тепло- и массообменных процессов в зоне догорания малы, поэтому протяженность ее в несколько раз, а то и на порядок больше, чем участка высокоинтенсивного горения. Именно хвостовые области факела являются основным источником появления продуктов неполного сгорания в выхлопных газах. Необходимо создание такой кинематики течения в головной части камеры, при которой практически все топливо сгорает в ее пределах, снижает химическую неполноту сгорания, в том числе и на частичных режимах работы установки.

Поддержание высокой полноты выгорания топлива на номинальной, переходной и частичной нагрузках, на холостом ходу и на пусковых режимах связано в микрофакельных камерах сгорания как с возможностью регулирования коэффициента избытка воздуха в отдельных зонах огневого пространства за счет изменения расхода топлива, так и с изменением числа таких зон при помощи отключения-подключения целых секторов, каскадов микрофакельных устройств.

При этом происходит усложнение систем подготовки, подачи и распыливания топлива, автоматического регулирования и управления агрегатом, но в каждой из зон обеспечиваются условия выгорания в оптимальном по температурному уровню диапазоне.

При сжигании топлива в микрофакельных конструкциях камер дополнительный эффект экономичности возникает из-за снижения гидравлического сопротивления на значение, пропорциональное потерям давления во вторичной зоне. Конечно полностью эти потери не исчезают, поскольку вторичное смесеобразование осуществляется в головной части камеры сгорания, протекая параллельно-последовательно процессам испарения первичного смешения и выгорания топлива.

Определенный выигрыш в экономичности микрофакельных камер сгорания получается также за счет уменьшения расхода воздуха, направляемого в систему охлаждения огневых элементов камеры. Это объясняется существенным сокращением общей поверхности, требующей интенсивного отвода теплоты, упрощением конструкции системы охлаждения, снижением температурного уровня охлаждаемых деталей. Основная масса воздух подается в первичную зону, вызывая некоторое уменьшение среднемаховой адиабатической температуры зоны горения, а, следовательно, и теплового потока излучения, падающего на обращенные к факелу поверхности.

А самое главное преимущество МФС связано с повышением экологичности газотурбинного двигателя — направлением, приобретающим все большую актуальность и масштабность и предназначенным для реализации конструктивных решений по снижению содержания токсичных компонентов в продуктах сгорания углеводородных топлив. В настоящее время в традиционных конструкциях используются многочисленные средства и методы, улучшающие экологические характеристики ГТУ. Это, например, улучшение распыливания топлива, особенно на частичных режимах работы установки; впрыск воды или пара в огневую зону для подавления реакции образования  $\text{NO}_x$ ; добавка в топливо специальных противодымных присадок для уменьшения концентрации сажистых частиц в выхлопных газах; интенсификация перемешивания в первичной зоне камеры для устранения причин появления в рабочем теле продуктов неполного сгорания.

Многие ведущие газотурбостроительные фирмы приступили к созданию принципиально новых конструкций камер сгорания с основным стремлением — существенно снизить токсичные выбросы ГТУ. Наиболее радикальное направление по резкому снижению  $\text{NO}$  в продуктах сгорания — это понижение среднемаховой температуры факела в зоне горения.

Осуществление такого решения в конкретных агрегатах практически связано с разработкой новых чрезвычайно интенсивных способов стабилизации горения и формирования факела, предотвращающих возможность появления механической и химической неполноты сгорания из-за уменьшения скорости реакции окисления при более низких температурах факела. Так, в камере сгорания ГТН-25 был осуществлен способ сжигания топлива за системой кольцевых коаксиальных стабилизаторов-горелок, обтекаемых системой кольцевых коаксиальных струй чередующейся закрутки. Концентрация оксидов азота в выхлопных газах ГТУ составляет всего 35—70 мг/м<sup>3</sup>, что в несколько раз ниже допустимых норм.

Целесообразно одновременно использовать и принцип подвода воздуха через несколько каскадов или ярусов, последовательно или параллельно расположенных по

ходу течения рабочего тела. В случае параллельного расположения процесс горения происходит независимо только в первом каскаде, в последующих же — горящий факел взаимодействует с потоком продуктов сгорания предыдущих каскадов, и, естественно, это сказывается на процессах воспламенения, устойчивости и выгорания топлива и должно учитываться при гидравлических и тепловых расчетах второго и последующих каскадов.

В многокаскадных или многоярусных камерах сгорания с подачей всего воздуха в зону горения с целью повышения полноты выгорания топлива и снижения содержания  $\text{NO}_x$  в выхлопных газах на промежуточных режимах работы ГТД может быть реализовано последовательное подключение каскадов (пуск и выход на холостой ход осуществляются при включении и постепенной нагрузке одного каскада, а при наборе нагрузки последовательно подключаются горелки второго каскада и т. д.). Горячие газы, выходящие из первого каскада, взаимодействуют в зависимости от режима работы установки то с относительно холодным потоком воздуха (на холостом ходу, при нормальной остановке, при пуске), то с продуктами сгорания второго каскада (на рабочих режимах) различного температурного уровня. Поэтому при проектировании такой камеры сгорания должны быть рассчитаны на все возможные режимы взаимодействия между параллельно или коаксиально двигающимися потоками последовательно расположенных каскадов, в том числе и в случае, когда догорание топлива предыдущего каскада происходит в процессе перемешивания с потоком последующего.

Для улучшения экологических характеристик микрофакельных камер сгорания многорежимных ГТУ необходимы существенные изменения конструкции. В камере должно быть несколько зон горения, в каждом из которых процесс сжигания происходит по-разному. Например, двухзонная камера сгорания: в первой зоне поддерживается при сравнительно низких скоростях движения состав смеси, близкий к стехиометрическому, что позволяет значительно снизить уровни концентрации продуктов химической неполноты сгорания  $\text{CO}$ , а во второй, наоборот, сжигается обедненная смесь при больших скоростях течения потока, чем обеспечивается уменьшение содержания оксидов азота в продуктах сгорания. Последовательный ступенчатый подвод топлива и воздуха в сильной степени изменяет процесс выгорания топлива, поскольку по ходу течения резко меняется и расход топлива, и расход воздуха, и коэффициент избытка и т.д.

Далеко не всегда удается создать новые высокоэффективные методы стабилизации пламени и сжигания топлива, которые при их промышленном освоении реализовали бы отмеченные выше усовершенствования рабочего процесса. Как правило, многие из результатов достигаются на основе разумного компромисса между выдвигаемыми требованиями.

Таким образом, на наш взгляд, наши последующие эксперименты в микрофакельных устройствах со встречно-закручивающимися течениями покажут выше указанные преимущества МФС газообразного топлива.

## **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Хитрин Л.Н. Физика горения и взрыва. -М.: МГУ, 1957.- 442с.
2. Христич В.А., Тумановский А.Г. Газотурбинные двигатели и защита окружающей среды. - Киев. Изд-во Техника, 1983. — 144 с.
3. Пчелкин Ю.М. Камеры сгорания газотурбинных двигателей.-М.:Машиностроение, 1984.-280с.
4. Достяров А.М. Микрофакельное горение в топливосжигающих устройствах. — Шымкент: ЮКГУ им. М.Ауезова, 1999. - 181с.

5. Достияров А.М., Умышев Д.Р., Катранова Г.С., Яманбекова А.К. Камеры сгорания и горелки ГТУ. -Астана: КАТУ им. С.Сейфуллина, 2017. -205с.
6. Пчелкин Ю.М. Лебедев В.П., Достияров А.М. Теплонапряженность и токсичность камеры сгорания при микрофакельном горении топлива. -НИИЭ информэнергомаш: Энергетическое машиностроение, 1-82-08, 1982, № 8, с. 10-14.
7. Пчелкин Ю.М. Лебедев В.П., Достияров А.М. Снижение окислов азота в камере сгорания при микро -факельном сжигании топлива. - Изв.Вузов:Машиностроение, М., 1982,№ 11. С.37-47
8. Достияров А.М. Разработка топливосжигающих устройств с микрофакельным горением и методики их расчета: дис. док. техн. наук: 05.14.04 г.Алматы: КазНИИ Энергетики им. Чокина, 2000. - 237с.
9. Умышев Д.Р., Достияров А.М., Туманов М.Е. Классификация методов подавления  $\text{NO}_x$  и возможности их уменьшения за счет улучшения смесеобразования топливо-воздушной смеси// Вестник КазНТУ. – 2015. - №3. - С. 85-92.
10. Сударев А.В. Разработка, исследование оптимальных способов интенсификации рабочего процесса и их внедрения в конструкции камер сгорания стационарных газовых турбин. Дисс. докт. техн. наук. – Л., 1980. - 393с.
11. Dostiyarov A.M, Tumanov M.E., Quiwang Wang, Umyshev D.R. Experimental investigation of v-gutter flameholders .-(Thomson Reuters) Thermal Science. – 2017. Vol.21, №2. - P. 1011-1019.DOI: <https://doi.org/10.2298/TSCI151209072U>
12. Umyshev D.R., Dostiyarov A.M., Tyutebayeva G.M. Experimental investigation of the management of  $\text{NO}_x$  emissions and their dependence on different types of fuel supply// Espacios. – 2017, Vol.38, №24. –P.17.

#### References

1. Khitrin L.N. The physics of combustion and explosion. -М .: MSU, 1957.- 442p.(in Russian)
2. Khristich VA, Tumanovsky AG Gas turbine engines and environmental protection. - Kiev .: Publishing house Technique, 1983. - 144 p. (in Russian)
3. Pchelkin Yu.M. Combustion chambers of gas turbine engines.-М .: Mechanical Engineering, 1984.-280s. (in Russian)
4. Dostiyaryarov A.M. Microfuel burning in fuel-burning devices. - Shymkent: SKSU them. M.Auezova, 1999. - 181s. (in Russian)
5. Dostiyarov AM, Umyshev DR, Katranova GS, Yamanbekova AK Combustion chambers and burners GTU.-Astana: KATU them. S.Seifullin, 2017.-205s. (in Russian)
6. Pchelkin Yu.M. Lebedev VP, Dostiyarov A.M. Thermal stress and current of the combustion chamber with microfuel combustion of fuel. -NIIЕ informenergomash: Power Engineering, 1-82-08, 1982, No. 8, p. 10-14. (in Russian)

7. Pchelkin Yu.M. Lebedev VP, Dostiyarov A.M. Reduction of nitrogen oxides in the combustion chamber with microfuel combustion of fuel. *Izv. Vuzov: Mechanical Engineering*, Moscow, 1982, No. 11. P.37-47(in Russian)
8. Dostiyarov A.M. Development of fuel-burning devices with microfuel burning and methods of their calculation: dis. doc. tech. Sciences: 05.14.04 г. Алматы: KazNII of Power Engineering. Chokin, 2000. - 237с. (in Russian)
9. Umyshev DR, Dedyarov AM, Tumanov ME Classification of methods for suppressing NO<sub>x</sub> and the possibility of reducing them by improving the mixture of fuel-air mixture // *Bulletin of KazNTU* .- 2015. - № 3. - P. 85-92. (in Russian)
10. Sudarev A.V. Development, research of optimal ways of intensification of the working process and their implementation in the design of combustion chambers of stationary gas turbines. *Diss. Doct. tech. sciences.* - L., 1980. - 393s. (in Russian)
11. Dostiyarov A.M, Tumanov M.E., Quiwang Wang, Umyshev D.R. Experimental investigation of v-gutter flameholders .-(Thomson Reuters) *Thermal Science.* – 2017. Vol.21, №2. - P. 1011-1019. DOI: <https://doi.org/10.2298/TSCI151209072U>
12. Umyshev D.R., Dostiyarov A.M., Tyutebayeva G.M. Experimental investigation of the management of NO<sub>x</sub> emissions and their dependence on different types of fuel supply// *Espacios.* – 2017, Vol.38, №24. –P.17.

## **MICROFLAME COMBUSTION OF FUEL AND A MICRO-FLAME DEVICE WITH COUNTER-SWIRLING CURRENTS**

**Dostiyarov A.M., Kibarin A.A., Nauryz B.**

Kazakh Agrotechnical University named after S. Seifullin, AUES

Despite the limited amount of experimental data on the use of microflame combustion in a gas turbine engine, various authors have noted the following positive qualities of this method: low gas head losses, reduced dimensions of structures, reduced unevenness of the temperature field at the exit from the combustion chamber, low yields of nitrogen oxides with combustion products, reduced radiation losses.

Being still known from the middle of the twentieth century, the technology of micro flare combustion has begun to attract scientists' attention relatively recently. At present, there are several main directions for microflame combustion, but all have one thing in common: the "smearing" of the torch along the front and the volume of combustion. Therefore, the design of the front-end device is of great importance for modern combustion chambers.

Microflame incineration, micro-flame device, counter-twisted currents.

МРНТИ

**И.В. Брейдо, Г.С. Нурмаганбетова**

Карагандинский государственный технический университет, г. Караганда, Казахстан

## **МЕТОД КОСВЕННОГО ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ НАГРЕВА СТАТОРНЫХ ОБМОТОК АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ**

**Аннотация.** Рассмотрены существующие тепловые защиты асинхронных электродвигателей, в том числе классические методы, основанные на применении защит от перегрузки статора с использованием зависимости действующего значения силы тока статора от времени срабатывания или времятоковой характеристики. Рассмотрен метод, основанный на наложении на синусоидальное напряжение фазы  $U_{SA}$  импульсных сигналов малой амплитуды и высокой частоты, последующим измерением тока. Имитационные эксперименты выполнялись с номинальной скоростью 1420 об/мин, мощностью 3 кВт и напряжением 380 В. Рассмотрен вариант определения сопротивления и температуры статора. Предложено применение этого метода для электродвигателей малой и средней мощности.

**Abstract.** The method of indirect measurement of heating temperature of the stator windings of an asynchronous electric motor. The existing thermal protection of asynchronous electric motors, including classical methods based on the application of stator overload protection using the dependence of the effective value of the stator current on the response time or the time characteristic, is considered. A method is considered based on imposing on the sinusoidal voltage of the  $U_{SA}$  phase pulsed signals of small amplitude and high frequency, followed by current measurement. Simulation experiments were performed with a nominal speed of 1420 rpm, a power of 3 kW and a voltage of 380 V. The variant of determining the resistance and temperature of the stator was considered. The application of this method for electric motors of low and medium power is proposed. Keywords: asynchronous electric motor, thermal protection, stator resistance, constant constituting.

**Ключевые слова:** асинхронный электродвигатель, тепловая защита, сопротивление статора, постоянная составляющая.

Тепловая защита статорных обмоток асинхронного электродвигателя (АД) определяется, в первую очередь, проблемой измерения или определения температуры обмотки. Точность полученной системой защиты температуры информации о тепловом состоянии – это ключевой фактор предотвращения повреждений изоляции из-за перегрева и продления срока ее службы [1].

Существует несколько подходов к выполнению тепловой защиты АД, в том числе классические методы, основанные на применении защит от перегрузки статора с использованием зависимости действующего значения силы тока статора от времени срабатывания или времятоковой характеристики [2]. К недостаткам такого подхода можно отнести невозможность контроля температуры обмоток статора АД, а также несрабатывание защиты при многократных пусках подряд под нагрузкой. Большинство отечественных тепловых защит АД, построенных на современных микропроцессорах, основано на непрерывном измерении температуры обмоток статора с помощью встроенного в фазные обмотки термодатчика (ТД) [3]. Для электродвигателей, находящихся в эксплуатации эти технические решения не применимы.

Для таких электродвигателей может быть предложено определение температуры косвенным методом, посредством измерения активного сопротивления обмотки статора.

Для определения активного сопротивления статора предлагается метод активной идентификации, основанный на наложении на синусоидальное напряжение фазы  $U_{SA}$  импульсных сигналов малой амплитуды и высокой частоты 600 Гц, с последующим измерением тока, которые показаны на рисунке 1.

На рисунке 2 представлена сумма импульсных сигналов частотой 600 Гц и гармонических сигналов частотой 50 Гц.

В составе тока при этом присутствуют импульсные составляющие. Для выделения этих составляющих требуются применение фильтров высоких и нижних частот. Фильтр высоких частот выделяет высокочастотные составляющие 600 Гц, затем сигналы поступают на фильтр нижних частот, где выделяются постоянные составляющие тока (рисунок 3).

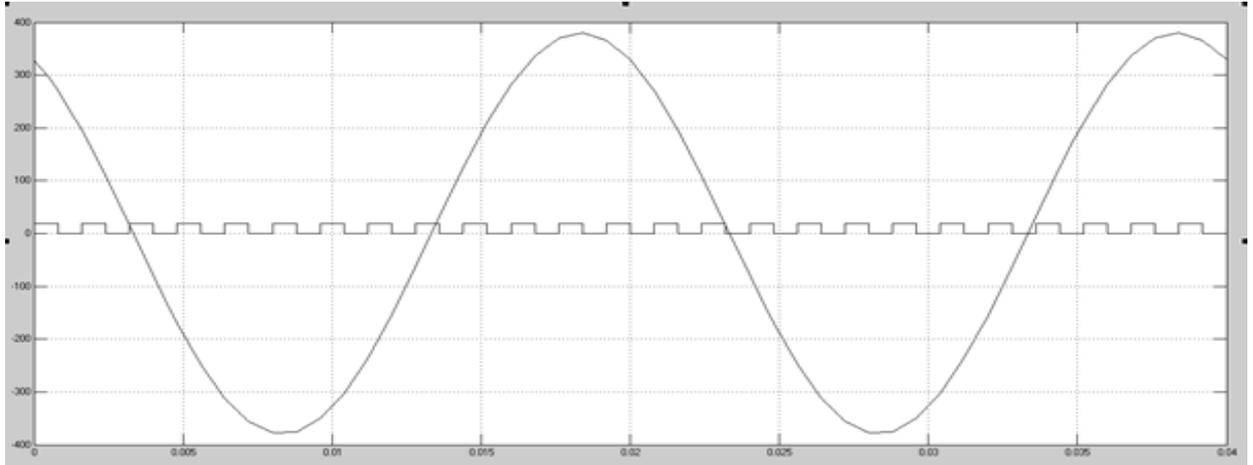


Рисунок 1 – Наложение импульсного сигнала на синусоидальное напряжение

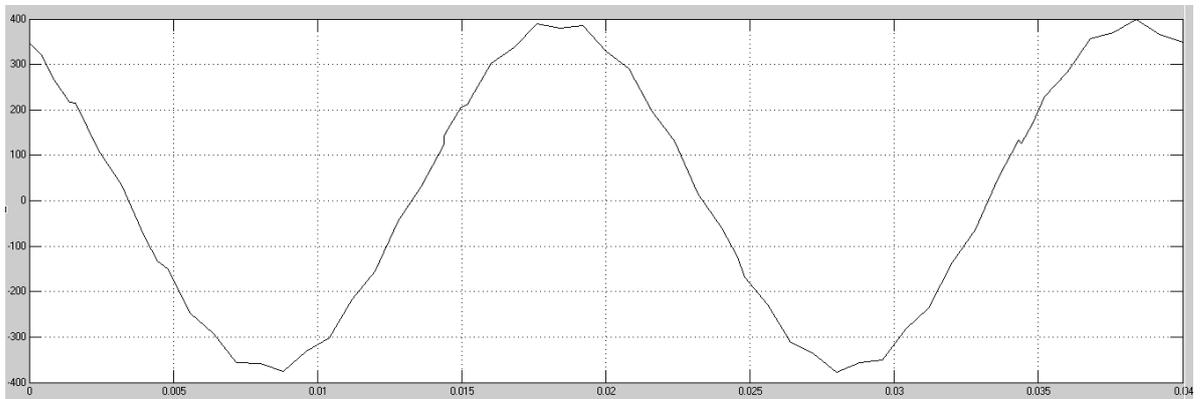


Рисунок 2 – Сумма импульсных и гармонических сигналов

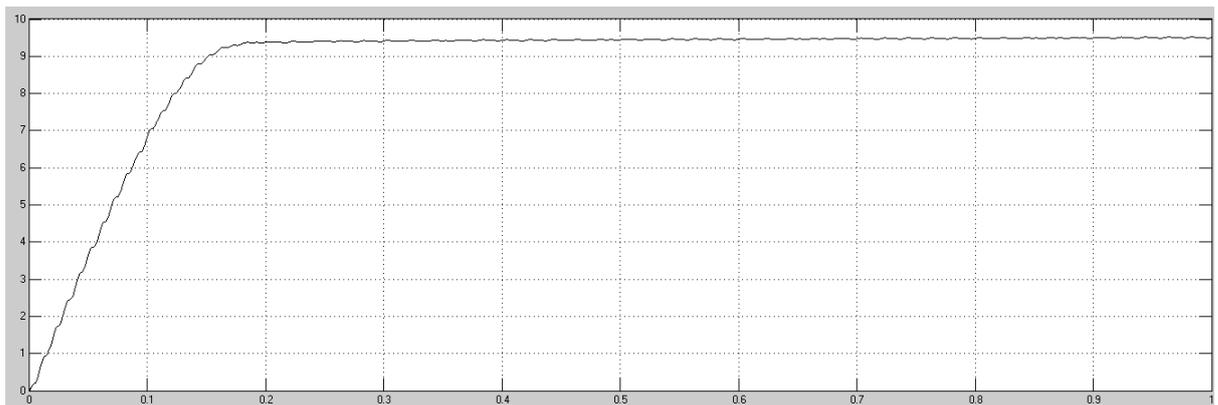


Рисунок 3 - Выделение постоянной составляющей тока

В качестве модели для экспериментальных исследований взят трехфазный асинхронный короткозамкнутый электродвигатель номинальной скоростью 1420 об/мин, мощностью 3 кВт и напряжением 380 В.

На основании измеренного тока и напряжения можно определить сопротивление обмотки статора:

$$R_s = \frac{U_{dc}}{I_{dc}} \quad (1)$$

где:

$R_s$  – сопротивление статора, [Ом];

$U_{dc}$  – постоянная составляющая напряжения, [В];

$I_{dc}$  – постоянная составляющая тока [А].

Зависимость температуры от сопротивления:

$$T = \frac{1}{a} \left( \frac{R_s}{R_0} - 1 \right) + 20 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (2)$$

где:

$R_s$  – сопротивление статора, [Ом];

$R_0$  – сопротивление статорных обмоток при температуре 20°C, [Ом];

$a$  – температурный коэффициент сопротивления, [1/К];

$T$  – температура, °С.

Выражение (2) определяет температуру обмотки статора, позволяет использовать ее для тепловой защиты АД.

Предложенный метод может быть применен для электродвигателей малой и средней мощности.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

[1] А. С. Космодамианский, В. И. Воробьев, А. А. Пугачев. Бездатчиковое определение температуры обмотки статора тягового асинхронного двигателя. Технологическое обеспечение ремонта и повышение динамических качеств железнодорожного подвижного состава: Материалы третьей всероссийской научно-технической конференции с международным участием в трех частях. Часть 1 / Омский гос. ун-т путей сообщения. Омск, 2015. 377 с.

[2] В.А. Андреев Релейная защита и автоматика систем электроснабжения: учебник для Вузов / В.А. Андреев.- 4-е изд. перераб. и доп. – М.: Высш.шк., 2006. – 639 с.

[3] Анд.А.Гусаров, Ал.А.Гусаров, Е.Б.Ковалёв, В.А.Гвоздев. Алгоритм тепловой защиты низковольтных асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором. Журнал «Взрывозащищенное Электрооборудование», №1 2010г., 160-166 с.

## ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ НАУКИ

МРНТИ 87.17.03

**З.И. Жолдыбаева, Е.Х. Зуслина, С.Ю. Креслина**

Алматинский университет энергетики и связи, г. Алматы, Казахстан

### ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ ЭЛЕКТРИЗАЦИИ ВОДНОГО АЭРОЗОЛЯ

**Аннотация.** В статье приведены результаты экспериментальных исследований естественной электризации воды и различных способов искусственной электризации воды при диспергировании: контактного, в слабоионизированной среде, в поле коронного разряда, индукционного способа в поле неизолированного индуцирующего электрода и в поле изолированного индуцирующего электрода. Дан сравнительный анализ исследованных способов электризации воды. Предложен наиболее рациональный и безопасный способ электризации воды в поле изолированного индуцирующего электрода, позволяющий получить заряд достаточный для эффективного пылеулавливания.

**Ключевые слова:** диспергирование, электризация, электрический заряд, коронный разряд, ионизированная среда, контактный способ, индукционный способ, индуцирующий электрод.

Одной из экологических проблем современного мира является загрязнение воздушного бассейна выбросами промышленных предприятий. К эффективным и простым методам очистки отходящих газов относятся мокрые методы пылеулавливания. Однако степень улавливания пылей тонких фракций путем орошения недостаточно высокая. Интенсифицировать мокрые методы пылеулавливания можно путем использования жидких электроаэрозолей [1, 2]. Жидкие электроаэрозоли широко применяются в различных отраслях народного хозяйства и помимо пылеулавливания [3–5]. В литературе накоплено большое количество данных по электризации различных видов жидкостей. Но из сопоставления результатов разных исследователей трудно сделать вывод относительно способа электризации воды, характера и величины питающего напряжения, величины и знака заряда водного распыла, оптимального расхода воды. В этой связи исследование и сравнительный анализ различных способов электризации воды и выбор наиболее эффективного и безопасного в эксплуатации метода электризации является актуальным.

Существует ряд способов электризации жидкостей, в основе которых лежат различные физические или механические процессы. Однако, все существующие способы можно условно разделить на две группы: естественную и искусственную электризацию, в зависимости от того, происходит электризация в электрическом поле или без него.

Экспериментальные исследования электризации воды проводились на лабораторной установке (рисунок 1) по известной методике [6]. Измерительная система (рисунок 1, а) представляла собой хорошо изолированный коллектор – емкость, соединенный с землей через измерительное сопротивление. Коллектор – емкость помещался в керамический стакан, установленный на фторопластовых изоляторах внутри заземленного металлического бака, выполняющего роль электростатического экрана, который служит

для защиты измерительной системы от паразитных наводок. Сопротивление изоляции измерительной системы от электростатического экрана значительно больше измерительного сопротивления. Заряженные капли, через отверстие в экране попадая в коллектор – емкость, отдают ему свой заряд, который стекает через измерительное сопротивление в землю. Микровольтметр, подсоединенный параллельно измерительному сопротивлению  $R_{изм}$ , измеряет падение напряжения  $U_{изм}$  на последнем. Суммарный удельный заряд воды  $Q_{\Sigma}$  рассчитывается по известному соотношению:

$$Q_{\Sigma} = \frac{U_{изм}}{R_{изм} \cdot v \cdot \rho}, \quad (1)$$

где  $v = V/t$  – расход воды, м<sup>3</sup>/с;  $V$  – объем воды, собранный в коллектор-емкость за определенный промежуток времени  $t$ ;  $\rho$  – плотность воды, кг/м<sup>3</sup>.

В качестве источника питания использовался модифицированный высоковольтный источник АИИ-70. для изменения полярности применялось дополнительное выпрямительное устройство. Переменное напряжение снималось непосредственно с повышающего трансформатора высоковольтного источника.

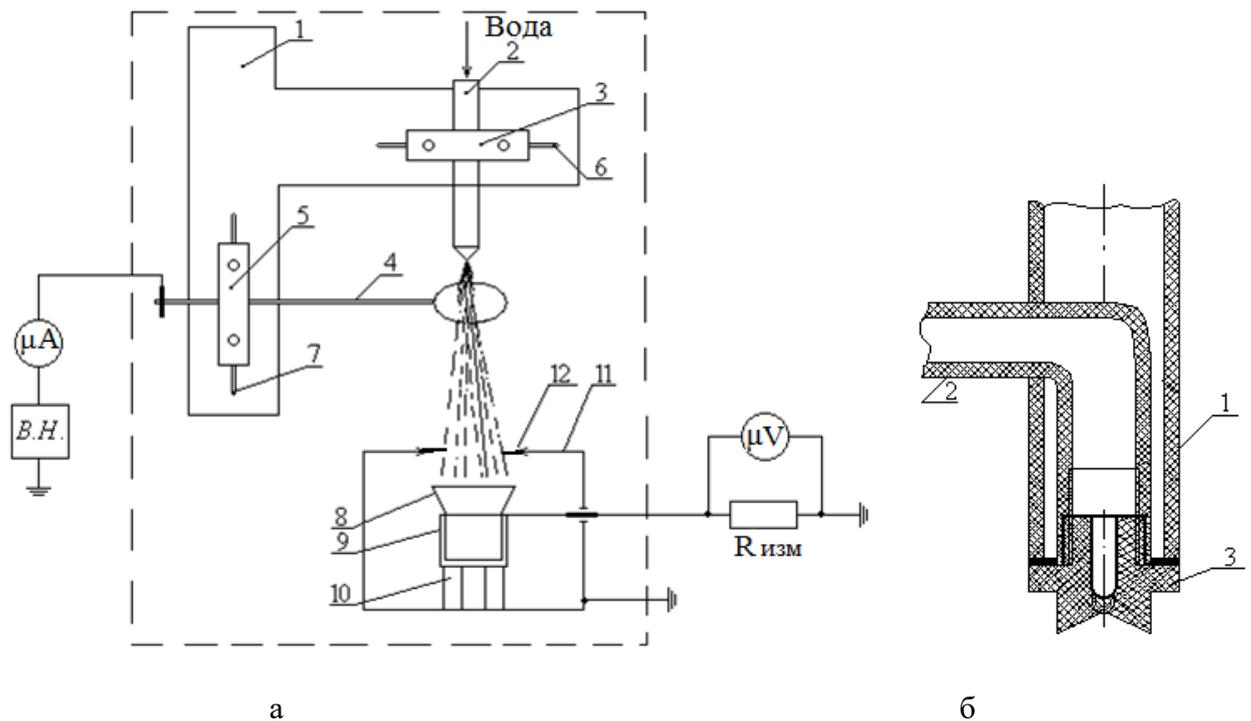


Рисунок.1 – Установка для измерения суммарного заряда воды.

а - схема установки: 1- кронштейн; 2 - распылитель; 3,5 - зажимы; 4- электризатор; 6, 7 - направляющие; 8 - коллектор; 9 - стакан; 10 - изоляторы; 11 - экран; 12 - диэлектрический ободок.

б - схема распылителя: 1 - корпус; 2 - водоподводящий канал; 3 - распылительная насадка.

Необходимое число опытов определялось из условия [7], чтобы величина ошибки измерения  $p = \frac{Q \cdot 100\%}{\bar{x}}$  при доверительной вероятности  $\beta = 0,95$  не превышала принятой нами допускаемой ошибки,  $P_g = 15\%$ .

$$p = \frac{t_{C^k}}{\sqrt{n}} \leq P_g, \quad (2)$$

где  $t_C$  - критерий по распределению Стьюдента, при доверительной вероятности  $\beta = 0,95$  в зависимости от числа степеней свободы  $t_C$  лежит в интервале 2,02-2,57 [8];

$k = \frac{\sigma(x) \cdot 100\%}{\bar{x}}$  - коэффициент вариации,  $k = 20\%$ ;  $\sigma(x)$  - среднее квадратичное отклонение одного измерения.

При  $n = 10$  число степеней свободы  $f = 9$ ,  $t_C = 2.26$  и  $P_g = 14.3\%$ , что меньше принятого нами значения допустимой ошибки. Следовательно, число опытов  $n = 10$  является достаточным. Таким образом, для определения величины суммарного заряда при электризации воды проводилось по десять параллельных опытов при каждом сочетании факторов варьирования. Обработка результатов измерений производилась согласно методике Большакова В.Д. и Гайдаева Г.А. [8]. Доверительный интервал  $\theta$  определялся при доверительной вероятности  $\beta = 0,95$ , принятой при пылевых измерениях.

Исследование естественной электризации воды.

При исследовании электризации воды естественным путем нами был получен положительный заряд порядка  $10^{-7} - 10^{-8}$  Кл/кг. Знак естественного суммарного заряда воды позволяет сделать вывод о том, что преобладающим являются положительно заряженные капли воды. Нами также исследовалась зависимость знака суммарного заряда водного распыла от материала распылительной насадки форсунки (использовалась насадка из меди, эбонита, органического стекла, винипласта, фторопласта). Изменение знака не обнаружено. При распылении воды с помощью распылительной насадки из меди, органического стекла и винипласта был получен положительный суммарный заряд распыла порядка  $(1 \pm 0,1) \cdot 10^{-8}$  Кл/кг, а при использовании распылительной насадки из эбонита и фторопласта на порядок меньший заряд того же знака.

Естественная электризация жидкости происходит без внешнего электрического поля за счет ряда механических и физических процессов при ее распылении: баллоэлектрический эффект, трибоэлектризация, электризация за счет осаждения на каплях ионов, содержащихся в воздухе. Способ естественной электризации воды отличается простотой и безопасностью, так как нет необходимости во внешнем источнике питания и в дополнительных устройствах. Однако, величина заряда, получаемого этим способом очень мала, что явно недостаточно для эффективного пылеулавливания.

Исследование искусственной электризации воды контактным способом.

При контактном способе электризации воды использовалась металлическая распылительная насадка, на которую подавался потенциал от высоковольтного источника, другой полюс источника заземлялся. Таким образом, капли распыла уносили заряд, приобретенный в результате непосредственного контакта воды с распылительной насадкой, находящейся под высоким напряжением.

В процессе экспериментальных исследований электризации воды контактном способом были получены зависимости суммарного заряда воды от потенциала на распылителе и расхода воды. До некоторого потенциала (порядка 30кВ) зависимость суммарного заряда воды носит характер близкий к прямолинейному. Причем различие между суммарным зарядом воды при положительном и при отрицательном потенциале на распылителе невелико. При дальнейшем увеличении потенциала происходит резкое возрастание суммарного заряда воды (рисунок 2). Это, по-видимому, можно объяснить возникновением короны с распылительной насадки, которая была зафиксирована по характерному свечению в темноте и запаху озона. В результате этого происходит дополнительная подзарядка капель в поле короны за счет осаждения на них ионов. Следует отметить, что при отрицательном потенциале на распылительной насадке увеличение заряда более интенсивно и величина заряда капель более стабильна.

Экспериментально установлено, что величина суммарного заряда капель при контактной электризации может достигать  $0,9 \cdot 10^{-4}$  Кл/кг при положительном потенциале и  $1,25 \cdot 10^{-4}$  Кл/кг при отрицательном потенциале на распылительной насадке.

Наибольший доверительный интервал при доверительной вероятности  $\beta = 0,95$  для зависимости  $Q_{\Sigma} = f(\varphi)$  равен  $\pm 0,09 \cdot 10^{-4}$  Кл/кг.

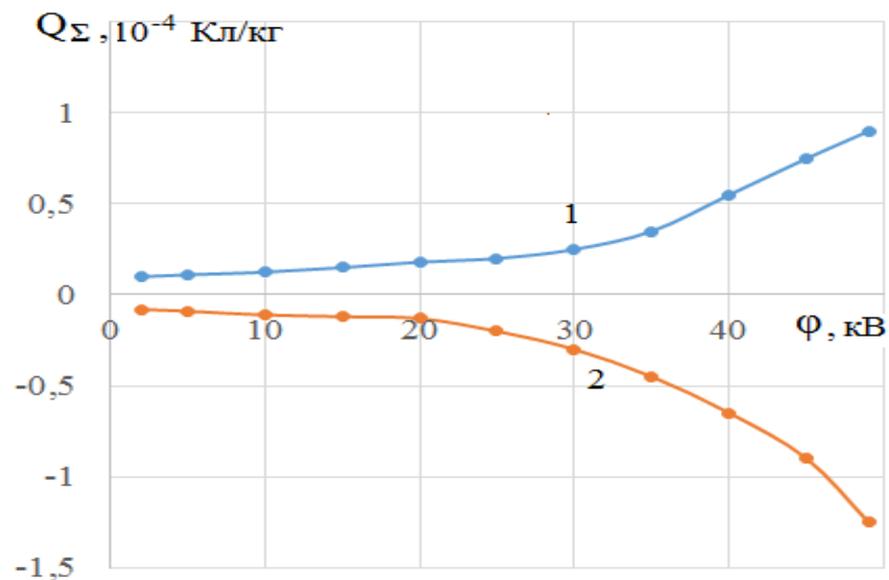


Рисунок 2 – Электризации контактным способом. Зависимость  $Q_{\Sigma} = f(\varphi)$  при расходе воды  $\Phi = 8$  г/с.

В процессе экспериментов было выявлено, что при изменении расхода воды в рассматриваемом диапазоне суммарный заряд практически не изменяется (рисунок 3, кривая 3).

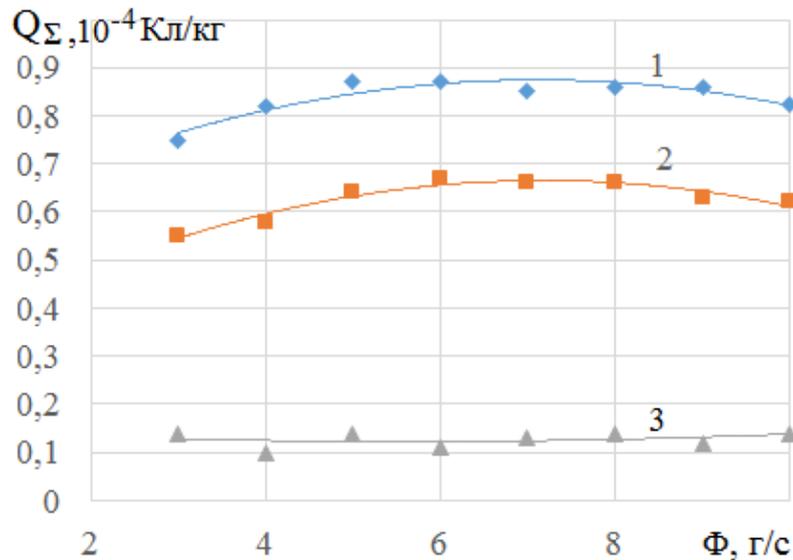


Рисунок 3 – Зависимость  $Q_{\Sigma} = f(\Phi)$  при потенциале  $U = 10\text{кВ}$

1 – в поле изолированного индуцирующего электрода при  $d_{\text{Э}} = 80\text{мм}$ ,  $b_g = 3\text{мм}$ ; 2 – в поле неизолированного индуцирующего электрода при  $d_{\text{Э}} = 80\text{мм}$  и  $S_{\text{ИП}} = 0,79\text{ мм}^2$ ; 3 – контактным способом.

Электризацию воды в слабоионизированной среде.

Электризация воды в слабоионизированной среде производилась с помощью генератора ионов, состоящего из заземленного некоронирующего электрода и коронирующего игольчатого электрода. На коронирующий электрод подавалось напряжение отрицательной или положительной полярности от высоковольтного источника питания. Водяной распыл обдувался потоком ионизированного воздуха. Ионы, образующееся в результате коронного разряда между заземленным металлическим кольцом и иглой, находящейся под высоким напряжением, выдувались из корпуса генератора ионов. До работы генератор был градуирован, т.е. определена концентрация ионов – количество ионов, образующихся в единице объема при различных значениях напряжения на коронирующей игле и скорости продува ионов. Градуировка производилась с помощью ловушки из мелкоячеистой сетки сечением  $S_{\text{Л}} = 18,1\text{ см}^2$ , установленной на фторопластовой основе и заземленной через измерительное сопротивление, с подсоединенным параллельно ему микровольтметром. Производительность генератора определялась из соотношения:

$$N_u = \frac{U_{\text{ИЗМ}}}{R_{\text{ИЗМ}} S_{\text{Д}} e u_{\text{И}}} \quad (3)$$

Скорость воздушного потока, выносящего ионы из генератора, измерялась с помощью анемометра. С некоторым приближением скорость ионов  $u_{\text{И}}$  принималась равной скорости выносящего их потока.

В процессе экспериментальных исследований определялся удельный заряд капель в зависимости от расхода воды и концентрации ионов  $N_u$  (таблица 1, где 1 - суммарный заряд воды при подаче на коронирующую иглу генератора ионов отрицательного потенциала, то есть при обдуве факела распыла потоком отрицательных ионов; 2 - суммарный заряд воды при подаче на коронирующую иглу генератора ионов положительного потенциала, то есть при обдуве факела распыла потоком положительных ионов). Из экспериментальных данных видно, что суммарный заряд воды при обдуве потоком положительных ионов меньше, чем при обдуве потоком отрицательных ионов той же концентрации. Сущность этого явления можно объяснить следующим образом: вода как известно, является дипольной жидкостью, в граничном слое водяных частиц имеется двойной электрический слой, в котором молекулы ориентированы отрицательными концами в центр капли. Следовательно, представляется естественным, что капельки воды захватывают если не исключительно, то преимущественно отрицательные ионы.

Таблица 1 Электризация воды в слабоионизированной среде

$N_u$ , ион/м <sup>3</sup>	Расход воды, г/с					
	4		6		10	
	Суммарный заряд, $Q_{\Sigma} 10^{-5}$ Кл/кг					
	1	2	1	2	1	2
$10^8$	$0,23 \pm 0,2$	$0,19 \pm 0,2$	$0,19 \pm 0,2$	$0,11 \pm 0,1$	$0,13 \pm 0,1$	$0,09 \pm 0,01$
$10^{10}$	$0,78 \pm 0,006$	$0,6 \pm 0,05$	$0,56 \pm 0,06$	$0,49 \pm 0,05$	$0,4 \pm 0,05$	$0,32 \pm 0,03$
$10^{12}$	$2,5 \pm 0,2$	$2,1 \pm 0,2$	$2,0 \pm 0,2$	$1,8 \pm 0,15$	$1,7 \pm 0,16$	$1,2 \pm 0,1$

Увеличение расхода воды при неизменной концентрации ионов ведет к уменьшению суммарного заряда воды (таблица 1). Это, видимо, можно объяснить тем, что с увеличением расхода воды увеличивается количество капель, образующихся в единицу времени, а концентрация ионов остается неизменной.

При электризации воды в слабоионизированной среде суммарный заряд капель получается порядка  $(0,1 \div 2,5) \cdot 10^{-5}$  Кл/кг.

Электризация воды в поле коронного разряда.

При электризации воды в поле короны в качестве коронирующей системы использовалась система «игла-плоскость», которая устанавливалась перед соплом распылителя. Один полюс высоковольтного источника подавался на иглу, а другой заземлялся. Плоскость тоже заземлялась. При электризации воды в поле короны был получен заряд порядка  $10^{-3}$  Кл/кг (рисунок 4). Наибольший доверительный интервал для  $Q_{\Sigma} = f(\varphi)$  равен  $\pm 0,08 \cdot 10^{-3}$  Кл/кг.

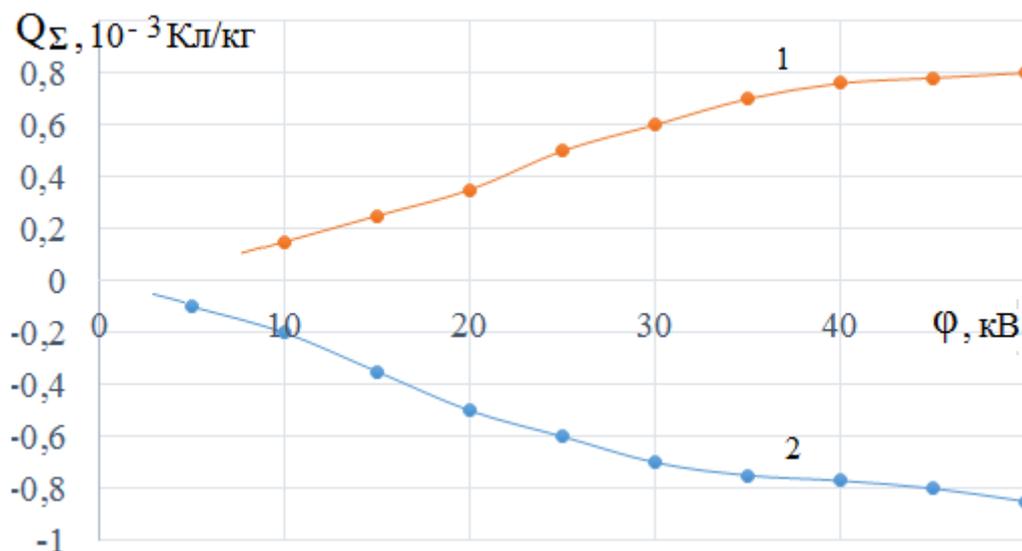


Рисунок.4 – Электризации воды в поле коронного разряда: 1-  $Q_{\Sigma} = f(\varphi)$  при отрицательном потенциале на игле ( $\Phi=8$  г/с); 2-  $Q_{\Sigma} = f(\varphi)$  при положительном потенциале на игле ( $\Phi=8$  г/с);

При подаче отрицательного потенциала на иглу был зафиксирован заряд начиная с напряжения  $U_{нач.} = 3$ кВ, что соответствует начальному напряжению отрицательного коронного разряда для данной системы коронирующих электродов.

При положительном потенциале на коронирующей игле -  $U_{нач} = +8$ кВ. Кроме того, при отрицательной короне водяной распыл заряжался в 1,2 -1,3 раза сильнее, чем при положительной короне. Это можно объяснить тем, что отрицательная корона более интенсивна и более стабильна, а также отрицательные ионы обладают большей подвижностью.

Как это следует из экспериментальных данных (рисунок 4), при повышении потенциала на коронирующем электроде заряд интенсивно увеличивается до некоторой величины, а затем скорость его роста уменьшается. Это, видимо, объясняется тем, что каплями определенного размера, содержащимися в факеле распыла, достигается максимально возможный для них заряд. Дальнейшее увеличение заряда капель ведет к короне с них, а значит уменьшению суммарного заряда воды.

Были проведены экспериментальные исследования влияния расхода воды на суммарный заряд при электризации в поле коронного разряда. Полученные результаты показали, что при электризации воды в поле короны суммарный заряд уменьшается с увеличением расхода воды (рисунок 5).

Это объясняется тем же, что и при электризации воды в поле коронного разряда при неизменном напряжении на коронирующей системе концентрация ионов в зоне распыла остается неизменной. В то же время, увеличение расхода воды ведет к увеличению количества капель, возникающих в единицу времени. При неизменной концентрации ионов для водяных капель существует, как бы дефицит последних, что и ведет к уменьшению суммарного заряда воды.

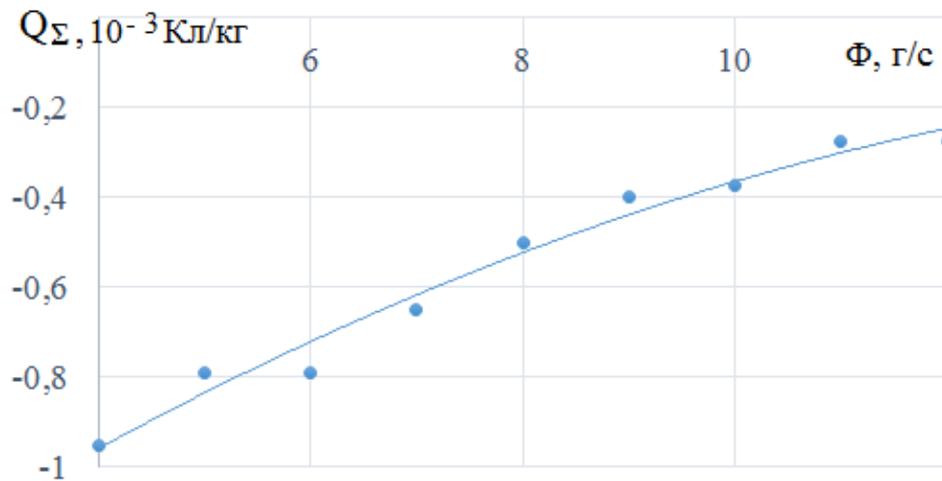


Рисунок.5 – Зависимость  $Q_{\Sigma} = f(\Phi)$  при отрицательном потенциале на коронирующем электроде 20 кВ

Исследования электризации воды индукционным способом.

Под индукционным способом электризации понимается электризация жидкости за счет электростатической индукции, что происходит путем поляризации жидкости, а также сосредоточения у ее поверхности свободных зарядов. Результаты экспериментальных исследований электризации воды индукционным способом приведены на рисунке 6.

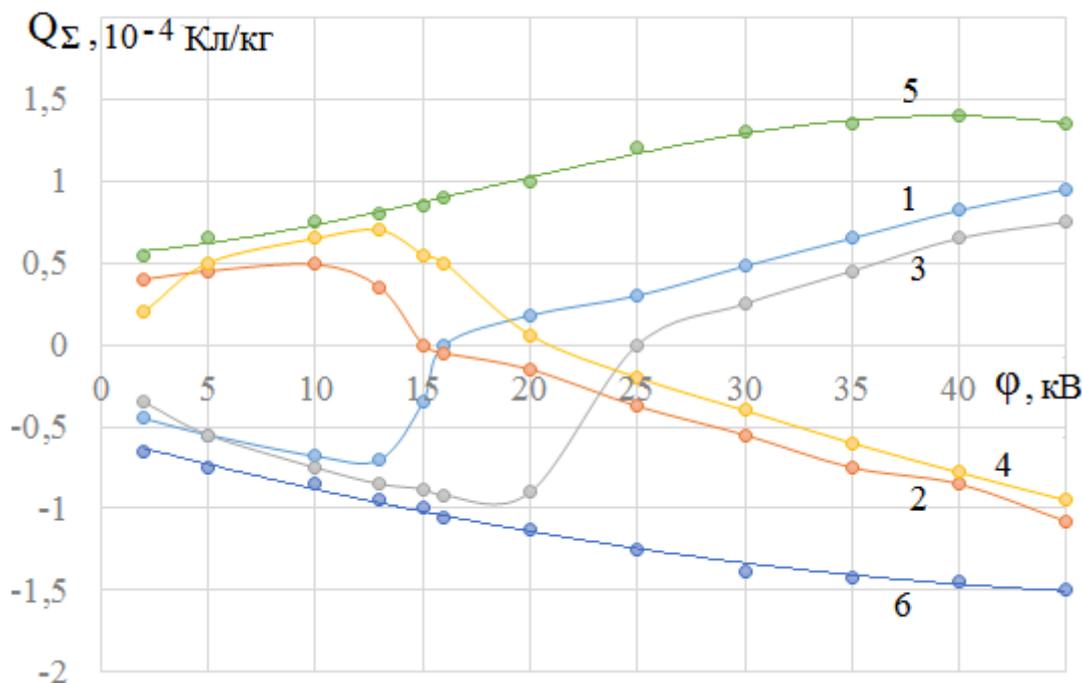


Рисунок.6 – Зависимость  $Q_{\Sigma} = f(\varphi)$  при электризации воды индукционным методом ( $\Phi = 8$  г/с): 1, 2 – неизолированный индуцирующий электрод  $d_{\text{Э}} = 80$  мм и  $S_{\text{ИП}} = 0,79$  мм<sup>2</sup> (1 – положительный потенциал на электроде, 2 – отрицательный потенциал на электроде); 3, 4 – неизолированный индуцирующий электрод  $d_{\text{Э}} = 80$  мм и  $S_{\text{ИП}} = 12,56$  мм<sup>2</sup> (3 – положительный потенциал на электроде, 4 – отрицательный потенциал на электроде); 5, 6 – в поле изолированного индуцирующего электрода (5 – отрицательный потенциал на электроде, 6 – положительный потенциал на электроде)

При электризации воды в поле неизолированного индуцирующего электрода в качестве последнего использовалось металлическое кольцо, на которое подавалось высокое напряжение. Экспериментальные исследования суммарного заряда воды от потенциала на индуцирующем электроде показало, что до определенного потенциала суммарный заряд воды увеличивается, достигая  $(0,7 \div 0,9) \cdot 10^{-4}$  Кл/кг, и имеет знак противоположный знаку потенциала на индуцирующем электроде. При дальнейшем увеличении потенциала суммарный заряд воды уменьшается. Это объясняется тем, что сначала имеет место индукционная зарядка капель, и до определенного напряжения, при котором электрод начинает коронировать, суммарный заряд растет. Далее с увеличением напряжения интенсивность коронного разряда увеличивается, и происходит более активная перезарядка капель за счет короны, в результате чего суммарный заряд уменьшается. При определенном потенциале на электроде суммарный заряд становится равен нулю, то есть наступает равновесие заряда, приобретаемого за счет индукции и заряда – за счет короны. Дальнейшее увеличение потенциала приводит к изменению знака и росту суммарного заряда воды, что свидетельствует о преобладании зарядки капель за счет короны (рисунок 6, кривые 1, 4).

Из экспериментальных данных следует, что заряд воды за счет индукции при положительном потенциале на электроде больше, чем при отрицательном (рисунок 6, кривые 1, 4). С другой стороны заряд воды за счет короны при отрицательном потенциале на коронирующем электроде выше, чем при положительном. Это объясняется большей подвижностью отрицательных ионов. Кроме того, отрицательная корона раньше возникает и более интенсивна, чем положительная. Так, например, при использовании в качестве индуцирующего электрода кольца из медного провода сечением  $S_{пр.э}=0,79$  мм<sup>2</sup> начальное напряжение отрицательной короны  $U_{нач.}=10$ кВ, положительной – 14кВ (рисунок 6, кривые 1, 2). При использовании в качестве электрода кольца из провода большего сечения корона возникает позже, а следовательно, удается достичь большего заряда путем индукции. В частности, при  $S_{пр.э}=12,56$  мм<sup>2</sup> начальное напряжение отрицательной короны  $U_{нач.}=13$ кВ, а положительной – 20кВ (рисунок 6, кривые 3, 4).

Наибольший доверительный интервал при доверительной вероятности  $\beta=0,95$  для  $Q_{\Sigma}=f(\varphi)$  равен  $\pm 0,09 \cdot 10^{-4}$  Кл/кг.

При электризации воды в поле неизолированного индуцирующего электрода ( $U=10$ кВ) суммарный заряд практически не зависит от расхода воды (рисунок 3, кривая 2). Следовательно, увеличение расхода воды в заданном диапазоне не в состоянии уменьшить время пребывания воды в зоне индукции настолько, чтобы оно стало меньше времени, необходимого для зарядки. Только при малых расходах воды (менее 4г/с) суммарный заряд несколько уменьшается. Это надо полагать, обусловлено плохим качеством распыления.

Нами предложен и экспериментально исследован метод электризации воды в поле изолированного индуцирующего электрода. В качестве изолированного индуцирующего электрода использовалось металлическое кольцо, изолированное со всех сторон органическим стеклом. Учитывая, что для органического стекла  $E_{пр.} = 18$ кВ/мм (измерения производились в диапазоне напряжений от 0 до 50кВ), была выбрана, во избежание возможности пробоя, толщина изолирующего электрод диэлектрика  $b_{д} = 5$ мм.

Из экспериментальных данных следует, что суммарный заряд растет практически пропорционально величине приложенного потенциала (рисунок 6, кривые 5, 6). Это говорит о том, что изоляция индуцирующего электрода дает возможность избежать наложения на индукционный процесс электризации воды других видов электризации, а так же короны с индуцирующего электрода. Из анализа экспериментальных данных следует, что при положительном потенциале на индуцирующем электроде суммарный заряд воды несколько выше, чем при отрицательном. При переменном потенциале на электроде суммарный заряд равнялся нулю.

Изменение расхода воды (рисунок 3, кривая 1) незначительно влияет на электризацию распыла. Также, как в случае с неизолированным индуцирующим электродом, это влияние особенно проявляется на малых расходах, ввиду низкого качества распыления. Оптимальное значение расхода лежит в интервале (5 – 9) г/с. Наибольший доверительный интервал для  $Q_{\Sigma}=f(\varphi)$  равен  $\pm 0,1 \cdot 10^{-4}$  Кл/кг.

Нами проведен сравнительный анализ различных способов электризации воды. На рисунке 7 приведены значения суммарного электрического заряда, приобретаемые каплями воды при электризации в слабоионизированной среде, в поле коронного разряда, контактным и индукционным способами.

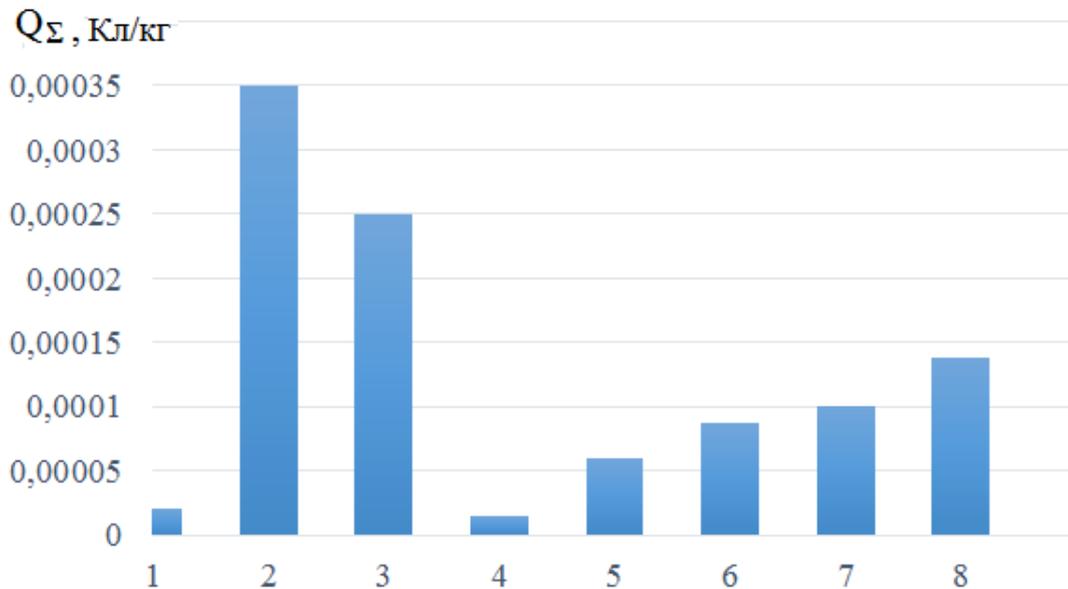


Рисунок 7 – Суммарный заряд воды при различных способах электризации ( $\Phi=8\text{г/с}$ ):

1. – электризация в слабоионизированной среде ( $N_u = 10^{12}$  ион/м<sup>3</sup>); 2. – электризация в поле короны,  $U = -15\text{кВ}$ ; 3. – электризация в поле короны,  $U = 15\text{кВ}$ ; 4 – контактный способ,  $U = 15\text{кВ}$ ; 5. – контактный способ,  $U = 40\text{кВ}$ ; 6. – электризация в поле неизолированного электрода,  $d_{\text{э}} = 80\text{мм}$  и  $S_{\text{ПП}} = 12,56\text{ мм}^2$ ,  $U = 15\text{кВ}$ ; 7. – электризация в поле изолированного индуцирующего электрода,  $U = 15\text{кВ}$ ; 8. – электризация в поле изолированного индуцирующего электрода,  $U = 30\text{кВ}$ .

Электризация воды в слабоионизированной среде позволяет получить заряд порядка  $10^{-5}$ - $10^{-6}$  Кл/кг (таблица 1), что значительно ниже заряда, который можно получить другими способами. Кроме того, способ обладает и рядом других недостатков: сравнительно большая потребляемая мощность; нестабильность заряда; громоздкость системы; необходимость в дополнительных мерах по безопасности обслуживания, так как на коронирующую иглу генератора ионов подается довольно высокое напряжение.

Электризация воды в поле коронного разряда позволяет получить довольно высокий заряд, порядка  $10^{-3}$  Кл/кг. Однако, этот способ электризации имеет ряд отрицательных сторон: сравнительно большая потребляемая мощность; повышенная электроопасность ввиду наличия оголенных частей, находящихся под высоким напряжением. Этот способ требует использования дорогой и громоздкой аппаратуры; кроме того, необходимо наличие специальных приспособлений, которые предотвращают образование в воздухе сопутствующих коронному разряду вредных газов.

Электризация воды контактным способом позволяет получить суммарный заряд порядка  $10^{-4}$ - $10^{-5}$  Кл/кг. Этот способ электризации, на наш взгляд, имеет ряд существенных недостатков. Для получения заряда такого же порядка, что и другими способами, необходимо более высокое напряжение (35 кВ и более), что требует более громоздкого и дорогого оборудования (источника питания, средств защиты и так далее). Контактный способ электризации воды создает повышенную электроопасность ввиду наличия оголенных частей, находящихся под высоким напряжением, возможности замыкания на заземленную водопроводную магистраль и возможности образования путей утечки по водному распылу. Последнее ведет к тому, что при данном способе электризации сравнительно велика потребляемая мощность. Однако, этот способ прост и удобен для применения в лабораторных условиях.

Электризация воды в поле неизолированного индуцирующего электрода позволяет получить заряд порядка  $10^{-4}$  Кл/кг, достаточный для эффективного пылеулавливания. Однако, этот способ не лишен недостатков, ограничивающих его применение. Заряд недостаточно стабилен, в силу того, что к индукционной зарядке примешивается контактная и электризация в поле коронного разряда. По той же причине способ не безопасен, поскольку возможно образование путей утечки по столбу воды, а также из-за наличия оголенных частей, находящихся под высоким напряжением. Кроме того, возможны значительные колебания потребляемой мощности - от небольшой величины, потребляемой при чисто индукционной зарядке, до величины, потребляемой при контактной электризации.

Предложенный нами способ электризации воды – электризация в поле изолированного индуцирующего электрода, представляется нам наиболее рациональным и безопасным, поскольку, позволяя получить заряд достаточный для эффективного пылеулавливания (порядка  $10^{-4}$  Кл/кг), исключает ряд недостатков других методов. При этом способе заряд стабилен. Потребляемая мощность мала, так как высоковольтный источник работает в режиме близком к холостому ходу. К достоинством этого способа можно также отнести безопасность обслуживания, поскольку при величине питающего напряжения 10кВ - 15кВ рабочий ток очень мал. Кроме того, отсутствуют оголенные части, находящиеся под высоким напряжением и исключена возможность попадания водного распыла на электрод, а, следовательно, образования путей утечки по воде. Использование изолированного индуцирующего электрода позволяет создать менее громоздкие электрооросители. Эти электрооросители могут быть использованы при любой влажности и загрязненности обеспыливаемого воздуха.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Жолдыбаева Ж.И., Зуслина Е.Х., Аршидинов М.М. Повышение эффективности газоочистки в скрубберах электрическим полем. – Вестник АУЭС, 2014, №4, с. 70-79.
- [2] Жолдыбаева Ж.И., Зуслина Е.Х. Интенсификация процессов пылеулавливания при орошении. – Вестник АУЭС, 2014, №3, с. 67-74.

[3] Акмаров, П. Б. Применение электроаэрозоля в животноводстве. Текст. /П. Б. Акмаров, П. Л. Лекомцев // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2006. № 6 с. 19.

[4] Лекомцев П.Л. Генерация электроаэрозоля пневматической форсункой [Текст] / П.Л. Лекомцев, Е.В. Дресвянникова // Энергообеспечение и энергосбережение: труды 6-й Международной научно-технической конференции ВИЭСХ. – М.: ГНУ ВИЭСХ. – 2008. с. 386-389.

[5] Лекомцев П.Л. Электроаэрозольные технологии в сельском хозяйстве: монография / П.Л. Лекомцев. – Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2006. – 219 с.

[6] Щетилин А.П., Стаханов А.Н., Ненашев Н.В. Основные электрические и гидравлические характеристики электрооросителя. – В кн.: Проветривание выработок и обеспыливание атмосферы рудников Казахстана. Алма-Ата, Наука КазССР, 1968, т. 31, с. 77-82.

[7] Торский П.Н. Обеспыливание угольных шахт. – М.: Углетехиздат, 1956, 299 с.

[8] Большаков В.Д., Гайдаев П.А. Теория математической обработки геодезических измерений. – М.: Недра, 1977 – 367 с.

#### **References**

[1] Zholdybaeva Zh.I., Zuslina E.Kh., Arshidinov M.M. Improving the efficiency of gas scrubbing in scrubbers by an electric field. - Bulletin of AUES, 2014, №. 4, p. 70-79.

[2] Zholdybaeva Zh.I., Zuslina E.Kh. Intensification of dust collection during irrigation. - Bulletin of AUES, 2014, №. 3, p. 67-74.

[3] Akmarov, P.B. Application of electro-aerosol in animal husbandry. Text. /P. B. Akmarov, P.L. Lekomtsev // Mechanization and electrification of agriculture. - 2006. № 6 p. 19.

[4] Lekomtsev P.L. Generation of electro-aerosol by a pneumatic nozzle [Text] / P.L.Lekomtsev, E.V.Dresvyannikova // Energy Supply and Energy Saving: Works of the 6th International Scientific and Technical Conference of VIESH.- M .: GNU VIESH.- 2008. p.386-389.

[5] Lekomtsev P L. Electro-aerosol technologies in agriculture: monograph / P.L.Lekomtsev.- Izhevsk: FSUE of Higher Professional Education Izhevsk State Agricultural Academy, 2006. - 219 p.

[6] Shchetilin A.P., Stakhanov A.N., Nenashev N.V.The main electrical and hydraulic characteristics of the electric irrigator.- In the book: Ventilation of mine workings and dust removal of the atmosphere of mines in Kazakhstan. Alma-Ata, Science of the Kazakh SSR, 1968, v. 31, p.77-82.

[7] Torsky P.N. Dedusting of coal mines.- Moscow: Ugletekhizdat, 1956, 299 p.

[8] Bolshakov V.D., Gaydayev P.A. Theory of mathematical processing of geodetic measurements. - Moscow: Nedra, 1977 - 367 p.

### **АЭРОСОЛЬ СУ ЭЛЕКТРИК СӘНДЕНДЕНГІ СУ СЫНЫҒЫ**

**З.И. Жолдыбаева, Е.Х. Зуслина, С.Ю. Креслина**

Алматы энергетика және байланыс университеті, Алматы, Қазақстан

**Аңдамна.** Эксперименттік-зерттеу электрлендіру табиғи су жолдары мен түрлі жасанды электрлендіру су нәтижелері бытырап: оқшауланбаған индуцирующие электрод және электрод индуцирующие оқшауланған саласындағы индукция Корона Оқы әдісі слабоионизованные ортада байланыс. Су төгінділерін зерттелген әдістерін салыстырмалы талдау. оқшауланған саласындағы ең тиімді және қауіпсіз тәсілі электрлендіру су ұсыну электроды индуцирующим тиімді шаң жинау үшін жеткілікті заряд алуға мүмкіндік береді.

**Кілттік сөздер:** диспергирование, электрлендіру, электр заряды, короналық разряд, иондалған орта, байланыс әдісі, индукция әдісі, электродты индуцирлеу.

### **INVESTIGATION OF METHODS FOR ELECTRIZATION OF WATER AEROSOLS**

**Zh.I. Zholdybaeva, E.Kh. Zuslina, S.U. Kreslina**

Almaty University of Power Engineering and Telecommunications, Almaty, Kazakhstan

**Abstract.** The results of experimental studies of natural electrization of water and various methods of artificial electrification of water are presented in the article in the case of dispersing: contact method, in a weakly ionized medium, in a corona discharge field, induction method in the field of a non-isolated inducing electrode and in the field of an isolated inducing electrode. A comparative analysis of the studied methods of water electrization is given. The most rational and safe way of electrization water in the field of an isolated inducing electrode is proposed, which makes it possible to obtain a charge sufficient for effective dust collection.

**Key words:** dispersion, electrization, electric charge, corona discharge, ionized medium, contact method, induction method, inducing electrode.

Табулгаев С.С., Ибраев М.С., Ибраева З.

Алматинский университет энергетики и связи

## ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ МЯГКИХ ВЫЧИСЛЕНИЙ ПРИ РАЗРАБОТКЕ МАРКЕТИНГОВОЙ СТРАТЕГИИ КОМПАНИИ

### Аннотация

Доклад посвящен применению методов нечеткой логики в нетрадиционной сфере, а именно в маркетинговых технологиях. Здесь использована среда MATLAB Fuzzy Logic Toolbox Neural Network Toolbox Simulink. На примере рекламной компании одной фирмы показано, что применение инструмента fuzzy logic может значительно повысить эффективность рекламы.

### Summary

Report are devoted to application of methods of a fuzzy logic in the non-traditional sphere, namely in marketing technologies. Here the environment MATLAB Fuzzy Logic Toolbox Neural Network Toolbox Simulink is used. On the example of the advertising company of one firm it is shown that use of the fuzzy logic tool can increase advertising efficiency considerably.

Преобладание четкого математического описания явлений природы и общества наложило отпечаток в понимании всех областей человеческого знания. После открытия в середине 60 годов прошлого столетия нечетких множеств (fuzzy sets) гениальным азербайджанским, а затем американским математиком Лютфи Заде (Lotfi Zadeh), произошел существенный сдвиг и приблизил математическую науку к реально происходящим вокруг людей событиям.

С точки зрения характеристической функции, нечеткие множества есть естественное обобщение обычных множеств, когда мы отказываемся от бинарного характера этой функции и предполагаем, что она может принимать любые значения на отрезке  $[0,1]$ . В теории нечетких множеств характеристическая функция называется функцией принадлежности, а ее значение  $\mu_A(x)$  — степенью принадлежности элемента  $x$  нечеткому множеству  $A$ .

Более строго, нечетким множеством  $A$  называется совокупность пар

$$A = \{ \langle x, \mu_A(x) \rangle \mid x \in U \},$$

Где  $\mu_A$  — функция принадлежности, т.е.  $\mu_A : U \rightarrow [0, 1]$ .

Пусть, например,

$$U = \{a, b, c, d, e\},$$

$$A = \{ \langle a, 0 \rangle, \langle b, 0, 1 \rangle, \langle c, 0, 5 \rangle, \langle d, 0, 9 \rangle, \langle e, 1 \rangle \}.$$

Будем говорить, что элемент  $a$  не принадлежит множеству  $A$ , элемент  $b$  принадлежит ему в малой степени, элемент  $c$  более или менее принадлежит, элемент  $d$  принадлежит в значительной степени,  $e$  является элементом множества  $A$ .

Для определения пересечения и объединения нечетких множеств наибольшей популярностью пользуются следующие три группы операций:

1. Максимальные:

$$\mu_{A \cup B}(x) = \max \{ \mu_A(x), \mu_B(x) \}, \quad \mu_{A \cap B}(x) = \min \{ \mu_A(x), \mu_B(x) \}.$$

2. Алгебраические:

$$\mu_{A \cup B}(x) = \mu_A(x) + \mu_B(x) - \mu_A(x)\mu_B(x), \quad \mu_{A \cap B} = \mu_A(x)\mu_B(x).$$

3. Ограниченные:

$$\mu_{A \cup B}(x) = \min \{1, \mu_A(x) + \mu_B(x)\},$$

$$\mu_{A \cap B}(x) = \max \{0, \mu_A(x) + \mu_B(x) - 1\}.$$

Дополнение нечеткого множества во всех трех случаях определяется одинаково:

$$\mu_{\bar{A}}(x) = 1 - \mu_A(x).$$

Заметим, что при максиминном и алгебраическом определении операций не будут выполняться законы противоречия и исключения третьего

$A \cap \bar{A} \neq \emptyset, A \cup \bar{A} \neq U$ , а в случае ограниченных операций не будут выполняться свойства идемпотентности  $A \cup A \neq A, A \cap A \neq A$  и дистрибутивности:

$$A \cup (B \cap C) \neq (A \cup B) \cap (A \cup C), \quad A \cap (B \cup C) \neq (A \cap B) \cup (A \cap C).$$

Можно показать, что при любом построении операций объединения и пересечения в теории нечетких множеств приходится отбрасывать либо законы противоречия и исключения третьего, либо законы идемпотентности и дистрибутивности.

**Носителем** нечеткого множества  $A$  называется четкое множество  $\tilde{A}$  таких точек в  $U$ , для которых величина  $\mu_A(x)$  положительна, т.е.  $\tilde{A} = \{x | \mu_A(x) > 0\}$ .

**Высотой** нечеткого множества  $A$  называется величина  $\sup_U \mu_A(x)$ . Нечеткое множество  $A$  называется **нормальным**, если  $\sup_U \mu_A(x) = 1$ . В противном случае оно называется **субнормальным**.

Нечеткое множество называется **пустым**, если  $\forall x \in U (\mu_A(x) = 0)$ . Очевидно, что в данном универсуме  $U$  существует единственное пустое нечеткое множество. Непустое субнормальное нечеткое множество можно привести к нормальному (нормализовать) по формуле

$$\mu'_A(x) = \frac{\mu_A(x)}{\sup_U \mu_A(x)}.$$

**Множеством уровня  $\alpha$  ( $\alpha$  - срезом)** нечеткого множества  $A$  называется четкое подмножество универсального множества  $U$ , определяемое по формуле  $A_\alpha = \{x | \mu_A(x) \geq \alpha\}$ , где  $\alpha \in [0, 1]$ .

Множество строгого уровня определяется в виде  $A_\alpha = \{x | \mu_A(x) > \alpha\}$ . В частности, носителем нечеткого множества является множество элементов, для которых  $\mu_A(x) > 0$ . Понятие множества уровня является расширением понятия интервала. Оно представляет собой объединение не более чем счетного числа интервалов. Соответственно, алгебра интервалов есть частный случай алгебры множеств уровня.

**Точка перехода** нечеткого множества  $A$  — это такой элемент  $x \in U$ , для которого  $\mu_A(x) = 0,5$ .

**Четкое множество  $A^*$** , ближайшее к нечеткому множеству  $A$ , определяется следующим образом:

$$\mu_{A^*}(x) = \begin{cases} 0, & \text{если } \mu_A(x) < 0,5; \\ 1, & \text{если } \mu_A(x) > 0,5; \\ 0 \text{ или } 1, & \text{в противном случае.} \end{cases}$$

Нечеткое множество  $A$  в пространстве  $U = R^n$  называется **выпуклым** нечетким множеством тогда и только тогда, если его функция принадлежности выпукла, т.е. для каждой пары точек  $x$  и  $y$  из  $U$  функция принадлежности удовлетворяет неравенству  $\mu_A(\lambda x + (1 - \lambda)y) \geq \min \{\mu_A(x), \mu_A(y)\}$ , для любого  $\lambda \in [0, 1]$ .

Важным практическим приложением для формулировки качественных представлений и оценок человека в процессе решения задачи служит случай  $S$ -нечетких множеств, где  $S$  — конечное линейно упорядоченное множество. Например, это может быть набор значений лингвистической переменной "КАЧЕСТВО" = {"плохое", "среднее", "хорошее", "отличное"}.

#### Гетерогенные нечеткие множества

В том случае, когда набор нечетких множеств  $A_i, i = 1, \dots, m$  в  $U$  соответствует  $m$  различным свойствам рассматриваемого объекта, каждый элемент  $x \in U$  характеризуется вектором значений принадлежности  $(\mu_1(x), \dots, \mu_m(x))$ , выражающим степень соответствия этим свойствам. Таким образом, строится функция  $\mu : U \rightarrow [0, 1]^m$ , где  $[0, 1]^m$  — полная решетка.

Дальнейшим обобщением понятия нечеткого множества является понятие **гетерогенного нечеткого множества**. По признаку однородности/ неоднородности области значений функции принадлежности все описанные выше виды нечетких множеств являются гомогенными в том смысле, что одна и та же структура области значений функции принадлежности берется при оценке всех элементов универсального множества  $U$ . Если же допустить, что на различных элементах универсального множества  $U$  функция принадлежности может принимать свои значения из различных наиболее подходящих математических структур, то мы приходим к понятию гетерогенного нечеткого множества.

Гетерогенные нечеткие множества и связанные с ними составные лингвистические переменные высокого порядка позволяют моделировать ситуации многокритериального принятия решения, когда имеются признаки как с количественными, так и с порядковыми шкалами.

**Определение.** Треугольной нормой (сокращенно  $t$ -нормой) называется двухместная действительная функция  $T : [0, 1] \times [0, 1] \rightarrow [0, 1]$ , удовлетворяющая следующим условиям:

1. Ограниченность:  $T(0, 0) = 0, T(\mu_A, 1) = T(1, \mu_A) = \mu_A$ .
2. Монотонность:  $\mu_A \leq \mu_C, \mu_B \leq \mu_D \Rightarrow T(\mu_A, \mu_B) \leq T(\mu_C, \mu_D)$ .
3. Коммутативность:  $T(\mu_A, \mu_B) = T(\mu_B, \mu_A)$ .
4. Ассоциативность:  $T(\mu_A, T(\mu_B, \mu_C)) = T(T(\mu_A, \mu_B), \mu_C)$ .

Треугольная норма  $T$  является **архимедовой**, если она непрерывна и для любого нечеткого множества  $\mu_A$  выполнено неравенство  $T(\mu_A, \mu_A) < \mu_A$ . Она называется строгой, если функция  $T$  строго возрастает по обоим аргументам.

В теории нечетких множеств оператор дополнения не является единственным. Помимо общеизвестного  $\forall x \bar{\mu}(x) = 1 - \mu(x)$ , существует целый набор операторов дополнения нечеткого множества.

Пусть задано некоторое отображение  $\lambda : [0, 1] \rightarrow [0, 1]$ . Это отображение будет называться оператором отрицания в теории нечетких множеств, если выполняются следующие условия:

- (1)  $\lambda(0) = 1, \lambda(1) = 0$
- (2)  $\mu_A \leq \mu_B \Rightarrow \lambda(\mu_A) \geq \lambda(\mu_B)$

Если кроме этого выполняются условия:

- (3)  $\lambda$  — строго убывающая функция
- (4)  $\lambda$  — непрерывная функция,

то она называется **строгим отрицанием**.

Функция  $\lambda$  называется **сильным отрицанием** или **инволюцией**, если наряду с условиями (1) и (2) для нее справедливо:

- (5)  $\lambda(\lambda(\mu)) = \mu$ .

В настоящее время в инженерии успешно используется математическая программа Matlab, а также приложения Simulink. Здесь нашло применение и технология нечеткой логики (fuzzy logic) в виде MATLAB Fuzzy Logic Toolbox Neural Network Toolbox Simulink. Рассмотрим этот вопрос подробнее.

Заходим в командной строке основного меню `>>fuzzy`

Эта функция предоставляет пользователю возможность задавать и редактировать на высоком уровне свойства системы нечеткого вывода, такие как число входных и выходных переменных, тип системы нечеткого вывода, используемый метод дефазификации и т. д.

Если функция `fuzzy` вызывается без аргументов, то редактор FIS вызывается для вновь создаваемой системы нечеткого вывода с именем `Untitled` по умолчанию (рис. 1). При этом по умолчанию также задается целый ряд параметров, таких как тип системы нечеткого вывода (Мамдани), нечеткие логические операции, методы импликации, агрегирования и дефазификации и некоторые другие. Пользователь может согласиться с этими значениями или

Если функция `fuzzy` вызывается с аргументом в форме `fuzzy ('fismat')`, где `fismat` — имя внешнего файла с расширением `fis` с уже разработанной системой нечеткого вывода, то редактор вызывается с уже загруженной системой FIS с именем `fismat`.

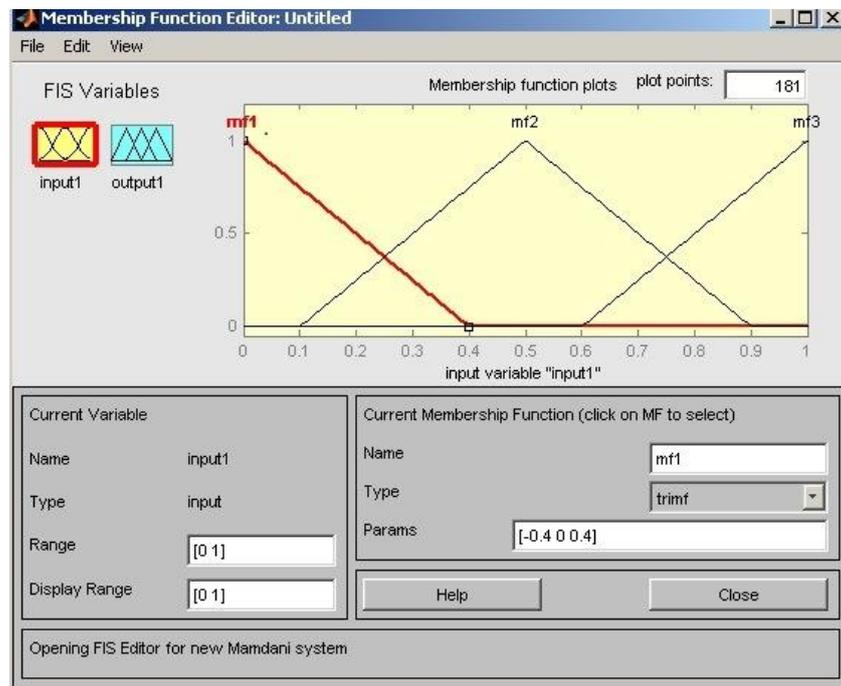
Редактор FIS обладает графическим интерфейсом и позволяет вызывать все другие редакторы и программы просмотра систем нечеткого вывода. Графический интерфейс этого редактора обладает максимальным удобством и гибкостью, необходимой для интерактивной работы с отдельными компонентами системы нечеткого вывода.

В верхней части рабочего интерфейса редактора FIS изображается диаграмма, представляющая в визуальной форме входы и выходы системы нечеткого вывода, в центре которых находится так называемый процессор нечетких правил. Щелчок на прямоугольнике с изображением входа или выхода выделяет соответствующую

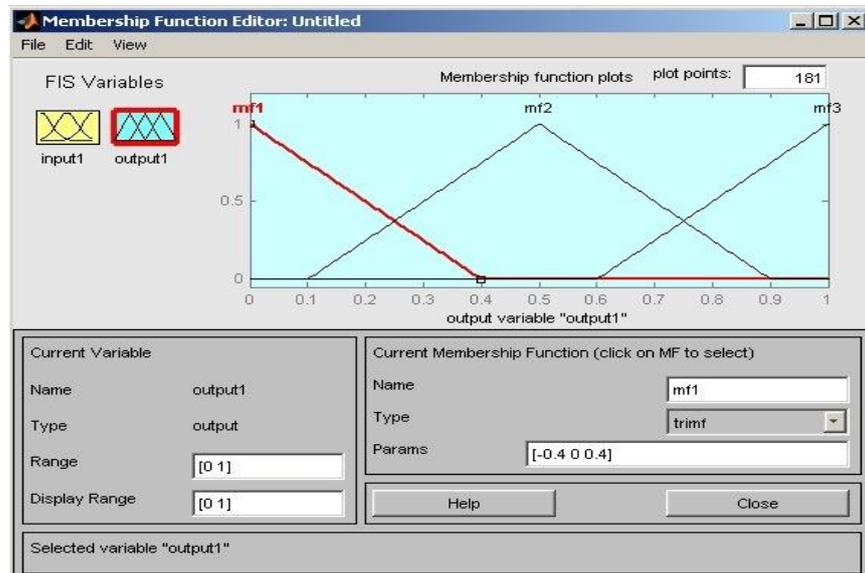
переменную и делает ее текущей. Прямоугольник текущей переменной при этом выделяется красным цветом.

Двойной щелчок на прямоугольнике с изображением входной или выходной переменной вызывает редактор функций принадлежности с загруженной в него соответствующей переменной. Двойной щелчок на изображении процессора нечетких правил вызывает редактор правил для соответствующей системы нечеткого вывода. Если некоторая переменная существует в системе нечеткого вывода, но не используется в правилах вывода, то связь ее с процессором нечетких правил изображается не сплошной, а пунктирной линией.

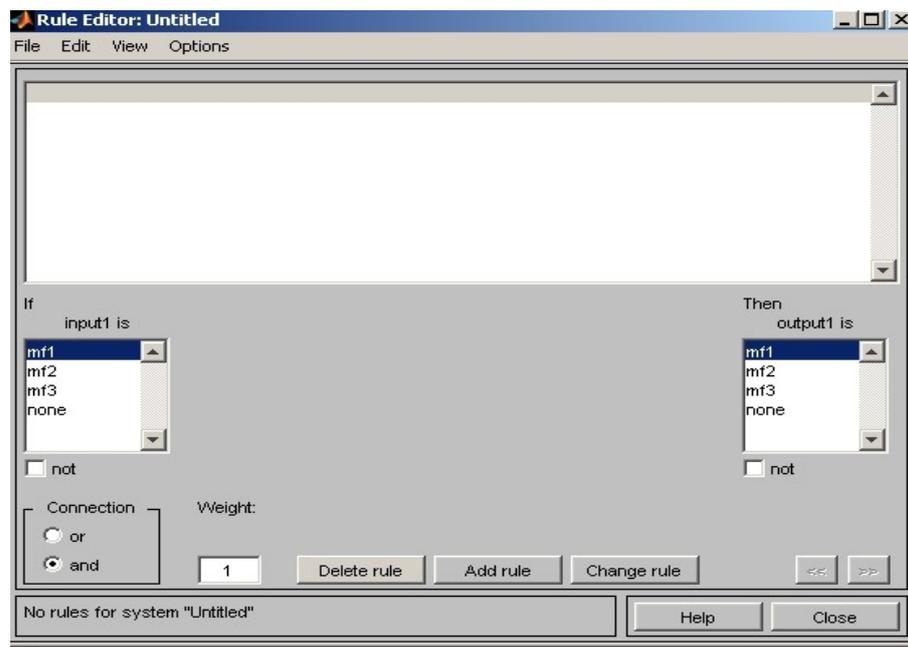
Редактор FIS имеет главное меню, которое позволяет пользователю вызывать другие графические средства работы с системой нечеткого вывода FIS, загружать и сохранять структуру FIS во внешних файлах и т. д. Рассмотрим назначение пунктов меню редактора FIS.



Входные параметры можно менять, так же и выходные:



и правила Мамдани и добавлять другие:



Можно также загружать из других источников.

С помощью такой методики выполнены пробные расчеты рекламной компании для фирмы, занимающейся медицинской экспертизой. Эти расчеты показали возможное увеличение эффективности применения рекламной компании при использовании нечеткой логики на основе программного обеспечения Matlab fuzzy logic toolbox neural network toolbox Simulink до 30%

Список использованных источников:

1. С. Хайкин. Нейронные сети: полный курс. М.- Телеком, 2006. - 453 с.
2. Леоненков А. В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzy TECH. СПб «БХВ-Петербург», 2005.
3. Дьяконов В.Абраменкова И. Matlab. Обработка сигналов и изображений. Специальный справочник. СПб «ПИТЕР», 2002.

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

МРНТИ 49.03.05

Г. С. Садикова

Алматинский университет энергетики и связи, г. Алматы, Казахстан

### АНАЛИЗ ЦИФРОВОГО И АНАЛОГОВОГО СИГНАЛОВ ИХ СХОДСТВО, РАЗЛИЧИЕ, ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ

**Аннотация.** В статье приводится сравнительный анализ аналогового и дискретного сигналов, и рассматриваются построенные цифровые радиотехнические системы при передаче и приеме сигналов. Известно, что при встрече с телевизионными, радиовещательными системами, и истинными типами связи, часто встречаемся с подобными суждениями, аналоговым и не аналоговым, то есть цифровым сигналом. Когда речь идет о сигнале, то всегда имеем в виду колебания электромагнитные и возбуждающие изменения тока в антенне приемного устройства. Принимаемый сигнал радиостанцией или вышкой мобильной связи может быть как в цифровой, так и в аналоговой форме. Устройство переделывающий сигнал в цифровой код, получает название коротко (АЦП) -аналого-цифровой преобразователь. Устройство, введенное в приемнике, и преобразовывающее код обратно в аналоговый сигнал, отвечающий голосу ведомого в динамике сотового телефона стандарта GSM, именуется (ЦАП) «цифро-аналоговым преобразователем».

**Ключевые слова:** аналоговый, дискретный, сигнал, система, устройство, помеха.

Простому потребителю совсем необязательно знать, какова природа сигналов. Но порой необходимо знать разницу между аналоговым и цифровым форматами, чтобы с открытыми глазами подходить к выбору того или иного варианта, ведь сегодня известно, что время аналоговых технологий прошло, на смену им приходят цифровые. Следует понять разницу, чтобы знать от чего уходим и к чему можем прийти.

При встрече с телевизионными, радиовещательными системами, и истинными типами связи, часто встречаемся с подобными суждениями, «аналоговым и «не аналоговым, то есть цифровым сигналом». Для тех, кто владеет этой областью нет никакого секрета, но для людей начинающих знакомиться с передачей сигналов разница между «цифрой» и «аналогом» может быть совсем незнакомой. А между тем разница есть и очень существенная.

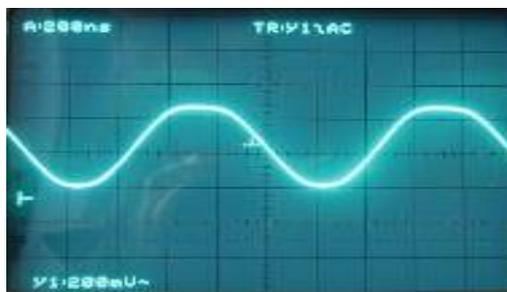


Рисунок 1 - Сигнал аналоговый

Когда речь идет о сигнале, то всегда имеем в виду колебания электромагнитные и возбуждающие изменения тока в антенне приемного устройства. По этим значениям колебания если приемниками обнаруживаются – телевизоры, радиоприемники, рации или

сотовые телефоны, то изображение выводит на экран, видеосигнал и решается каким звуками сопровождать принятую информацию - видеосигнал

Принимаемый сигнал радиостанцией или вышкой мобильной связи может быть как в цифровой, так и в аналоговой форме. К примеру, звук является аналоговым сигналом. При трансляции речи, принимаемый микрофоном сигнал, переделается ранее отмеченным периодически изменяющимся сигналом. Чем возвышенная частота звучания – тем возвышенная частота изменений на конце пути сигнала, а чем громко гласно заявляет диктор – тем выше получается размах сигнала [1, 2].

Магнитоэлектрические излучения, или изменения сигнала распределяются в атмосфере с использованием передающей антенны. С тем чтобы атмосфера не засорялась характеризующиеся низкочастотными шумами возможность у различных трансляций работает одновременно не препятствуя друг другу, изменения, получавшиеся от действия звукового сигнала, прибавляют к колебаниям, имеющие постоянную частоту. называемой «несущей», и именно на ее восприятие настраивается трансляция, для того чтобы «захватить» периодическую информацию при трансляции.

В приемном устройстве совершается противоположная процедура: несущая частота разделяется, а магнитоэлектрические излучения, принятые антенной, превращаются в изменения-колебания звука, и из динамика звучит переданный звуковой сигнал. В результате трансляции акустического сигнала от транслятора к устройству приема возможно изменение сигнала из-за воздействия сторонних помех, при этом частота и отклонения подвергаются модифицированию, что, воспроизводится на принимаемых звуках, выпускаемых приемником.

Отметим, что при преобразовании сигнала сами приемник и передатчик вносят незначительные погрешности. В связи с таким процессом звук, который воспроизводится аналоговым радиоприемником, имеет всегда некоторые искажения. При воспроизведении голоса это будет отмечаться как шипение или как хрип, вызываемые действием помех

Воздействие посторонних шумовых эффектов слышны сильнее, когда прием является менее уверенным. Далее отметим о том, что к этому вдобавок нецифровой сигнал имеет очень низкую степень защиты от постороннего воздействия, например, от атак при воздействии злоумышленников. Это в какой-то степени не имеют особого значения для радиостанций общественного характера, но при эксплуатации мобильных телефонов в первые годы наблюдались неприятные моменты, тем что посторонний радиоприемник мог настраиваться на нужную волну для подслушивания информации передаваемой по каналу, то есть телефонный разговор.

Можно при этом сказать, что безопасность передачи сигналов находилась на низком уровне.

Эти изъяны наблюдаются при эфирном аналоговом вещании. Поэтому, наблюдается стремление, в скором времени телевидение станет полностью цифровым. На рисунке 2 приводится изображение передаваемого цифрового сигнала, а на рисунке 3 демонстрация различия аналоговых и цифровых сигналов.

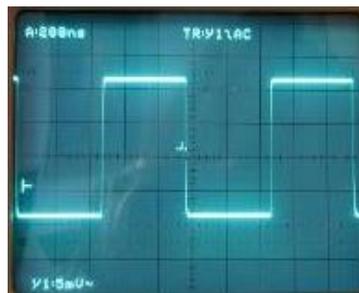


Рисунок 2 - Передаваемый цифровой сигнал

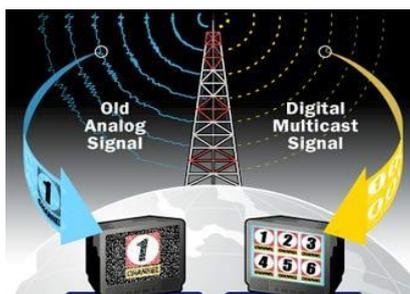


Рисунок 3 - Демонстрация различия сигналов

Анализ сигналов в этом случае показывает, что более защищенными от помех и от внешних воздействий считаются цифровые связи и вещание.

Этот процесс объясняется тем, что при применении на передающей станции аналоговый сигнал будучи «цифрой» зашифровывается в цифровой код уже в микрофоне. Отметим, что в атмосферу не излучается созданные из аналогового сигнала цифровой поток и числа, а звуку назначаются частоты и звучности отдается код из полученных радиоимпульсов.

Длительность и частота радиоимпульсов задается заблаговременно – она единственная у приемника и передатчика. Присутствие импульса отвечает единице, отсутствие импульса соответствует – нулю. В связи с этим такой вид связи называют «цифровым».

Устройство переделывающий сигнал в цифровой код, получает название коротко (АЦП) - аналого-цифровой преобразователь. Устройство, введенное в приемнике, и преобразовывающее код обратно в аналоговый сигнал, отвечающий голосу ведомого в динамике сотового телефона стандарта GSM, именуется (ЦАП) «цифро-аналоговым преобразователем». Поэтому при передаче сигнала цифрового искажения и ошибки почти не имеются.

Когда импульс становится сильнее, чем был, долговременно, или напротив, даже в этом случае, он все равно распознается устройством приема как 1. Нуль считается нулем, если на его месте появится какой-нибудь непредвиденный маленький сигнал.

На рисунке 3 приведена организационная модель радиоканала системы связи, когда она является цифровой.

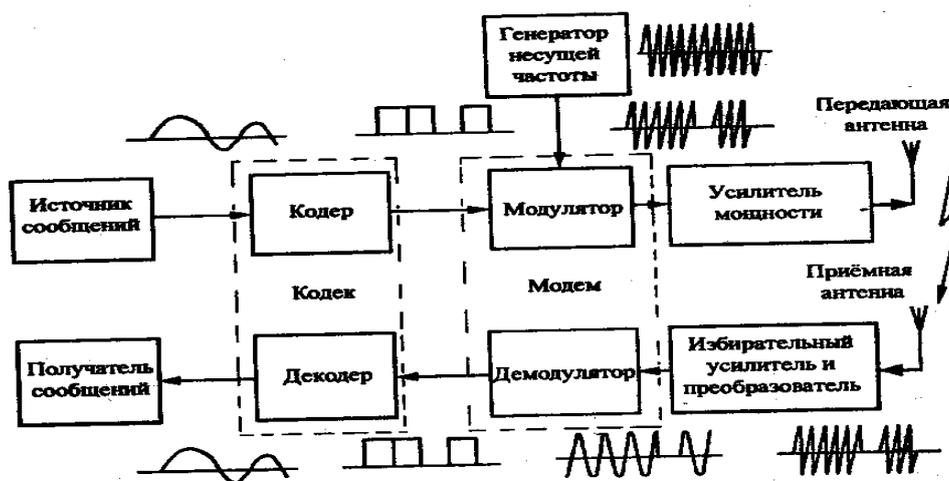


Рисунок 3 - Организационная модель радиоканала системы связи, когда она является цифровой

В цифровых (дискретных, импульсных) системах передачи энергия сигнала излучается не непрерывно (как при гармоническом переносчике), а в виде коротких радиоимпульсов. Это позволяет при той же общей энергии излучения, что и при непрерывном переносчике, увеличить пиковую (максимальную) мощность в соответствующем импульсе и тем самым повысить помехоустойчивость приема. В качестве переносчика первичного сигнала  $e(t)$  в импульсных системах связи используют периодическую последовательность видео- и радиоимпульсов.

Рассмотрим обобщенную структурную схему современного радиоканала цифровой системы связи, на которой для наглядности и понимания изображены упрощенные эпюры сигналов в ряде ее специфических точек (рисунок 3).

Бесперывные сообщения преобразуют в цифровую форму с помощью операций дискретизации по времени, квантования по уровню и кодирования. Под кодированием понимают операцию преобразования дискретных сообщений в последовательность кодовых символов (например, двоичных чисел). В передающем устройстве цифровой системы радиосвязи, кодирование передаваемого сигнала выполняется цифровой микросхемой, называемой кодером. На выходе кодера передаваемый первичный сигнал имеет вид цифрового кода – некую последовательность импульсов («единиц») и пауз («нулей»), обычно имеющих одинаковую длительность. В модуляторе передатчика несущее колебание модулируется полученной в кодере импульсную последовательность. Чаще всего в цифровых системах связи используется так называемая импульсно-кодовая модуляция (ИКМ).

В случае использования ИКМ дискретные значения непрерывного сигнала передаются в виде кодовых комбинаций. При использовании двоичного представления, кодовая комбинация может стать выражающим целое число, равное соответствующему уровню непрерывного сигнала в момент его дискретного отсчета.

Итак, в цифровой системе передачи информации превращение сообщения в радиосигнал осуществляется тремя операциями: преобразованием, кодированием и модуляцией (в аналоговом двумя – преобразованием и модуляцией). Отметим, что кодирование определяет математическую сторону, а модуляция – физическую сторону превращения сообщения в сигнал. По существу кодирование рекомендует преобразование информации в последовательность кодовых символов, а модуляция – преобразование этих символов в сигналы, пригодные для передачи по цифровому каналу. При содействии кодирования и модуляции источник информации сообразуется с каналом связи. В приемнике дальше усиление на радиочастоте, из сигнала промежуточной частоты (принятого вторичного сигнала) при содействии демодулятора извлекаются последовательные кодовые символы (первичный сигнал). Затем формирует декодирование этих символов в декодере. Декодирование заключается в восстановлении информации по приобретаемым кодовым символам. С выхода декодера восстановленный аналоговый сигнал попадает к получателю информации.

В нынешних цифровых системах трансляции информации используются 2 группы сравнительно независимых, соединенных в некоторые микросхемы, аналого-цифровые устройства – кодеки и модемы. Кодеком именуется пара преобразователей кодер-декодер (как корректировало, это логические устройства), а модемом – пара преобразователей модулятор-демодулятор.

Модемы осуществляют установленный комплект различных функций и в зависимости от принципов их осуществления распределяют на проводные или телефонные модемы, сотовые модемы, пакетные радиомодемы, связные высокочастотные радиомодемы, цифровые модемы, факс-модемы и прочее. Проводные модемы содержат в системах связи между телефонной сетью всеобщего использования и распоряжающемся компьютером.

На рисунке 4 приведена простая структура схемы одного из видов проводных модемов.

Подобный модем может функционировать в дуплексном распорядке, если использована четырехпроводная линия связи, или полудуплексном режиме, если применяется двухпроводная линия телефонной связи.

В режиме приема данных с линии связи в модеме с помощью корректора уничтожаются ошибки передаваемых сигналов, возникающих чаще всего в результате ограниченной полосы пропускания телефонного канала и неравномерности амплитудно-частотной и нелинейности фазо-частотной характеристик.

С выхода корректора сигнал передается на детекторное устройство преобразовывающий модулированное колебание в напряжение, конфигурация которого отображает низкочастотный препровождаемый сигнал аналогового или цифрового типа. Схема модема содержит управляющую часть.

Экспериментально по подобной структурной схеме осуществляется связность высокочастотного радиомодема, применяемой системы связи незначительного (менее 1 км) радиуса воздействия.



Рисунок 4 - Схема структурная проводного модема

Заметим основное отличие между аналоговыми и дискретными структурами связи.

В целом, в аналоговых системах всякое, мешающее воздействие, если даже оно даже сколь угодно малое на сигнал, возбуждающее изменение модулируемой величины параметра, постоянно повлечет за собой вынесение надлежащей ошибки в представляемую информацию.

В связи с этим, безусловно, правильное воссоздание транслированного оповещения здесь почти неосуществимо.

В дискретных системах ошибка при передаче сообщений возникает лишь тогда, когда сигнал опознается неправильно, а это возможно только при искажениях, превышающих некоторый оптимальный порог.

Как показывают проведенные эксперименты при перехвате радиосигнала его нельзя узнать, так как будет отсутствовать как минимум некоторая часть кода. Этот процесс является весьма актуальной для функционирования мобильной сотовой связи.

Итак, приведем отличия цифрового и аналогового сигналов:

1) Аналоговый сигнал может быть искажен помехами, а цифровой сигнал может быть или забит помехами совсем, или приходиться без искажений. Цифровой сигнал или точно есть, или полностью отсутствует (или ноль, или единица).

2) Аналоговый сигнал доступен для восприятия всеми устройствами, работающими по тому же принципу, что и передатчик. Цифровой сигнал надежно защищен кодом, его трудно перехватить, если нам он не предназначается.

#### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

[1] Цифровые и аналоговые системы передачи: Учебник для вузов / В. И. Иванов и др. Под ред. В. И. Иванова. - М.: Радио и связь, 1995. - 232 с.

[2] Теория передачи сигналов: Учебник для вузов / А. Г. Зюко и др. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Радио и связь, 1986. - 304 с.

#### **REFERENCES**

[1] Digital and analog transmission systems: Textbook for universities / V. I. Ivanov and oth. Edited by V. I. Ivanov. - M.: Radio and communication, 1995. – 232 p.

[2] Signal Transmission Theory: Textbook for universities / A. G. Zyuko and oth. - 2nd ed., processing and addition. - M.: Radio and communication, 1986. – 304 p.

#### **САНДЫҚ ЖӘНЕ АНАЛОГТЫҚ СИГНАЛДАРДЫ ТАЛДАУ, ОЛАРДЫҢ СИМВОЛИКАСЫ, АЙЫРМАШЫЛЫҚТАРЫ, АРТЫҚШЫЛЫҚТАРЫ МЕН КЕМШІЛІКТЕРІ**

**Г.С. Садикова**

Алматы энергетика және байланыс университеті, Алматы қ., Қазақстан

*Аңдатпа.* Мақалада аналогтық және дискретті сигналдардың салыстырмалы талдауы және сигналдарды қабылдау мен қабылдауда салынған цифрлық радио жүйелер талқыланады. Теледидармен, радиохабарлармен және шынайы байланыс түрлерімен кездесу кезінде біз ұқсас шешімдерді жиі кездестіреміз, аналогтық және аналогтық емес, яғни, сандық сигнал. Сигналды болсақ, онда біз әрдайым электромагниттік тербелістерді және қабылдаушы құрылғының антеннасына әсер ететін ағымдағы өзгерістерді білдіреді. Радиостанция немесе ұялы байланыс мұнарасы арқылы алынған сигнал сандық және аналогтық түрде болуы мүмкін. Сигналды цифрлық кодқа түрлендіретін құрылғы қысқа мерзімде (ADC) - аналогты-сандық конвертерді алады. GSM ұялы телефон құл үндеткішінің дауысына жауап беретін аналогтық сигналға кодты түрлендіретін ресиверге енгізілген құрылғы сандық-аналогтық түрлендіргіш (DAC) деп аталады.

*Кілттік сөздер:* аналогтық, дискретті, сигнал, жүйе, құрылғы, кедергі.

#### **ANALYSIS OF DIGITAL AND ANALOG SIGNALS THEIR SIMILARITY, DISTINCTION, ADVANTAGES AND DISADVANTAGES**

**G.S. Sadikova**

Almaty University of Power Engineering and Telecommunications, Almaty, Kazakhstan

*Abstract.* The article provides a comparative analysis of analog and discrete signals and discusses the constructed digital radio systems in the transmission and reception of signals. It is known that when meeting with television, radio broadcasting systems, and true types of communication, we often encounter similar judgments, “analog and” non-analog, that is, “digital signal”. When it comes to the signal, we always mean electromagnetic oscillations and exciting current changes in the antenna of the receiving device. The received signal by a radio station or a mobile communications tower can be in both digital and analog form. A device that converts a signal into a digital code, gets the name shortly (ADC) - analog-digital converter. A device entered in the receiver and converting the code back to an analog signal that responds to the voice of a GSM cell phone slave speaker is referred to as a digital-to-analog converter (DAC).

*Key words:* analog, discrete, signal, device, interference, distortion.

## **ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЯ**

МРНТИ 44.01.94+52.47.19

**Жандаулетова Ф.Р.<sup>1</sup>, Бурзайкин В.Ю.<sup>1</sup>, Юсупова Г.М.<sup>2</sup>**

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

<sup>2</sup>Казахстанский университет инновационных и телекоммуникационных систем,

г. Уральск, Казахстан

### **ПРОБЛЕМЫ УЛУЧШЕНИЯ ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ**

#### **В п. КЫЗЕМШЕК ЮЖНО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Аннотация.** В статье описываются актуальные проблемы - повышение надежности функционирования городских водопроводных сетей и качество питьевой воды, в регионах Республики Казахстан, имеющие важное народно-хозяйственное значение. Проведён анализ качества питьевой воды, отмечено о сохранении и борьбе за чистую воду, уменьшении количества сточных вод, поступающих в водоем, улучшении их очистки, а также об управлении процессами в водоемах и водотоках, которые важные для здоровья и жизни человека. Здоровье народа зависит от качества потребляемой воды. И надо делать все, чтобы наши люди пользовались экологически чистой и вкусной питьевой водой. На основе изучения объективно существующих водопроводных сетей, пригодности воды, с учетом ее обработки, особенно для употребления в питьевых целях, определена эффективность применяемых мероприятий по повышению надежности водоснабжения, сохранению здоровья населения в некоторых районах Казахстана.

**Ключевые слова:** качество воды, водоем, отстойник, фильтр, надежность, опасность; эффективность очистки воды.

Самыми важными для здоровья и жизни человека являются качество воздуха и качество питьевой воды, продуктов питания, не превышающие допустимые значения.

Водные ресурсы - это один из лимитирующих факторов развития общества. Дефицит воды в бассейне, а также ухудшающееся ее качество, отрицательно влияют на качество сельскохозяйственной продукции и на состояние здоровья населения. Нехватка воды и загрязнение водных ресурсов влияют на продуктивность биологических ресурсов. С одной стороны, количество речной воды постоянно сокращается, а с другой - возрастает уровень аккумуляции загрязняющих веществ в поймах рек. В результате продуктивность сельскохозяйственных земель уменьшается, а их продукция не отвечает экологическим требованиям.

Вода, пригодная без какой-либо обработки, особенно для употребления в питьевых целях в природе встречается крайне редко. Поэтому 95...98% воды подвергается предварительной обработке.

В настоящее время в Казахстане эксплуатируются сотни различных систем водоснабжения, водой обеспечивается большое число потребителей, рассредоточенных на значительной площади, т. е. групповыми водопроводами. Такие групповые водопроводы, как Булаевский, Пресновский, Ишимский по своим параметрам не имеют себе равных по СНГ.

Но несмотря на большую работу, проделанную водохозяйственными организациями республики, обеспечение потребителей водой остается все еще не решенной до конца проблемой и не соответствует возросшим потребностям.

Централизованным водоснабжением охвачено 30% населенных пунктов республики, в основном северных областей Казахстана, где проживает 20% населения республики.

По водообеспеченности Казахстан занимает последнее место среди стран СНГ. Стоки большинства крупных рек формируются за пределами республики, что приводит к значительной зависимости ее экономики от сопредельных государств. Дефицит водных ресурсов, усугубляемый их нерациональным использованием и загрязнением, приводит к деградации окружающей среды, высыханию озерных и речных экосистем, росту заболевания населения [1]. И среди актуальных проблем современности немаловажное место занимает рациональное использование водных ресурсов и улучшение работы систем водоснабжения.

Экологическая ситуация в ЮКО становится все более актуальной. В последние годы становится все больше и больше источников загрязнений сточных вод, выбросов вредных веществ в окружающую среду области. С ростом ухудшения состояния окружающей среды ухудшается состояние здоровья населения ЮКО, к тому же в настоящее время водное хозяйство стремительно стареет, уровень износа оборудования достигает почти 70% (см. таблица 1). Это представляет экологическую, экономическую и социальную проблемы, как области, так и страны в целом.

Таблица 1 - Проблемы доступа, связанные с нехваткой питьевой воды

№ п/п	Показатели дефицита водных ресурсов	Население земли
1	Испытывают нехватку чистой питьевой воды	Более 1 млрд. чел.
2	Не имеют достаточных запасов воды для санитарных целей	2,5 млрд. чел.
3	Не имеют доступа к питьевой воде	900 млн. чел.
4	Смертность среди детей в возрасте от 1 года до 5 лет из-за нехватки питьевой воды (по данным ЮНЕСКО)	Более 50 %
5	К 2030 году будут страдать от недостатка воды (прогноз ЮНЕСКО)	47 % населения

Южно-Казахстанская область является одним из крупных регионов республики, ее территория составляет 117,3 тыс.кв.км. На западе граничит с Кызылординской, севере – Карагандинской, востоке – Жамбыльской областями и Кыргызской Республикой, на юге – Республика Узбекистан. В области имеется 12 районов, 20 городов и поселков, 838 сельских населенных пунктов.

Допустимые концентрации в питьевой воде веществ, влияющих на свойства, не должны превышать следующие нормативы (мг/л): сухой остаток – 1000-1500, хлориды –

350, сульфаты – 500, железо – 0.3-10, марганец-0.1, медь – 1.0, цинк – 5, остаточный алюминий – 0.5.

Допустимые концентрации токсических веществ, преимущественно встречающихся в природных водах и добавляемых к воде в процессе ее обработки, не должны превышать (мг/л): бериллий – 0.0002, молибден – 0.5, железо – 1, нитраты – 10.

При использовании воды в промышленности она, кроме указанных требований, должна быть безвредной для здоровья обслуживающего персонала, не должна ухудшать качества продукции, вызывать коррозии аппаратуры и оборудования, и снижать технико-экономические показатели производственного процесса.

Качество вод обусловлено как природными, так и антропогенными факторами. Наибольшее влияние на качество воды оказывает антропогенная деятельность, проявляющаяся в интенсивном развитии промышленности, энергетики, сельского хозяйства, транспорта и коммунального хозяйства. При этом основными источниками загрязнения являются: промышленные и хозяйственно-бытовые сточные воды, диффузные источники загрязнения (минеральные удобрения, ядохимикаты, дымовые выбросы и др.).

Одно из основных направлений улучшения ситуации - проведение защиты водопроводных трубопроводов, нагрузок, глубокой модернизации водопроводного хозяйства с ориентиром на эффективность очистки питьевой воды.

Актуальность данной работы обусловлена необходимостью обеспечения безопасности и качества питьевой воды в системах управления водным хозяйством в соответствии с Конституцией Республики Казахстан, "Экологический Кодекс Республики Казахстан" и обеспечением нормативных показателей качества питьевой воды в соответствии с ГОСТ.

Задачами исследований были - выбор региона, анализ качества питьевой воды, аварий в водопроводах с учетом их технических особенностей (протяженность, режим эксплуатации, марки и срока службы трубопроводов и т.д.) и климатических условий; выбор и техническое обоснование способа очистки питьевой воды; установление зависимости и вероятности аварий в водопроводных трубах. Это позволяет прогнозировать ситуацию; разработка метода очистки питьевой воды, что дает возможность оценить ситуацию с питьевой водой; разработка мероприятий по улучшению качества питьевой воды в зависимости от принятых условий очистки (Рисунок 1).

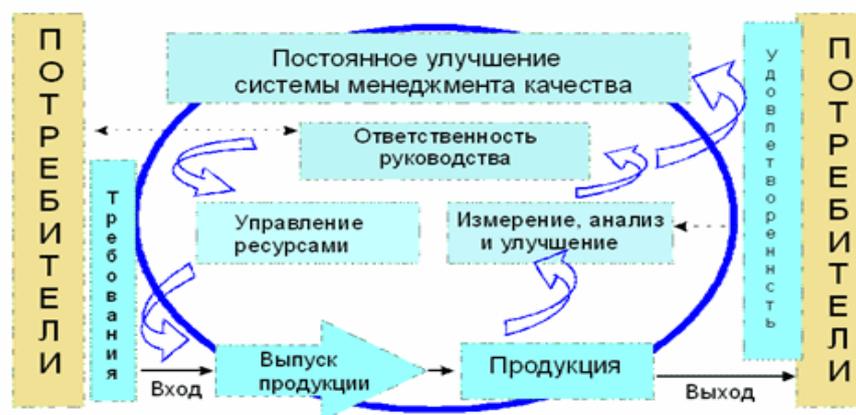


Рисунок 1 – Водоснабжающее предприятие, работающее по принципам международного стандарта СМК ИСО 9001:2000

В настоящее время водное хозяйство стремительно стареет. Уровень износа оборудования достигает почти 70%, при этом 60% потерь энергии при передаче приходится на провода. Устанавливаемые требования к воде, зависят от роли ее использования, основными из которых являются хозяйственно-питьевое назначение и производственное водоснабжение. Самым основным требованием считается то, что питьевая вода, принимаемая человеком внутрь, не нарушала нормального функционирования организма, т.е. она должна быть безопасной в физиологическом отношении, а также безвредной для здоровья человека в токсикологическом плане. Качество воды природных источников определяется наличием в ней веществ неорганического и органического происхождения, а также микроорганизмов и характеризуется физическими, химическими, бактериологическими и биологическими показателями. Однако необходимо отметить, что при настоящем загрязнении водоисточников, неудовлетворительном санитарном состоянии и повышенном износе сетей и сооружений водоснабжения иметь 100% питьевую воду, соответствующую нормативным требованиям, без проведения восстановительных работ для конечного потребителя в большинстве населенных пунктов нереально.

Теоретически обосновывается, что едва ли можно назвать в наши дни более важную глобальную проблему, чем рациональное использование природных ресурсов и охрана окружающей среды. Создается возможность её решения только на основе экологических знаний.

Авторами рассматриваются вопросы по анализу, обследованию хозяйственно-питьевой воды в п. Кеземшек на соответствие санитарным нормам и выдача технического решения рекомендательного характера.

Так как воду для бытовых нужд в РК берут в основном из поверхностных источников (рек, озёр, водохранилищ), то перед подачей в водопровод её приходится не только очищать от различных отходов, но и обеззараживать.

Основными методами при этом являются хлорирование и озонирование. Развитые страны давно уже перешли на озонирование как наиболее безвредный способ обеззараживания. Но он более дорогой, поэтому в нашей стране пока используют хлорирование.

Однако это может привести к образованию в питьевой воде диоксина – самого страшного из всех веществ, синтезированных человеком. Даже в очень незначительных дозах он вызывает заболевания, вплоть до рака и генных мутаций. Если суммировать все последствия потребления загрязнённой воды, то окажется, что она является прямой или косвенной причиной возникновения 70-80% заболеваний.

В последние годы всё большую опасность для здоровья населения создаёт повышенный естественный радиационный фон, который в норме составляет примерно 15 мкР/ч. Это связано с последствиями ядерных испытаний, аварий на атомных объектах, с нарушением правил сбора и хранения радиоактивных отходов промышленными и научными предприятиями, и медицинскими учреждениями, использующими радиоактивные изотопы и др.

Целью и основной задачей в этих вопросах является, на основе изучения качества воды в источниках питьевого водоснабжения и возможных источников их загрязнения для решения экологической проблемы, правильно выбрать способы очистки природных и сточных вод, запроектировать станцию по очистке воды. При решении этой задачи необходимо использовать современные физико – химические и биологические способы очистки, предусмотреть защиту водных ресурсов от возможных загрязнений. Проблема «чистой воды» с каждым годом становится все серьезнее и приобретает возрастающее экономическое, социальное и экологическое значение.

Безвозвратное водопотребление и угрожающее загрязнение природных вод вносит весьма существенные, необратимые изменения в водный баланс и экологические условия все более обширных районов.

Требования, предъявляемые к качеству питьевой воды, определяются ГОСТ 2874—73. Эти требования разделены на две группы.

Требования первой группы обязательны для всех хозяйственно-питьевых систем централизованного водоснабжения. К этим требованиям относятся следующие: запах и привкус не более 2 баллов; цветность не более 20°; прозрачность по шрифту не менее 30 см; общая жесткость воды не более 10 мг-экв/л.

Требования второй группы должны соблюдаться при наличии в системе водоснабжения очистных сооружений. Эти требования заключаются в следующем: мутность осветленной воды не более 2 мг/л; содержание железа не более 0,3 мг/л; активная реакция (рН) при осветлении и умягчении воды не менее 6,5 и не более 9,5; содержание остаточного активного хлора не менее 0,3 и не более 0,5 мг/л.

Экспериментальные исследования проводились на действующих станциях подготовки и очистки воды. Метод очистки воды и состав очистных сооружений зависил от качества воды в источнике водоснабжения, назначения водопровода, производительности станции и местных условий. К наиболее распространенным методам очистки воды относятся осветление и обеззараживание.

Вода поверхностных источников, как правило, содержит болезнетворные бактерии. В результате отстаивания и фильтрования из воды удаляется до 95% бактерий. Для уничтожения оставшихся бактерий воду обеззараживают. С этой целью используют жидкий хлор, гипохлорит натрия, растворы гипохлоритов, полученные электролитическим путем, озон, двуокись хлора и бактерицидное облучение. Воду в хозяйственно-питьевых водопроводах, питающихся из подземных источников, обеззараживают в случае возможного попадания в эти источники болезнетворных бактерий.

При введении в воду газообразного хлора образуются хлорноватистая и соляная кислоты. Хлорноватистая кислота распадается с выделением атомарного кислорода. Необходимый эффект хлорирования достигается в результате хорошего перемешивания и 30-минутного контакта хлора с водой. Такой контакт происходит в контактном резервуаре или в трубопроводе, подающем воду потребителям.

Вода, поступающая к потребителям, должна содержать в 1 л 0,3-0,5 мг хлора (так называемый остаточный хлор), что свидетельствует о достаточности введенной дозы хлора для полного обеззараживания воды. На 1 л фильтрованной воды вводят 2-3 мг хлора, а на 1 л нефильтрированной речной воды — до 6 мг хлора.

Обычно применяют двойное хлорирование, добавляя хлор перед отстаиванием и после фильтрования. Для дозирования хлора служат хлораторы.

В состав ТОО «Таукент — Энергосервис» входят следующие подразделения: цех тепло водоснабжения и канализаций (далее ТВС и К) поселков Таукент и Кыземшек, участок сетей и подстанции (далее УС и П) поселка Таукент и Участок по ремонту оборудованию и распределительных

сетей (УРОРС) Кыземшек которые, осуществляет следующие виды деятельности:

- производство тепловой энергии,
- передача и распределение тепловой или электрической энергии,
- предоставление услуг по водохозяйственной и канализационной системам.

В состав ТВС и К входят следующие подразделения: Водозабор, очистное сооружения и котельная. В свою очередь водозабор состоит: из скважин, резервуаров для временного хранения воды и своевременной транспортировки потребителям. На балансе ТОО «ТЭС» в данный момент имеется 3 водозабора находящихся на территории п. Таукент, руд. Канжуган и п. Кыземшек.

1. Водозабор п. Таукент состоит из 8 скважин, расположенных от водозабора на расстоянии 3 км самая дальняя и на расстоянии 500 метров самая близкая. На скважинах установлены насосы для забора воды типа ЭЦВ, Grundfos и счетчики для учета воды. Также имеются 3 резервуара: 2 по 250 м<sup>3</sup> и 3200 м<sup>3</sup>. Технология забора воды идет по схеме: вода выкачивается с скважин насосами и по трубопроводу отправляется на резервуары 2 штуки по 250 м<sup>3</sup> находящихся между п. Таукент и п. Жыныс. С этих резервуаров вода уходит в сторону п. Жыныс для обеспечения питьевой водой поселок и на резервуар 3200 м<sup>3</sup> находящийся в п. Таукент и уже с резервуара 3200 м<sup>3</sup> вода подается населению п. Таукент. Также для обеззараживания воды на резервуаре 3200 м<sup>3</sup> имеется бактерицидная установка УОВ - 100.

2. Водозабор руд. Канжуган состоит из 6 скважин, расположенных от водозабора на расстоянии 8 км. На скважинах установлены насосы для забора воды типа ЭЦВ, Grundfos и счетчики для учета воды. Также имеется резервуар 2 по 250 м<sup>3</sup>. Технология забора воды идет по схеме: вода выкачивается с скважин насосами и по трубопроводу отправляется на резервуары 2 штуки по 250 м<sup>3</sup> находящихся на территории руд. Канжуган. С этих резервуаров вода уходит на питьевые цели и хозяйственно бытовые нужды дочерних предприятия системы АО НАК «Казатомпром». Также для обеззараживания воды на резервуаре 500 м<sup>3</sup> имеется бактерицидная установка УОВ - 100.

3. Водозабор п. Кыземшек состоит из 6 скважин, расположенных от водозабора на расстоянии 60 км. На скважинах установлены насосы для забора воды типа ЭЦВ, Grundfos и счетчики для учета воды. Также имеются 3 резервуара: 2 по 250 м<sup>3</sup> и 3200 м<sup>3</sup>. Технология забора воды идет по схеме: вода выкачивается с скважин насосами и по трубопроводу отправляется на резервуары по 250 м<sup>3</sup> находящегося от п. Кыземшек в 60 км. С этих резервуаров вода уходит в сторону п. Кыземшек на резервуар 3200 м<sup>3</sup> находящийся в п. Кыземшек и уже с резервуара 3200 м<sup>3</sup> вода подается населению п. Кыземшек и дочерним предприятиям АО НАК «Казатомпром». Также для обеззараживания воды на резервуаре 3200 м<sup>3</sup> имеется бактерицидная установка УОВ - 100.

Технология водоподготовки базируется на применении нескольких методов очистки и опреснения воды: использование механического фильтрования, ультрафильтрации, умягчения, обратного осмоса и др.

Экспериментальная установка очистки воды (далее установка) предназначена для выбора опытным путем технологической схемы очистки исходной воды.

Экспресс-измерения химических показателей исходной воды показаны в таблице 2.

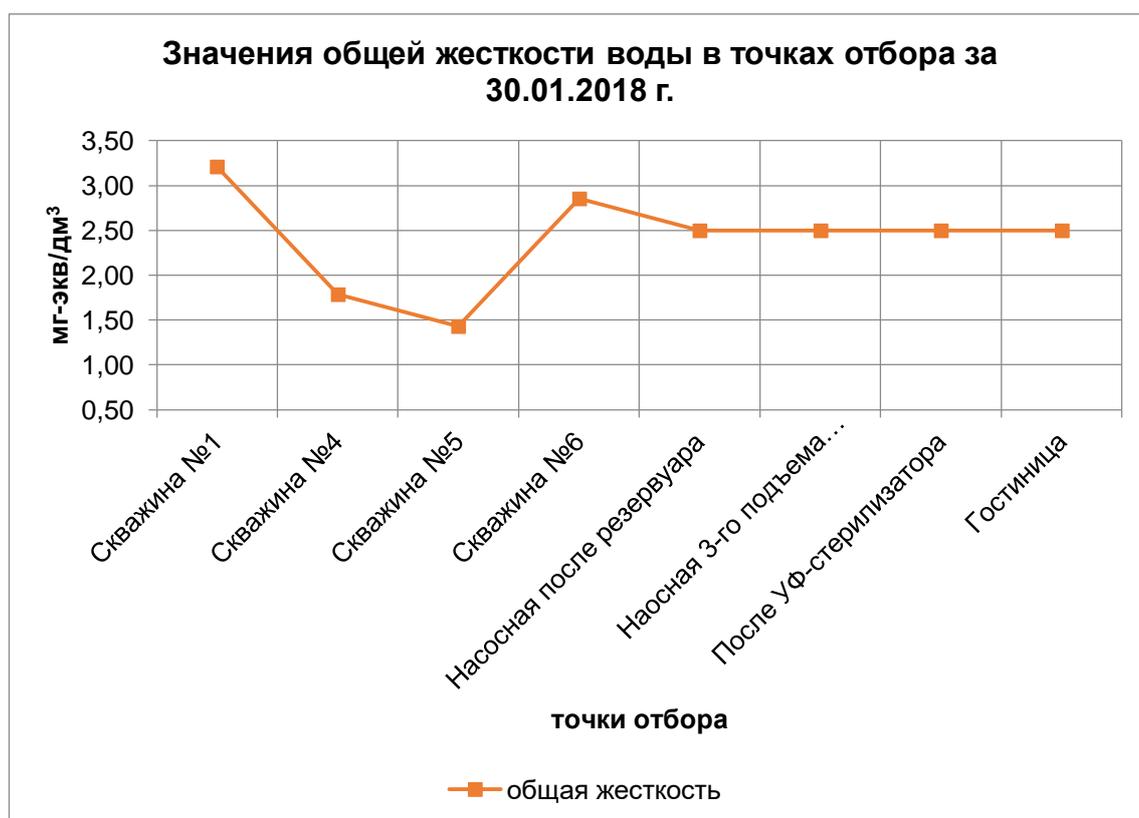
Таблице 2 - Экспресс-измерения химических показателей исходной воды.

**30.01.2018 г.**

№	Наименование	Жо		с/с
		°dH	мг-экв/л	ppm
1	Скважина №1	9	3,21	639
2	Скважина №4	5	1,79	605
3	Скважина №5	4	1,43	583
4	Скважина №6	8	2,86	762
5	Насосная после резервуара	7	2,50	780
6	Наосная 3-го подъема п.Кыземшек	7	2,50	590
7	После УФ-стерилизатора	7	2,50	590
8	Гостиница	7	2,50	590

Значение общей жесткости воды в точках отбора за 30.01.2018 г. показано на рисунке 2.

Рисунок 2 - Значение общей жесткости воды в точках отбора за 30.01.2018 г.



Авторами проведены экспериментальные исследования по подбору способа очистки исходной воды п. Кыземшек совместно с сотрудниками химической службы котельной ТОО «Таукент-Энергосервис» и районной «Санитарно-Эпидемиологической станции».

Исследования проводились на экспериментальной установке, выполненной по

последовательной схеме, состоящей из насоса, картриджного и мембранного блоков

Применяемая экспериментальная установка представляет собой специальную модульную систему очистки воды, состоящую из:

- А. Блок предварительной очистки
- В. Блок ультрафильтрации
- С. Блок обратного осмоса

Технические характеристики приведены в таблице 3

Таблица 3 - Технические характеристики экспериментальной установки

Показатель	Единицы измерения	Значение
Производительность	л/час	5-10
Температура воды	°С	+5...+25
Потребляемая мощность от сети	кВт	5,0
Напряжение сети переменного тока	В	220±10 %
Частота	Гц	50
Температура воздуха в помещении	°С	+10...+40
Габаритные размеры	мм	390 x 370 x 150
Вес, не выше	кг	15

Итак, заявляемые исследования позволяют получить достоверную информацию об основных ультрафильтрационном модуле экспериментальной установки, предназначенном для обработки сильно загрязненных поверхностных вод. Новейшая технология ультрафильтрации обеспечивает значительное уменьшение мутности, индекса плотности ила (SDI) и содержания железа в воде, 100 % удаление из воды коллоидных частиц. Основными элементами фильтра являются: корпус фильтра, ультрафильтрационный картридж.

А также установки обратноосмотической (ООУ). Установка предназначена для глубокой очистки и опреснения исходной воды. Включает в себя следующие основные части: корпус, мембранный элемент, насос для создания давления, превышающего осмотическое. Завершающая стадия очистки воды – ультрафиолетовое обеззараживание воды (оборудование Заказчика).

Авторами разработан вариант комплексного решения проблемы, согласно которому в результате исследования были сделаны выводы и даны рекомендации: используемые трубопроводы от насосной 3-го подъема до потребителей заменены на полиэтиленовые; мутность воды и насыщение её железом происходит в трубопроводах исходной воды по причине неравномерности режима подачи воды, так как в резервуарах 3 подъема заполняется вода и останавливаются насосы 2 подъема на около 6 часов; внутридомовые и внутриквартирные трубопроводы у потребителей имеют значительный срок эксплуатации и не имеют внутренней защиты от коррозии, требуют замены, что в комплексе дает большую экономическую и экологическую эффективность.

На основании вышеизложенного и полученных результатов по определению химических показателей воды экспресс-методом и лабораторными исследованиями для очистки воды от мутности и удаления из воды железа требуется установить систему очистки воды, выполненную

по последовательной схеме, состоящую из: фильтров для удаления из воды грубых механических примесей; фильтров для обезжелезивания воды; блок ультрафильтрации; блок с активированным углем для улучшения вкусовых качеств воды; УФ-стерилизации (оборудование Заказчика). Для реализации схемы подготовки воды необходимо выполнить проектные работы.

### **Выводы**

Таким образом, полученные результаты научных исследований положительно скажутся на социально-экономическом секторе Республики Казахстан. Разработанные мероприятия обеспечат качество питьевой воды. Результаты внедряются в водное хозяйство с неблагоприятными условиями обеспечения питьевой воды..

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

[1] Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений. Том 3. Под. ред. Журбы М. Г. Вологда – Москва, 2001.

[2] Программа «Водосбережение-2020», принятая Постановлением Правительства Республики Казахстан от 29 августа 2013 года № 904– Астана.

[3] Бурлибаев М.Ж., Байманов Ж.Н., Тажмагамбетов Е.А. Комплексная оценка качества поверхностных вод по гидрохимическим показателям.\* Алматы: Изд-во «Гылым», 2007.-96 с.

[4] СанПиН РК-3.01.067-97 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем водоснабжения».

[5] Жандаулетова Ф.Р., Джундубаев К.С. Комплексная оценка влияния водопотребления и водоотведения на окружающую среду. Сборник научных трудов «Энергетика, радиотехника, электроника и связь, безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды». Алматы: АУЭС, 2013. – С.10-15.

### **REFERENCES**

[1] Water supply. Design of systems and constructions. Volume 3. Under. an edition of Zhurby M.G. Vologd – Moscow, 2001.

[2] The Water conservation-2020 program adopted by the Resolution of the government of the Republic of Kazakhstan of August 29, 2013 No. 904 Astana.

[3] Burlibayev M.Zh., Baymanov Zh.N., Tazhmagambetov E.A. Kompleksvnaya assessment of quality of a surface water on hydrochemical indicators. \* Almaty: Publishing house of "• yly", 2007.-96 pages.

[4] SANPIN of PK-3.01.067-97 "Drinking water. Hygienic requirements to quality of water of the centralized systems of water supply".

[5] Zhandauletova F.R., Dzhundubayev K.S. Complex assessment of influence of water consumption and water disposal on the environment. Collection of scientific works "Power engineering specialist, radio technician, electronic engineer and communication, safety of activity and protection of the environment". Алматы: АУЭС, 2013. – Page 10-15.

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ КӨКТАЙҒАҚ-ҚЫРАУ ШӨГҮІЛДЕРІНІҢ  
ҚАУПТІЛІГІ**

**ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН ОБЛЫСЫНДАҒЫ ҚЫЗЕМШЕК а.**

**АУЫЗ СУ ШАРУАШЫЛЫҒЫНЫҢ ЖАҚСARTU ПРОБЛЕМАЛАРЫ**

**Жандаулетова Ф.Р.<sup>1</sup>, Бурзайкин В.Ю.<sup>1</sup>, Юсупова Г.М.<sup>2</sup>**

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

<sup>2</sup>Қазақстан гуманитарлық университеті, инновациялық және телекоммуникациялық жүйелер, Орал қ., Қазақстан

*Аңдатпа.* Мақалада сипатталады өзекті мәселелері - жұмыс істеуінің сенімділігін арттыру, қалалық су құбыры желілерінің және ауыз судың сапасы Қазақстан Республикасындағы өңірлерінде бар, маңызды халық шаруашылық мәні. Талдау ауыз су сапасын туралы атап өтті және сақтау үшін күрес, таза су, санын азайту ағынды суларды түсетін су айдыны, жақсарту, оларды тазалау, сондай-ақ басқару туралы процестермен су айдындарында және ағып жатқан маңызды адам өмірі мен денсаулығы үшін. "Халық денсаулығы тұтынатын судың сапасына байланысты. Мен үшін бұл барлық, біздің адамдар пайдаланды, экологиялық таза және дәмді ауыз сумен. Зерттеу негізінде объективті қолданыстағы су құбыры желілері судың жарамдылығын ескере отырып, оны өңдеу, әсіресе пайдалану үшін ауыз су мақсатында, анықталған қабылданған іс-шаралардың тиімділігін арттыру бойынша сенімділік сумен қамтамасыз ету, денсаулығын сақтау, халықтың кейбір аудандарда арттыру бойынша қолданылатын іс-шаралардың тиімділігі анықталған.

*Кілтті сөздер:* судың сапасы, су айдыны, тұндырғыш, сүзгі, сенімділік, қауіп; су тазарту тиімділігі.

**PROBLEMS OF IMPROVEMENT OF ECONOMIC DRINKING WATER**

**In the item KYZEMSHEK of the SOUTHERN KAZAKHSTAN AREA**

**Zhandauletova F.R.<sup>1</sup>, Burzaykin V.Yu.<sup>1</sup>, Yusupova G.M.<sup>2</sup>**

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

<sup>2</sup> Kazakhstan university of innovative and telecommunication systems, Uralsk, Kazakhstan

*Abstract.* In article current problems - increase in reliability of functioning of city water supply systems and quality of drinking water, in regions of the Republic of Kazakhstan, having important economic value are described. The analysis of quality of drinking water is carried out, it is noted about preservation and fight for clear water, reduction of amount of the sewage coming to a reservoir, improvement of their cleaning and also about an upravlekniya by processes in reservoirs and waterways which important for health and human life. Health of the people depends on quality of the consumed water. Also it is necessary to do everything that our people used organic and tasty drinking water. On the basis of studying of objectively existing water supply systems, suitability of water, taking into account its processing, especially for the use in the drinking purposes, the efficiency of the applied actions for increase in reliability of water supply, maintaining health of the population in some regions of Kazakhstan is defined.

*Key words:* quality of water, reservoir, settler, filter, reliability, danger; efficiency of water purification.

UDC 004.422.8: 378.016: 802.0:004

**Serickbayeva U., Ibraev M., Erzhanova Zh., Kuparova A.T.  
Ibraeva Z.(graduate student, AUES).**

## **TO THE QUESTION OF DIGITALIZATION OF THE ENGLISH-LANGUAGE EDUCATIONAL PROCESS FOR STUDENTS OF IT-SPECIALITIES**

**Annotation.** The article proposes to use the achievements of mobile technologies in the digitalization of the English-language educational process of students of IT specialization.

**Key words:** digitalization of the English-language educational process, IT-specialization, Android system, chat of WhatsApp mobile application.

**Objective:** to consider the methodological foundations of a systems approach used to study the use of digitalization of the English-speaking educational process of students of IT-specialization using mobile applications.

Within the framework of classroom studies of students and undergraduates of IT specialties, there is a need to form and monitor in-depth knowledge on the subject of study, to inculcate skills and abilities in a scientific experiment, in conditions of limited educational information. This creates difficulties in mastering the theoretical and practical parts by students who have not previously encountered such experimental equipment, the subject of study, and do not have a conceptual apparatus in this field. Not knowing the principles of work and the physical basis of the classroom study can lead to an inadequate hazard assessment accompanying the classroom study. The methodological materials contain training questions, brief information on the theory, the program for carrying out the work, the content and form of reporting, recommended literature and the procedure for the protection of the work performed. To summarize the material about the most complex processes occurring in the course of classroom work, freely distributed interactive and animated models are used that are broadcast to the smartphone via the mobile Internet. The high prevalence of smartphones fully provides an interactive student resource. This method provides the ability to:

- to make learning activities more meaningful; • to make the learning process more attractive and modern;
- make educational information more interesting by attracting visual images; • improve the quality of education, the desire to learn;
- make the lesson vivid, dynamic. Visual demonstration and control of student perception of the material provides an effective way of teaching and assessing students' knowledge. Classes using traditional presentations and animations allow students to deepen their knowledge, give a more vivid idea of the complex mechanisms of technical systems, but in terms of audience audiences it is not always possible to install projectors, thus using smartphones for such tasks is a unified approach to transmitting such information. Using personal communication tools in the educational process makes it impossible to use them in a negative way (chatting, games, etc.), discipline increases, there are prerequisites for active interaction in learning activities, it is possible to provide various information resources for self-development and self-education. New opportunities for the educational process are also being created, and a new field for interaction

with students emerges: the possibility of jointly searching for information resources on professional issues, joint participation in professional communities.

Dynamic interaction at the stage of preparation for classroom work and during consultation during the experimental activity makes it possible to control the level of mastering the material and determine the possibility of admitting a student or undergraduate to work.

First, we need to choose a platform, namely an operating system. The Android system (78%) is the operating system from Google. The characteristics of Android and the correct marketing policy have made this platform one of the most popular among major manufacturers of smartphones and, accordingly, students of IT specialization. Android is a subtype of the UNIX operating system. As already noted, these students are intensively using mobile applications in their daily lives, but there is some lag in the learning process.

This article proposes to use the WhatsApp mobile chat application to learn English. At the beginning of the chat group of students is registered. Each student, as usual, has a number and email address. Then, in a special Calendar application, a class schedule is recorded indicating groups of students or undergraduates. For each group organized a chat with the name. First, a chat is created in contacts, but not entered in my contacts, but in an organized chat. Tasks for students or undergraduates can be sent in the chat, as well as in the calendar, when a message appears 10 minutes before the start of classes. In the chat, you can register and attendance of classes, asking to send the code word of students or undergraduates. For the sake of effective knowledge control, a task (option) for each student is recorded individually in the chat. To control listening to English, you can send audio files in chat. In a special program - in the simplest case in the html format, which is cross-platform, a test is being developed. A methodology for compiling such a test has been developed. Below is a snippet of test code:

```
<html>
<head>
<meta http-equiv="Content-Language" content="ru">
<meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=windows-1251">
<META HTTP-EQUIV="Page-Enter" Content="BlendTrans(Duration=2.0)">
<title>Test 1</title>
<style>
<!--
table.MsoNormalTable
    { mso-style-parent:"";
    font-size:10.0pt;
    font-family:"Times New Roman";
    }
</style>
<script>
var texts = new Array();
texts [0] = "The page is updated";
alert (texts)
</script>

<script>
```

```
function calc(){
var n
rezult=0
matrica=new Array(5)
matrica[1]=3
matrica[2]=1
matrica[3]=2
matrica[4]=1
matrica[5]=1

for (n=1; n<=5; n++){
  for (var k=0;k<4;k++){
    {
      //alert(document.forms.test['id' + n][k].checked)
      if (document.forms.test['id' + n][k].checked==true)
        {
          rez=k
        }
      }
    if (matrica[n]==rez)
      {
        rezult++
        //alert(n+" True")
      }
    }
    alert ("Total true" + "" + rezult)
    switch (rezult) {
    case 1:
      alert ("Your rating is unsatisfactory.")
      break;
    case 2:
      alert ("Your rating is Satisfactory.")
      break;
    case 3:
      alert ("Your rating is Satisfactory.")
      break;
    case 4:
      alert ("Your rating is good.")
      break;
    case 5:
      alert ("Your rating is Excellent.")
      break;
    }
  }
}
```

```
}
</script>
</head>
<body leftmargin="40" topmargin="20" rightmargin="20" bottommargin="20"
background="images/bg-LR1.jpg" style="background-attachment: fixed">
  <p class = "MsoNormal" style = "text-autospace: none; line-height: 150%; margin-top: 0;
margin-bottom: 0" align = "center">
    <b> <font face = "Verdana" color = "# 000080" size = "4"> Final test for laboratory work
№1 </ font> </ b> </ p>
    <i> You are given <b> 5 minutes </ b> for the test, after which the page is updated and
your results are lost. </ p>
    After passing the test, you should show your assessment to the teacher, so as not to take
the test again. </ I>
    <p> <i> </ i> </ p>
    <p class="MsoNormal" style="text-autospace: none; line-height: 150%; margin-top: 0;
margin-bottom: 0">&nbsp;&nbsp;&nbsp;</p>
```

...

In the future, it is assumed for this to use scripting languages. Student responses, with automatic assessment, are displayed on the smartphone screen. A screenshot of the answer is sent back to the chat. All chat data is archived and sent to the lecturer's e-mail, analysis and evaluation is carried out. This technology is extensively tested in the educational process. It showed high mobility and efficiency, especially in the case of malfunctions of traditional technical means of education.

Within the framework for program and target financing for scientific, scientific and technical programs for 2018-2020, program IRN: BR05236839 “Development of information technologies and systems to promote sustainable cultivation of the individual as one of the foundations for the development of digital Kazakhstan”

#### LIST OF LITERATURE

1. Gertsog A. Professional identity for successful adaptation of students – a participative approach / G.A. Gertsog, V.V. Danilova, D.N. Korneev, A.V. Savchenkov, N.V. Uvarina. – Rurkatha Journal on Interdisciplinary Studies in Humanities, Vol. IX, No. 1, 2017. – P. 301–311.
2. Соколова В.В. Разработка мобильных приложений: учебное пособие / В.В. Соколова; Томский политехнический университет. - Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. - 175 с..
3. Erzhanova Z.B.,Koksegen Zh.K.,Imangaliev Sh.I. To the question of technology of learning English for IT specialties. Материалы II Международной научной конференции «Информатика и прикладная математика», часть II, 27-30 сентября 2017, Алматы, Казахстан, 245 с.

## ИННОВАЦИИ В ВЫСШЕМ ОБРАЗОВАНИИ

МРНТИ 378

Г.К. Наурызбаева<sup>1</sup>, Б. Сейтбатал<sup>1</sup>, М.Т. Кызгарина<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup>Казахский Национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан

### НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА СТУДЕНТА КАК ПОМОЩЬ В ФОРМИРОВАНИИ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ БАКАЛАВРА

**Аннотация.** В статье рассматривается неотъемлемая часть образовательного процесса и её развитие, комплекс мероприятий, направленных на освоение студентами в процессе обучения по учебным планам и сверх них методов, приемов и навыков выполнения анализа и исследований. Также в данной работе приведён научно-исследовательская работа студента, где он исследовал и проанализировал принципы работы двигателей внутреннего сгорания (ДВС), электромобилей, гибридов, паровых, и придя к определенному выводу, проводил теоретическая и экспериментальная части. Целью эксперимента служило доказательство возможности использования водорода в качестве топлива. В этой связи студентом была разработана конструкция модели ДВС на водородном топливе и для достижения цели студентом проводился опыт и был получен водород. В работе в качестве ДВС используется генератор на дизельной основе, который работает на стартере. В целях добычи большего количества водорода, были разработаны и изготовлены техническая схема и конструкция генератора водорода на основе НИР, найденной в интернет-ресурсах. Был осуществлен запуск ДВС на водородном топливе, который показал положительный результат использования ДВС в энергетике и возможность дальнейших разработок студентом по повышению качества таких двигателей. Были сделаны основные выводы НИРС и выявлены преимущества и недостатки ДВС на водородном топливе.

**Ключевые слова:** научно-исследовательская работа студента, двигатель внутреннего сгорания, познавательная деятельность, самостоятельная работа обучающегося.

Научно-исследовательская деятельность студентов позволяет наиболее полно проявить индивидуальность, творческие способности, готовность к самореализации личности, как педагога профессионального обучения, так и его воспитанника. Несмотря на обширную нормативно-правовую базу в данной области, развитие методологии и методики исследовательской подготовки в высшей школе, на деле данному виду деятельности уделяется недостаточно внимания. Необходимо уделять внимание вопросу о готовности студентов к научно-исследовательской деятельности. Процесс исследования индивидуален и является ценностью как в образовательном, так и в личностном смысле, поэтому необходимо совершенствовать подходы к научно-исследовательской работе, для того что бы сделать этот процесс наиболее интересным и продуктивным.

Важным способствующим средством, преподавателю управлять работой студентов на занятиях, служат слайды, дополнительные плакаты-инструкции с правилами и примерами рациональной работы студентов с текстами пособий. Так, к примеру во время лекционных занятий на тему «Основы термодинамики» используются анимационные слайды по разделу физики и элективных дисциплин, которые отражают связь с их будущей профессией, рассматривается принцип работы тепловых двигателей и история их развития. Это показывает студентам, что двигатель внутреннего сгорания произвёл подлинный переворот в транспортной технике, а на сегодня доля автомобилей с ДВС составляет более 99,9% мирового автомобильного. Имея ввиду эти достижения науки рассматриваются слайды, где наглядно демонстрируются основные части и график процессов, а также КПД теплового двигателя, цикла Карно, принцип работы газовых турбин и паровых машин

т.д. Эти слайды и плакаты способствуют формированию познавательной деятельности, следовательно, знаний и умений и отражает цель практико ориентированного обучения в учебном процессе. В таком случае вся деятельность преподавателя по управлению познавательным процессом направлена на то, чтобы каждый студент самостоятельно и осознанно стремился к восприятию, осмыслению и овладению учебным материалом до уровня умения его применять в своей будущей профессиональной деятельности.

На практических занятиях предлагаются качественные задачи, которые способствуют более глубокому пониманию физических теорий, развитию правильных физических представлений, сформированных в школьных стенах, следовательно, предупреждает формализм в знаниях студентов.

Так как все физические законы устанавливаются и проверяются путем накопления и сопоставления экспериментальных данных, студенты самостоятельно выполняют лабораторные работы, заранее выданные преподавателем. Выполнение работ в нашей лаборатории включает три этапа: подготовка к эксперименту, проведение эксперимента и оформление отчета [1]. При защите лабораторных работ, помимо опроса, студенту предлагают контрольные задания, включающие вопросы, направленные на проверку их знания о связи используемых законов, приборов в практике с их будущей профессиональной деятельностью.

Кроме того, одним из важнейших источников формирования познавательной деятельности бакалавра является НИРС и СРО.

В этой связи кафедра проводит большую работу по организации и проведению НИРС, результаты которой представляются на студенческих конференциях.

В соответствии с планом НИРС, на кафедре ежегодно проводится научно-практическая конференция. Так по результатам НПК студентов призовое место занял научный проект студента группы АУ-17-6 Сейтбатал Б. на тему «ДВС на водородном топливе», которая является на сегодняшний день одним из технических направлений, что предусмотрено Государственной программой Энергосбережения Республики Казахстан. В связи с этим, целью данной исследовательской работы являлось рассмотрение основных проблем ДВС (двигатель внутреннего сгорания) на водородном топливе. В этом проекте студентом изучен принцип действия водородного двигателя, создана рабочая модель. На сегодня разработки водородного двигателя очень перспективны, потому что они экологичны, не связаны с запасом нефти и другими ископаемыми, применяемых в виде топлива. Еще один существенный плюс водородного двигателя - это то, что он не наносит вреда окружающей среде, так как побочными продуктами его работы являются вода и тепло.

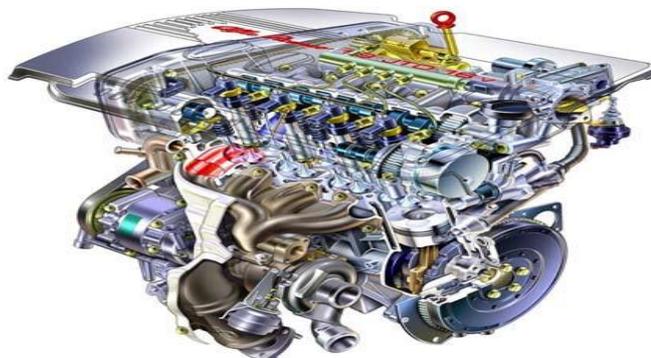


Рисунок 1. Двигатель внутреннего сгорания

В данной работе студент исследовал и проанализировал принципы работы двигателей внутреннего сгорания, электромобилей, гибридов, паровых, и придя к определенному выводу, проводил следующие работы:

1. Теоретическая часть. Цель эксперимента – доказать возможность использования водорода в качестве топлива. В этой связи студентом была разработана конструкция модели ДВС на водородном топливе (рисунок 1).

2. Экспериментальная часть.

2.1 Предварительный эксперимент. С целью добычи водорода студенту понадобилась щелочь, алюминий, и специально изготовленные сосуды, в которых и проводились опыты. Щелочью здесь послужила жидкость для чистки сливных труб, а вместо алюминия использовалась алюминиевая фольга. В дальнейших действиях был изготовлен специальный сосуд. Этот сосуд был наполовину заполнен щелочью, затем был использован скрученный в камок фольги и предоставлено время (3-5с) для осуществления реакции. Таким образом студентом был получен водород и эксперимент прошел удачно. При помощи компрессора полученный газ был помещен в газовый баллон. Для подключения к ДВС все было подготовлено.

2.2 Подключение к ДВС. В качестве ДВС здесь использовался генератор на дизельной основе. Генератор работал на стартере, и вместо привычного карбюратора в генераторе были использованы форсунки и за счет этого двигатель мог работать, вырабатывая электричество. Но так как объем водорода был ограничен, работа двигателя длилась недолго. Было принято решение, не останавливаться на этом и добиться 2-3 минуты непрерывной работы.

2.3 Разработка и использование генератора водорода. В целях добычи большего количества водорода, были разработаны и изготовлены техническая схема и конструкция генератора водорода на основе НИР, найденной в интернете. Для генератора водорода понадобилось: трансформатор, диодный мост, амперметр, провода для соединения, электролизер (он состоит из пластин, подключенных к «+» и «-» стойкам, силиконовых втулок, двух деревянных досок для основы), а также полые трубки по которым проходил водород.

Таким образом, осуществлен 2- запуск ДВС на водородном топливе, который показал положительный результат использования ДВС в энергетике и возможность дальнейших разработок студентом по повышению качества таких двигателей. Были сделаны следующие выводы НИРС:

Были выявлены преимущества и недостатки ДВС на водородном топливе (рисунок 2):

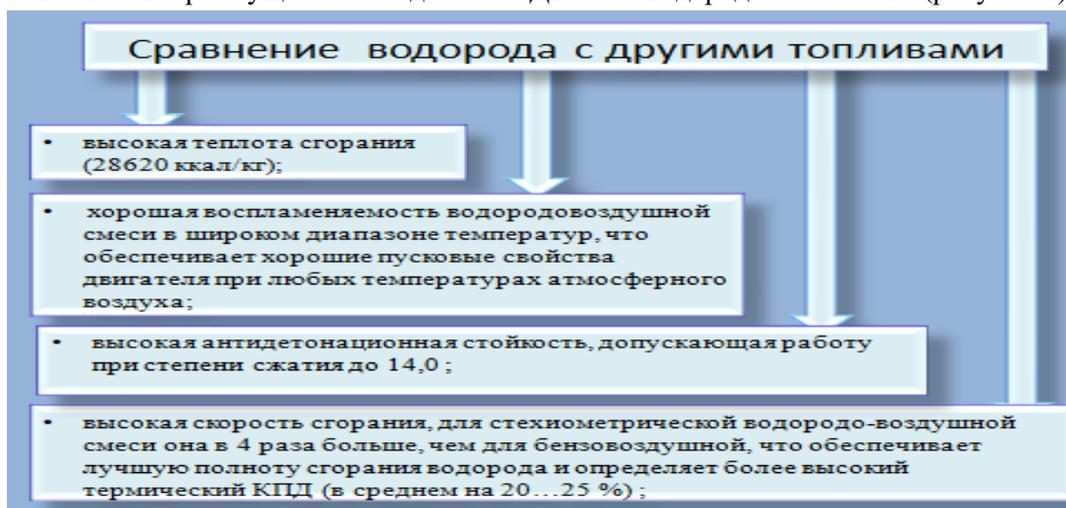


Рисунок 2

Преимущества ДВС на водородном топливе:

- 1) Большой показатель КПД, он составляет около 85-92%, в то время как у бензинового агрегата он составляет 49-62%
- 2) Он абсолютно безвредный, его можно назвать самым экологичным топливом в мире.
- 3) Водород можно добыть путем электролиза воды, Земля состоит из 70% воды.
- 4) Универсальность, его можно использовать не только в ДВС, но и во многих других сферах промышленности.
- 5) Добыча водорода на много экономичней нежели добыча нефти и их обработка.

Недостатки ДВС на водородном топливе:

- 1) Добыть водород очень сложно.
- 2) Недолговечность двигателя, так как водород портит конструктивный материал впускного, выпускного клапанов, поршня и т.д. Но все это можно исправить, отдалив выпускной клапан от впускного.

Таким образом, студент на практике участвовал в НИРС и сделал *свои первые шаги в науке по развитию ДВС на водородном топливе, т.к. актуальной темой на сегодняшний день является дорогие цены на нефтепродукты, а водород - самое распространенное вещество во всей галактике и вселенной. Он возобновляем и практически не имеет вредных выбросов в атмосферу. Он идеально заменяет бензин, дизель и т.д. Его можно не только заправлять автомобили, но и вырабатывать электричество.*

Результаты предварительно использованного практико ориентированного обучения по формированию ПОК, мотивации, разработке учебно-методического обеспечения, улучшению организации и управлению процессом обучения, подготовке и обеспечению контрольно-корректирующих мероприятий, показали возможность вовлечения каждого студента в самостоятельную, добросовестную, рациональную и результативную учебную и научную работу по овладению знаниями и умениями по физике, ориентированные на профессиональную деятельность.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Мажитова Л. Х., Кенжебекова А. И. Матричная модель готовности к профессиональному самоопределению студентов младших курсов втуза // Вестник АПНК.- Алматы: АПН РК. - № 1. -2011. – С. 59.
- [2] Мажитова Л. Х., Наурызбаева Г. К. Информационно-деятельностное обучение как условие формирования профессионально-ориентированных компетенций бакалавра // Вестник АУЭС. – Алматы: НАО «АУЭС». - № 2. - 2014. – С. 62.
- [3] Мажитова Л. Х., Калыкпаева Р. С. Критериально-уровневая структура профессионально-значимых качеств будущего специалиста // Вестник АПНК.- Алматы: АПН РК. - № 6. -2011. – С. 29.
- [4] Т.В. Жеребило. Лингвистические термины. - М.: «ВШ», 2008. - 235с.

[5] Б. Хасанулы. Взаимосвязь знаний и умений в подготовке инженера // Вестник АПНК.- Алматы: АПН РК. - № 2. -2016. – С. 25.

#### REFERENCES

[1] Mazhitova L. H., Kenzhebekova A. I. Matrix model of readiness for Professional self-determination of undergraduate students // Herald APSK.- Алматы: APS RK. - № 1. -2011. – P. 59. 2011. № 1. 59p.(in russ.).

[2] Mazhitova L. H., Nauryzbayeva G. K. Information and activity-based training as a condition for the formation of professionally-oriented competences of a bachelor // Herald AUPET. – Алматы: NJSC «AUPET». - № 2. - 2014. – С. 62. (in russ.).

[3] Mazhitova L.H., Kalykpayeva R. S. Criterial-level structure of professionally significant qualities of the future specialist//Herald APSK. - № 6. -2011. – P. 29. (in russ.).

[4] Zhrebilo T.V. Linguistic terms. - М.: «HS», 2008. – P. 235.(in russ.).

[5] Hasanuly B. Interrelation of knowledge and skills in engineer training// Herald APSK.- Алматы: APS RK. - № 2. -2016. – P. 25. (in russ.).

### СТУДЕНТТІҢ ҒЫЛЫМИ ЗЕРТТЕУ ЖҰМЫСЫ БАКАЛАВРДЫҢ ТАНЫМДЫҚ ҚЫЗМЕТІН ҚАЛЫПТАСТЫРУҒА КӨМЕК РЕТІНДЕ

**Г. Қ. Наурызбаева<sup>1</sup>, Б. Сейтбатал<sup>1</sup>, М.Т. Қызғарина<sup>2</sup>**

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

<sup>2</sup>Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан

**Аңдатпа.** Мақалада білім беру үдерісінің ажырамас бөлігі және оның дамуы, студенттердің оқу жоспарын меңгеруіне бағытталған жоғары әдістер, талдау және зерттеу жүргізу әдістері мен дағдылары қарастырылған. Сондай-ақ, осы мақалада ішкі жану қозғалтқыштарының (ІЖҚ), электрлік техниканың, гибридтердің, будың жұмыс істеу принциптерін зерттеген және талдаған студенттің ғылыми жұмыстары ұсынылып, белгілі бір тұжырымға келді, теориялық және эксперименталды жұмыстар өткізді. Эксперименттің мақсаты сутегіні отын ретінде пайдалану мүмкіндігін дәлелдеу болды. Осыған байланысты студент сутегі отынымен ішкі жану қозғалтқышының моделін әзірледі және мақсатқа жету үшін студент эксперимент жүргізіп, онда сутегі алынды. ІЖҚ ретінде студенттің зерттеу жұмысында стартермен жұмыс істейтін дизель негізіндегі генератор қолданылды. Сутегіні көбейту үшін, Интернет-ресурстарда табылған зерттеулерге негізделген сутегі генераторының техникалық схемасы мен құрылымы жасалып, өңделді. Ішкі жану қозғалтқышы іске қосылды, ол электр энергетикасында ішкі жану қозғалтқыштарын пайдаланудың оң нәтижесін көрсетті және студенттің мұндай қозғалтқыштардың сапасын жақсарту үшін одан әрі зерттеу мүмкіндігін көрсетті. Студенттің ғылыми зерттеу жұмысының негізгі қорытындылары жасалып, сутегі отынымен істейтін ІЖҚ артықшылықтары мен кемшіліктері анықталды.

**Кілттік сөздер:** студенттің ғылыми зерттеу жұмысы, іштен жану қозғалтқышы, танымдық қызмет, білім алушының өзіндік жұмысы.

**SCIENTIFIC-RESEARCH WORK OF THE STUDENT AS A HELP IN THE FORMATION OF THE COGNITIVE ACTIVITY OF THE BACHELOR**

G.K. Nauryzbayeva<sup>1</sup>, B. Seytbatal<sup>1</sup>, M.T. Kyzgarina<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup>Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

**Annotation.** The article considers an integral part of the educational process and its development, a set of activities aimed at students mastering the curriculum and above them methods, techniques and skills for carrying out analysis and research. Also in this paper, a student's research work is presented, where he researched and analyzed the principles of operation of internal combustion engines (ICE), electric vehicles, hybrids, steam engines, and came to a definite conclusion and carried out theoretical and experimental parts. The purpose of the experiment was to prove the possibility of using hydrogen as a fuel. In this regard, the student developed the design of the model of an internal combustion engine with hydrogen fuel, and to achieve the goal, the student conducted an experiment and produced hydrogen. In work as ICE, a diesel-based generator is used, which operates on a starter. In order to produce more hydrogen, the technical scheme and design of the hydrogen generator based on the research found in Internet resources were developed and manufactured. A hydrogen-powered internal combustion engine was launched, which showed a positive result of the use of internal combustion engines in power engineering and the possibility of further research by the student to improve the quality of such engines. The main findings of NIRS were made and the advantages and disadvantages of ICE on hydrogen fuel were identified.

**Key words:** student's research work, internal combustion engine, cognitive activity, student's independent work.