

ISSN 2518-1726 (Online),  
ISSN 1991-346X (Print)

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

# Х А Б А Р Л А Р Ы

---

---

## ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

## NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

**ФИЗИКА-МАТЕМАТИКА  
СЕРИЯСЫ**



**СЕРИЯ**

**ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ**



**PHYSICO-MATHEMATICAL  
SERIES**

**2 (312)**

**НАУРЫЗ – СӘУІР 2017 Ж.**

**МАРТ – АПРЕЛЬ 2017 г.**

**MARCH – APRIL 2017**

1963 ЖЫЛДЫҢ ҚАҢТАР АЙЫНАН ШЫҒА БАСТАҒАН  
ИЗДАЕТСЯ С ЯНВАРЯ 1963 ГОДА  
PUBLISHED SINCE JANUARY 1963

ЖЫЛЫНА 6 РЕТ ШЫҒАДЫ  
ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД  
PUBLISHED 6 TIMES A YEAR

АЛМАТЫ, ҚР ҰҒА  
АЛМАТЫ, НАН РК  
ALMATY, NAS RK

Б а с р е д а к т о р ы  
ф.-м.ғ.д., проф., ҚР ҰҒА академигі **Ғ.М. Мұтанов**

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

**Жұмаділдаев А.С.** проф., академик (Қазақстан)  
**Кальменов Т.Ш.** проф., академик (Қазақстан)  
**Жантаев Ж.Ш.** проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)  
**Өмірбаев У.У.** проф. корр.-мүшесі (Қазақстан)  
**Жүсіпов М.А.** проф. (Қазақстан)  
**Жұмабаев Д.С.** проф. (Қазақстан)  
**Асанова А.Т.** проф. (Қазақстан)  
**Бошқаев К.А.** PhD докторы (Қазақстан)  
**Сұраған Д.** PhD докторы (Қазақстан)  
**Quevedo Hernando** проф. (Мексика),  
**Джунушалиев В.Д.** проф. (Қырғыстан)  
**Вишневский И.Н.** проф., академик (Украина)  
**Ковалев А.М.** проф., академик (Украина)  
**Михалевич А.А.** проф., академик (Белорус)  
**Пашаев А.** проф., академик (Әзірбайжан)  
**Такибаев Н.Ж.** проф., академик (Қазақстан), бас ред. орынбасары  
**Тигиняну И.** проф., академик (Молдова)

«ҚР ҰҒА Хабарлары. Физика-математикалық сериясы».

ISSN 2518-1726 (Online), ISSN 1991-346X (Print)

Меншіктенуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» РҚБ (Алматы қ.)  
Қазақстан республикасының Мәдениет пен ақпарат министрлігінің Ақпарат және мұрағат комитетінде  
01.06.2006 ж. берілген №5543-Ж мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік

Мерзімділігі: жылына 6 рет.  
Тиражы: 300 дана.

Редакцияның мекенжайы: 050010, Алматы қ., Шевченко көш., 28, 219 бөл., 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18,  
[www.nauka-nanrk.kz](http://www.nauka-nanrk.kz) / [physics-mathematics.kz](http://physics-mathematics.kz)

---

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2017

Типографияның мекенжайы: «Аруна» ЖК, Алматы қ., Муратбаева көш., 75.

Главный редактор  
д.ф.-м.н., проф. академик НАН РК **Г.М. Мутанов**

Редакционная коллегия:

**Джумадилаев А.С.** проф., академик (Казахстан)  
**Кальменов Т.Ш.** проф., академик (Казахстан)  
**Жантаев Ж.Ш.** проф., чл.-корр. (Казахстан)  
**Умирбаев У.У.** проф. чл.-корр. (Казахстан)  
**Жусупов М.А.** проф. (Казахстан)  
**Джумабаев Д.С.** проф. (Казахстан)  
**Асанова А.Т.** проф. (Казахстан)  
**Бошкаев К.А.** доктор PhD (Казахстан)  
**Сураган Д.** доктор PhD (Казахстан)  
**Quevedo Hernando** проф. (Мексика),  
**Джунушалиев В.Д.** проф. (Кыргызстан)  
**Вишневский И.Н.** проф., академик (Украина)  
**Ковалев А.М.** проф., академик (Украина)  
**Михалевич А.А.** проф., академик (Беларусь)  
**Пашаев А.** проф., академик (Азербайджан)  
**Такибаев Н.Ж.** проф., академик (Казахстан), зам. гл. ред.  
**Тигиняну И.** проф., академик (Молдова)

«Известия НАН РК. Серия физико-математическая».

ISSN 2518-1726 (Online), ISSN 1991-346X (Print)

Собственник: РОО «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы)

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации и архивов  
Министерства культуры и информации Республики Казахстан №5543-Ж, выданное 01.06.2006 г.

Периодичность: 6 раз в год.

Тираж: 300 экземпляров.

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, ком. 219, 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18,  
[www.nauka-nanrk.kz](http://www.nauka-nanrk.kz) / [physics-mathematics.kz](http://physics-mathematics.kz)

---

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2017

Адрес типографии: ИП «Аруна», г. Алматы, ул. Муратбаева, 75.

E d i t o r i n c h i e f  
doctor of physics and mathematics, professor, academician of NAS RK **G.M. Mutanov**

E d i t o r i a l b o a r d:

**Dzhumadildayev A.S.** prof., academician (Kazakhstan)  
**Kalmenov T.Sh.** prof., academician (Kazakhstan)  
**Zhantayev Zh.Sh.** prof., corr. member. (Kazakhstan)  
**Umirbayev U.U.** prof. corr. member. (Kazakhstan)  
**Zhusupov M.A.** prof. (Kazakhstan)  
**Dzhumabayev D.S.** prof. (Kazakhstan)  
**Asanova A.T.** prof. (Kazakhstan)  
**Boshkayev K.A.** PhD (Kazakhstan)  
**Suragan D.** PhD (Kazakhstan)  
**Quevedo Hernando** prof. (Mexico),  
**Dzhunushaliyev V.D.** prof. (Kyrgyzstan)  
**Vishnevskiy I.N.** prof., academician (Ukraine)  
**Kovalev A.M.** prof., academician (Ukraine)  
**Mikhalevich A.A.** prof., academician (Belarus)  
**Pashayev A.** prof., academician (Azerbaijan)  
**Takibayev N.Zh.** prof., academician (Kazakhstan), deputy editor in chief.  
**Tiginyanu I.** prof., academician (Moldova)

**News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Physical-mathematical series.**

**ISSN 2518-1726 (Online), ISSN 1991-346X (Print)**

Owner: RPA "National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan" (Almaty)

The certificate of registration of a periodic printed publication in the Committee of information and archives of the Ministry of culture and information of the Republic of Kazakhstan N 5543-Ж, issued 01.06.2006

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 300 copies

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, 220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,  
[www.nauka-nanrk.kz](http://www.nauka-nanrk.kz) / [physics-mathematics.kz](http://physics-mathematics.kz)

---

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2017

Address of printing house: ST "Aruna", 75, Muratbayev str, Almaty

**NEWS****OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN  
PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES**

ISSN 1991-346X

Volume 2, Number 312 (2017), 75 – 80

UDC 536.46:532.517.4

**A.S. Askarova, S.A. Bolegenova, S.A. Bolegenova, Maximov V.Yu.,  
A.M. Maxutkhanova, A.G. Turbekova, Kh.I. Beisenov**Al-Farabi kazakh national university, Almaty  
Bolegenova.symbat@kaznu.kz**A COMPUTATIONAL EXPERIMENT FOR STUDYING  
THE COMBUSTION OF THERMOCHEMICALLY-GASIFIED COAL  
IN THE COMBUSTION CHAMBER OF THE BOILER BKZ-160**

**Annotation.** Research in the field of advanced technological processes to improve the combustion of pulverized coal and the use of alternative methods of combustion of various fuels are currently the most relevant to the entire energy complex of the Republic of Kazakhstan.

The main direction of improvement of pulverized coal combustion and utilization of alternative fuels types are the implementation of stringent ecological requirements in terms of specific emissions of harmful substances with exhaust gases of boilers. And at this stage, the creation of technologies that describe the main processes of formation of harmful dust-gas emissions, and development of recommendations for their reduction is a first task for researchers.

At the modern stage development of industry of the Republic of Kazakhstan there is a question about improving the efficiency of processes related to energy production, subject to strict norms of emission of harmful substances and efficient use of equipment. One of the perspective solutions in this area is thermo-chemical activation of low-grade solid fuels with using plasma-fuel systems (PFS).

**Keywords:** combustion chamber, boiler, burners, solid fuel, high-ash coal, numerical simulation, computational experiment.

УДК 536.46:532.517.4

**А.С. Аскарова, С.А. Болегенова, С.А. Болегенова, В.Ю. Максимов,  
А.М. Максутханова, А.Г. Турбекова, Х.И. Бейсенов**Казахский национальный университет имени аль-Фараби, г. Алматы  
Bolegenova.symbat@kaznu.kz**ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ ПО ИССЛЕДОВАНИЮ  
ГОРЕНИЯ ТЕРМОХИМИЧЕСКИ-ГАЗИФИЦИРОВАННОГО УГЛЯ  
В ТОПОЧНОЙ КАМЕРЕ КОТЛА БКЗ-160**

**Аннотация.** Исследования в области прогрессивных технологических процессов по совершенствованию установок сжигания пылеугольного топлива и использованию альтернативных методов сжигания различных видов топлива являются в настоящее время наиболее актуальными для всего энергетического комплекса Республики Казахстан.

Основным направлением совершенствования пылеугольного горения и использования альтернативных видов топлива является выполнение жестких экологических требований по удельным выбросам вредных веществ с отработанными газами котельных установок. И на этом этапе создание технологий, позволяющих описать основные процессы формирования вредных пылегазовых выбросов, и разработка рекомендаций по их снижению является актуальной задачей исследователей.

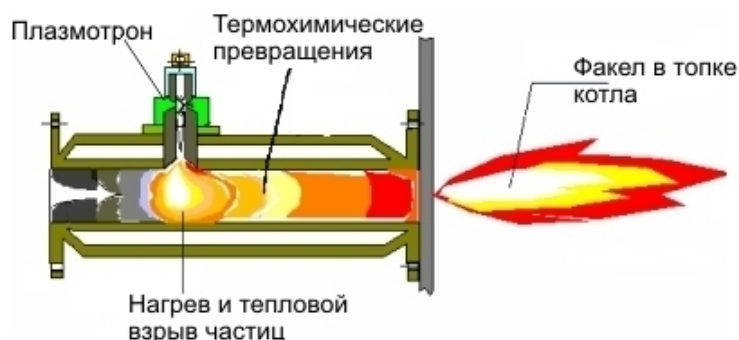
На современном этапе развитие промышленности Республики Казахстан очень остро встает вопрос о повышении эффективности процессов, связанных с производством энергии, при соблюдении строгих норм выброса вредных веществ и экономичным использованием оборудования. Одно из перспективных решений в данной области является термохимическая активация низкосортных твердых топлив при помощи плазменно-топливных систем (ПТС).

**Ключевые слова:** Топочная камера, котел, горелки, твердое топливо, высокозольный уголь, численное моделирование, вычислительный эксперимент.

Реализация новых технологий термохимической активации пылеугольных потоков определяется в конечном итоге уровнем разработки методов расчета соответствующих физико-химических процессов, протекающих при горении твердого топлива, прошедшего плазменную обработку. Разработка метода расчета таких течений тесно связана с расчетно-теоретическими и экспериментальными исследованиями теплофизических процессов движения и нагрева частиц топлива, термохимических процессов в плазмотронах и их последующих превращений в топочном пространстве. Проведение вычислительных экспериментов при помощи новейших информационных технологий моделирования позволили, в рамках данного проекта, при хорошо развитом алгоритмическом и программном обеспечении, используя соответствующие модели, провести комплексные исследования влияния плазменной активации угля на процессы формирования вредных веществ в техногенных газах.

Термохимическая подготовка пылеугольного топлива к сжиганию реализована исполнителями проекта в соответствии со следующим механизмом. Аэросмесь подается через пылепровод к горелке. Аэросмесь подается в горячую топочную камеру с температурой  $T \sim 350\text{K}$ , в которой она нагревается и воспламеняется. При оснащении горелочного устройства плазмотроном, аэросмесь нагревается плазменным факелом в объеме горелки еще до выхода в топочную камеру. При прохождении угольной пыли с воздухом через плазмотрон, то из него выделяются летучие вещества и газифицируется коксовый остаток, после чего они начинают окисляться кислородом первичного воздуха аэросмеси, что приводит к дополнительному нагреву реагирующего потока аэросмеси. При этом углерод газифицируется до  $\text{CO}$ , а не до  $\text{CO}_2$ , благодаря существующему коэффициенту избытка воздуха в аэросмеси (0,3-0,5 от стехиометрического соотношения).

В результате на выходе из горелочного устройства, оборудованном плазменно-топливной системой образуется высокотемпературный реагирующий поток углеродсодержащих частиц и газообразных продуктов плазменной термохимической подготовки аэросмеси с температурой  $\sim 1300\text{K}$ . При этом, независимо от того, что в качестве топлива используется высокозольный уголь, получается высокорекреационное двухкомпонентное топливо. Перемешиваясь с вторичным воздухом в топочной камере, это топливо интенсивно воспламеняется и устойчиво горит без мазута или газа, часто используемых для воспламенения и стабилизации горения низкосортных пылеугольных потоков при обычном горении.



За время выполнения работ было проведено системное исследование горения различных углей в широком диапазоне параметров, определяющих условия и режимы сжигания твердого топлива в топочных камерах ПК-39 Аксуйской ГРЭС и БКЗ-160 Алматинской ТЭЦ.

Проведение вычислительных экспериментов по сжиганию в топочных камерах котлов ПК-39 и БКЗ-160 низкосортных казахстанских углей, прошедших предварительно термохимическую

плазменную подготовку в ПТС, позволили определить режимные параметры и получить оптимальные характеристики реализации плазмохимической технологии термохимической подготовки низкосортных высокозольных казахстанских углей к сжиганию на реальных энергетических объектах Республики Казахстан.

В широком диапазоне параметров описан процесс формирования продуктов реакции горения, в том числе вредных ( $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$  и др.), проведено исследование влияния вида используемого угольного топлива и способа его сжигания в камерах сгорания. Получены трехмерные поля температуры, скорости и концентраций и исследованы закономерности их формирования и изменения в во всем объеме исследуемых топочных камер. Исследован процесс образования вредных пылегазовых выбросов в зависимости от условий организации процесса горения в топочных камерах ТЭС.

Для топочной камеры котла ПК-39 Аксуйской ГРЭС были смоделированы: традиционный режим без использования низкотемпературной плазмы и три режима горения, когда низкотемпературная плазма воздействует на:

- 1) пылеугольный поток в четырех угловых горелках нижнего яруса;
- 2) пылеугольный поток из шести горелок нижнего яруса;
- 3) пылеугольный поток в двенадцати горелках двух ярусов.

Для топочной камеры котла БКЗ-160 Алматинской ТЭЦ проведено исследование традиционного горения угля и горения термохимически газифицированного угля.

В случае с внедренными плазменно-топливными системами, образующийся факел вносит существенную неоднородность в аэродинамику течения (рисунок 1), что сказывается также и на распределении температуры в объеме топочной камеры (рисунок 2).

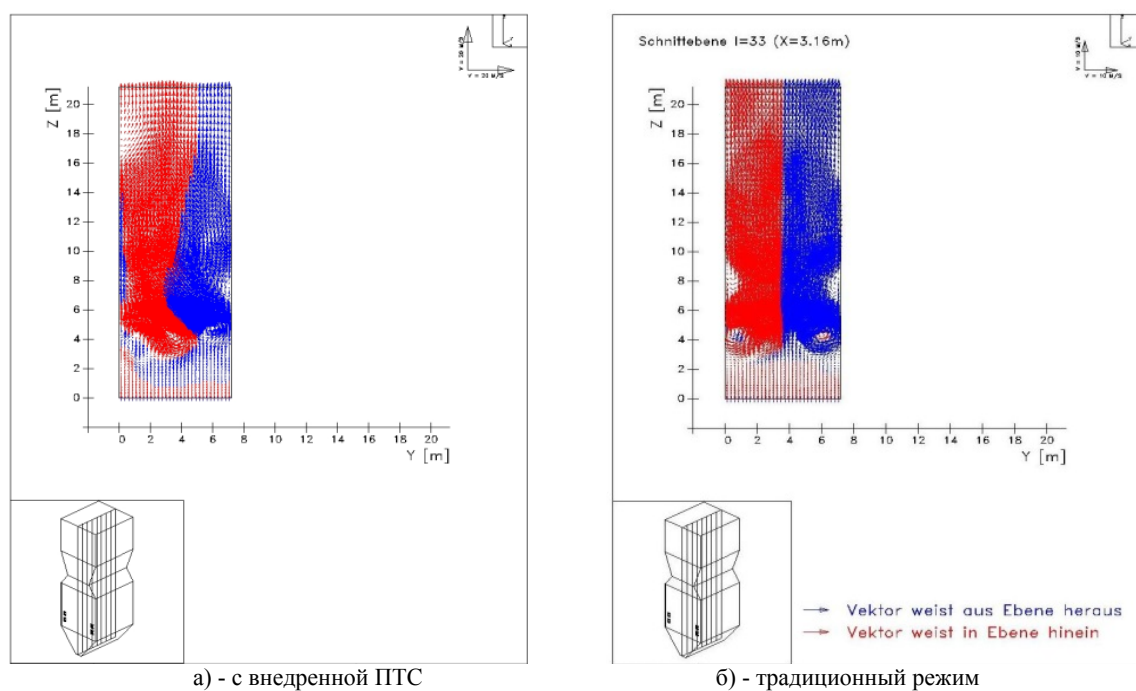


Рисунок 1 - Распределение вектора полной скорости в продольном сечении топочной камеры котла БКЗ-160, Алматинской ТЭЦ

На рисунке 2 показано, что максимальное значение температура достигает в обоих случаях в центральном сечении топочной камеры. Однако характер распределения температуры различен. Характер распределения температуры в топочной камере, в первую очередь, вносит изменение на процессы образования продуктов горения пылеугольного факела, в том числе и на вредные вещества ( $\text{NO}$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$  и др.).

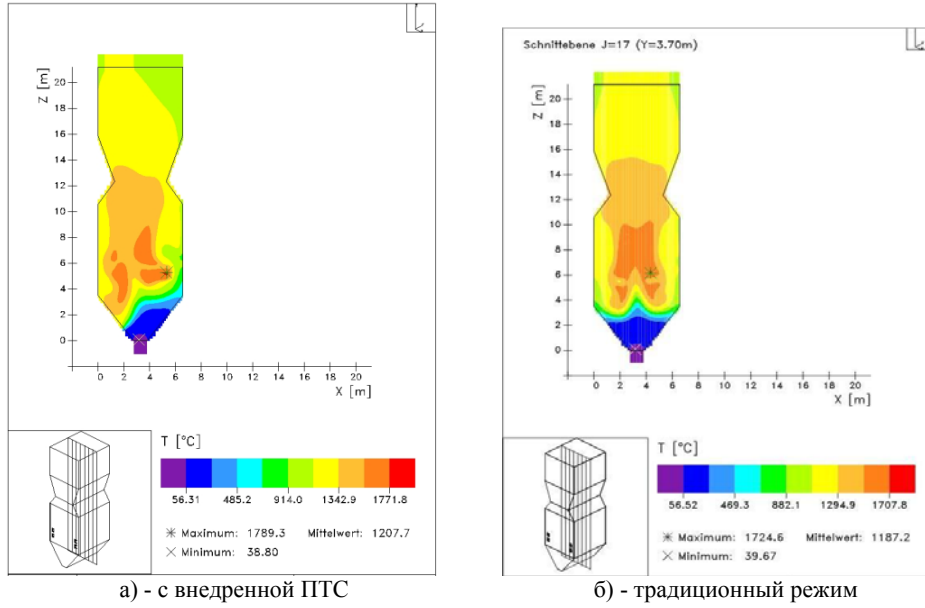


Рисунок 2 - Распределение температуры в продольном сечении топочной камеры котла БКЗ-160, Алматинской ТЭЦ

Внедрение ПТС практически никак не отражается на концентрацию углекислого газа в топочной камере БКЗ-160 Алматинской ТЭЦ. В обоих случаях на выходе имеем концентрацию  $\text{CO}_2$  равную 0.189 кг/кг.

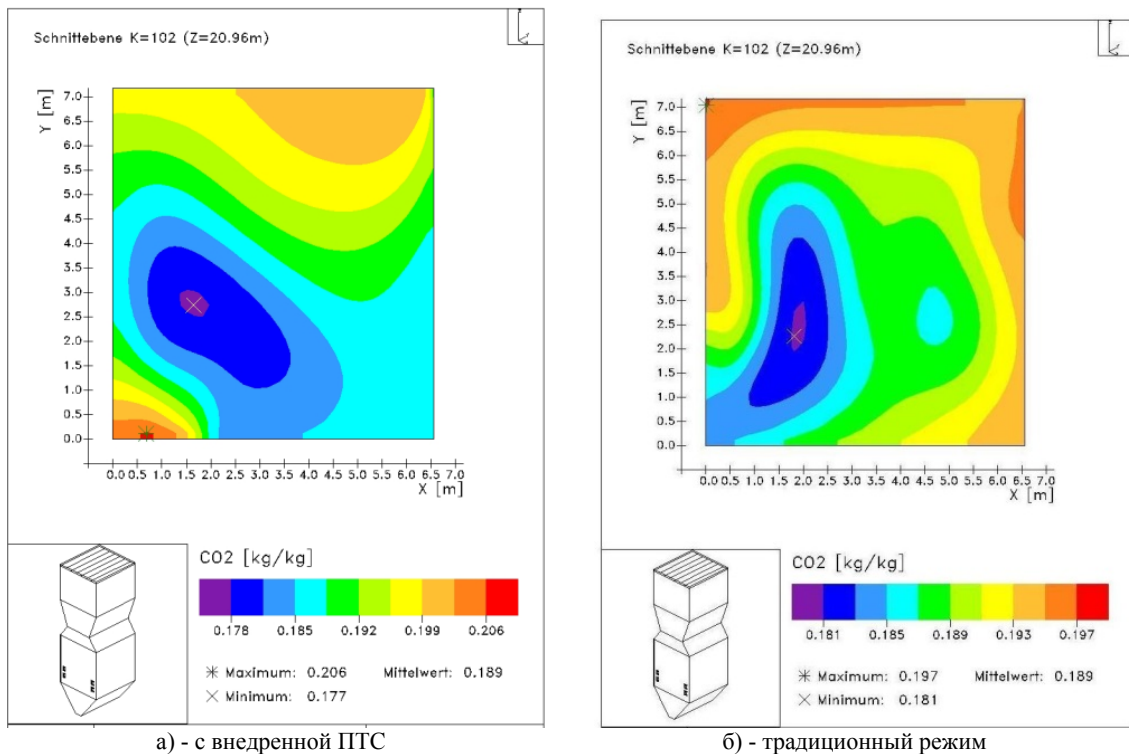


Рисунок 3 - Распределение углекислого газа на выходе из топочной камеры котла БКЗ-160, Алматинской ТЭЦ

При рассмотрении образования  $\text{NO}_x$  наблюдается существенное различие.



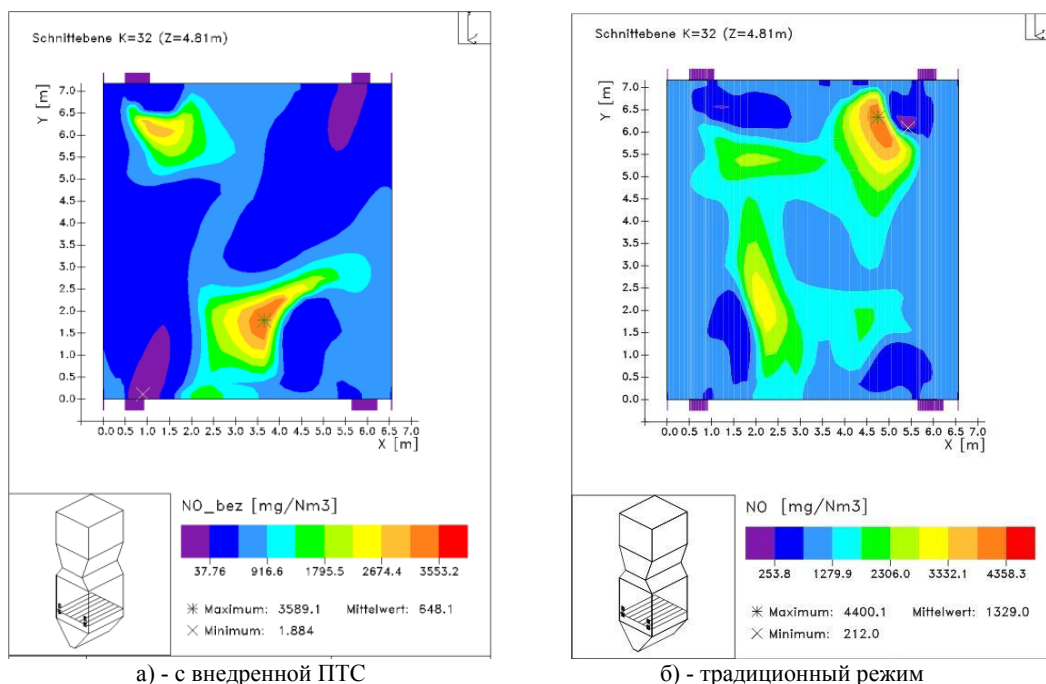


Рисунок 4 - Распределение окиси азота в сечении нижнего яруса топочной камеры котла БКЗ-160, Алматинской ТЭЦ

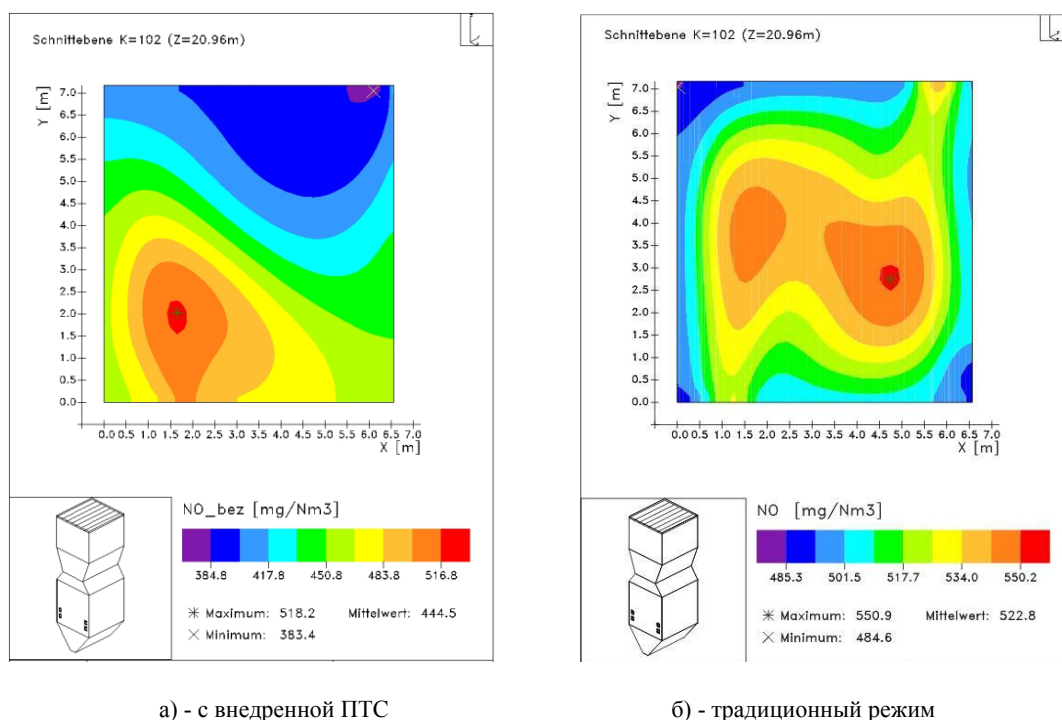


Рисунок 5 - Распределение окиси азота на выходе из топочной камеры котла БКЗ-160, Алматинской ТЭЦ

Из представленных рисунков видно, что концентрация окиси азота как в поясе горелок так и на выходе из топочной камеры БКЗ-160 Алматинской ТЭЦ в случае использования ПТС существенно меньше, чем при традиционном сжигании, что говорит о целесообразности использования данной технологии с целью снижения вредных пылегазовых выбросов в атмосферу Республики Казахстан.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Askarova A., Bolegenova S., Beketaeva M. Calculation of dryness of vapor at the end of the evaporator surface contour of a steam boiler with natural circulation // Materials of International Conference "Science: Integrating Theory and Practice". ICET, Bozeman, MT, USA. 2014. 106-109.

[2] Askarova A., Bolegenova S., Bekmukhamet A., Maximov V., Beketayeva M., Ospanova Sh. Gabitova Z.K. Investigation of turbulence characteristics of burning process of the solid fuel in BKZ 420 combustion chamber //

**WSEAS Transactions on Heat and Mass Transfer.– 2014. 9. – P.39-50.**

[3] Askarova A.S., S.Bolegenova, V.Maximov, A.Bekmukhamet, M.Beketayeva Numerical simulation of turbulent flows in combustion chamber // Recent Researches in Mechanical Engineering, ISBN: 978-1-61804-153-1, pp. 161-166, Milan, Italy, 2013.

[4] Аскарова А.С., Болегенова С.А., Максимов В.Ю., Бекмухамет А., Оспанова Ш.С. Исследование образования вредных веществ в камере сгорания БКЗ-75 Шахтинской ТЭЦ // Труды 8 Всероссийской конференции с международным участием "Горение твердого топлива". Россия, Новосибирск, 2012.- С.9.1-9.4.

REFERENCES

[1] Askarova A., Bolegenova S., Beketaeva M. Calculation of dryness of vapor at the end of the evaporator surface contour of a steam boiler with natural circulation. *Materials of International Conference "Science: Integrating Theory and Practice"*. ICET, Bozeman, MT, USA. 2014. 106-109.

[2] Askarova A., Bolegenova S., Bekmukhamet A., Maximov V., Beketayeva M., Ospanova Sh. Gabitova Z.K. Investigation of turbulence characteristics of burning process of the solid fuel in BKZ 420 combustion chamber.

**WSEAS Transactions on Heat and Mass Transfer. 2014. 9. 39-50.**

[3] Askarova A.S., S.Bolegenova, V.Maximov, A.Bekmukhamet, M.Beketayeva Numerical simulation of turbulent flows in combustion chamber. *Recent Researches in Mechanical Engineering*. Milan, Italy. 2013. 161-166.

[4] Askarova A.S., Bolegenova S.A., Maximov V.Yu., Bekmukhamet A., Ospanova Sh.S. Study the formation of harmful substances in the combustion chamber BKZ-75 Shakhtinskaya CHP. *8 Proceedings of All-Russian conference with international participation "The burning of solid fuels."* Russia, Novosibirsk, 2012.- S.9.1-9.4.

**А.С. Асқарова, С.А. Болегенова, С.А. Болегенова, В.Ю. Максимов,  
А.М. Максұтханова, А.Г. Турбекова, Х.И. Бейсенов**

Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Алматы қаласы.

**БКЗ-160 ЖАНУ КАМЕРАСЫНДАҒЫ ТЕРМОХИМИЯЛЫҚ-ГАЗДАНДЫРЫЛҒАН  
КӨМІР ЖАНУЫН ЗЕТТЕУДІҢ ЕСЕПТЕУ ЭКСПЕРИМЕНТІ**

**Аннотация.** Шаңкөмірлі отынды жағу қондырғыларын жетілдіру бойынша, ілгерілемелі технологиялық процестер саласында зерттеу жүргізу және әртүрлі отын түрлерін жағудың баламалы әдістері қазіргі уақытта Қазақстан Республикасының барлық энергетикалық кешені үшін өзекті болып табылады.

Шаңкөмірлі отынды жағуды жетілдірудің негізгі бағыты және отынның баламалы түрлерін қолдану, қазандық қондырғыларынан шыққан газбен өңделген зиянды заттардың меншікті шығарындылары бойынша, қатаң экологиялық талаптарын орындау болып табылады.

Зиянды шаңгазды шығарындыларды қалыптастырудың негізгі процестерін сипаттауға мүмкіндік беретін технологияларды құру кезеңінде, оларды төмендету бойынша ұсыныстарды жасау зерттеушілер үшін өзекті мәселе болып отыр.

Қазақстан Республикасының өнеркәсіптерінің заманауи даму кезеңінде, қондырғыларды үнемді пайдаланумен қатар, зиянды заттардың шығарындыларының қатаң нормаларын сақтау барысында энергия шығарумен байланысты процестердің эффективтілігін көтеру туралы сұрақтар алдыңғы қатарда тұр.

Бұл салада перспективалы шешімдердің бірі, плазмалық-отынды жүйе (ПОЖ) көмегімен төменгі сұрыпты қатты отындарды термохимиялық белсендіру.

**Тірек сөздер:** Жану камерасы, қазандық, жанарғы, күлділігі жоғары көмір, қатты отын, сандық моделдеу, сандық тәжірибе.

---



---

**МАЗМҰНЫ**

<i>Джумабаев Д.С., Жармагамбетов А.С.</i> Фредгольм интегро-дифференциалдық теңдеуі үшін сызықтық шеттік есепті шешудің сандық әдісі.....	5
<i>Асанова А.Т., Иманчиев А.Е., Қәдірбаева Ж.М.</i> Жүктелген дифференциалдық теңдеулер жүйесі үшін көпнүктелі есептің бірмәнді шешілімділігі туралы .....	12
<i>Дауылбаев М. К., Джумабаев Д. С., Атахан Н.</i> Сингулярлы ауытқыған интегралды-дифференциалдық теңдеуге арналған шекаралық есептің асимптотикалық бейнелеуі.....	18
<i>Асқарова Ә.С., Бөлегенова С.Ә., Бөлегенова С.Ә., Максимов В.Ю., Оспанова Ш.С.</i> ПК-39 және БКЗ-160 қазандықтарының жану камераларының аэродинамикасы мен жылу масса алмасуын зерттеу.....	27
<i>Абишев М.Е., Токтарбай С., Абылаева А.Ж., Талхат А.З., Белсарова Ф.Б.</i> Екі массивті айналмалы дене өрісіндегі айналмалы сынақ дене орбитасының орнықтылығы.....	39
<i>Ақжігітова Э.М., Құрманғалиева В.О., Арбузов А.Б.</i> Мюонның радиациялық ыдырауын модельден тәуелсіз түрде сипаттау .....	54
<i>Асқарова Ә.С., Бөлегенова С.Ә., Бөлегенова С.Ә., Максимов В.Ю., Оспанова Ш.С.</i> ПК-39 қазандығының жану камерасындағы шаң тозанды көмір отынын жағу процесін сандық модельдеу.....	58
<i>Әбішев М., Малыбаев А., Кеведо Э.</i> Мінсіз газдың геометротермодинамикасы.....	64
<i>Шыныбаев М.Д., Беков А.А., Рахимжанов Б.Н., Моминов С.Б., Сәдібек А.Ж., Дауырбеков С.С., Жолдасов С.А.</i> Хилдың екінші есебіндегі ұйытқулы шеңбер типтес орбиталар.....	69
<i>Асқарова А.С., Бөлегенова С.А., Бөлегенова С.А., Максимов В.Ю., Максұтханова А.М., Турбекова А.Г., Бейсенов Х.И.</i> БКЗ-160 жану камерасындағы термохимиялық-газдандырылған көмір жануын зерттеудің есептеу эксперименті.....	75
<i>Салғараева Г.И., Базарбаева А.</i> Білім берудегі Steam жүйесі және робототехника.....	81
<i>Ақылбаев М.И., Пархатова С., Шалданбаев А.Ш.</i> Бірлесіп толыққан операторлар .....	87
<i>Шыныбаев М.Д., Дауырбеков С.С., Жолдасов С.А., Алиасқаров Д.Р., Мырзақасова Г.Е., Сәдібек А.Ж.</i> Жердің жасанды серігінің сәуле қысымынан алған ұйытқуын Делоне элементтерінде есепке алу.....	99
<i>Қабылбеков К.А., Аширбаев Х.А., Абекова Ж.А., Омашова Г.Ш., Қыдырбекова Ж.Б., Джумағалиева А.И.</i> Соққы құбылысын зерттеуге арналған компьютерлік зертханалық жұмысты ұйымдастырудың бланкі үлгісі.....	104
<i>Қожамқұлова Ж.Ж., Аманкелдіқызы Н., Кабаева Д.А.</i> Болашақ мұғалімдерді кәсіби дайындауда қолданылатын ақпараттық технологиялар және олардың даму болашағы.....	110
<i>Қошанов Б.Д., Әділбеков Е.Н., Дүйсен Е.</i> Шектелмеген облыста пуассон және Бигармониалы теңдеулер үшін Дирихле есебі шешімдер кеңістігінің өлшемі – I.....	116
<i>Қошанов Б.Д., Әділбеков Е.Н., Дүйсен Е.</i> Шектелмеген облыста Пуассон және бигармониалы теңдеулер үшін Дирихле есебі шешімдер кеңістігінің өлшемі – II.....	126
<i>Сапрыгина М.Б., Ақылбаев М.И., Шалданбаев А.Ш.</i> Штурм-Лиувилл операторының периодты кері есебі.....	132
<i>Қойшыева Т.Қ., Қожамқұлова Ж.Ж., Сабит Б.</i> Жоғары оқу орнында болашақ мұғалімдерді объектілі-бағдарлы жобалау негізінде кәсіби дайындау моделі.....	146
<i>Исаева Г.Б., Бейсенова А.М.</i> Виртуалды машина және виртуалды машина ерекшеліктері мен виртуалдану деңгейлері жайлы жалпы мәселелер.....	153
<i>Сарсенбаев Х.А., Хамзина Б.С., Колдасова Г.А., Исаева Г.Б.</i> Көлденең ұңғымалардың өнімдік қабатын тиімді ашу үшін биополимерлі бұрғылау ерітіндісін қолдану.....	161
<b>Ғалымды еске алу</b>	
Э.Г. Боос.....	166

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Джумабаев Д.С., Жармагамбетов А.С.</i> Численный метод решения линейной краевой задачи для интегро-дифференциального уравнения Фредгольма.....	5
<i>Асанова А.Т., Иманчиев А.Е., Кадирбаева Ж.М.</i> Об однозначной разрешимости многоточечной задачи для системы нагруженных дифференциальных уравнений .....	12
<i>Дауылбаев М. К., Джумабаев Д. С., Атахан Н.</i> Асимптотическое представление сингулярно возмущенных краевых задач для интегро-дифференциальных уравнений.....	18
<i>Аскарова А.С., Болегенова С.А., Болегенова С.А., Максимов В.Ю., Оспанова Ш.С.</i> Исследование аэродинамики и теплообмена в топочных камерах котлов ПК-39 и БКЗ-160 .....	27
<i>Абишев М.Е., Токтарбай С., Абылаева А.Ж., Талхат А.З., Белисарова Ф.Б.</i> Устойчивость орбиты вращательного движения пробного тела в поле двух массивных вращающихся тел.....	39
<i>Акжигитова Э.М., Курмангалиева В.О., Арбузов А.Б.</i> Описание радиоационного распада мюона в модельно – независимом подходе .....	54
<i>Аскарова А.С., Болегенова С.А., Болегенова С.А., Максимов В.Ю., Шортанбаева Ж.К.</i> Численное моделирование процессов сжигания пылеугольного топлива в топочной камере котла ПК 39.....	58
<i>Абишев М., Мальбаев А., Кеведо Э.</i> Геометротермодинамика идеального газа.....	64
<i>Шинибаев М.Д., Беков А.А., Рахимжанов Б.Н., Моминов С.Б., Садыбек А.Ж., Даиырбеков С.С., Жолдасов С.А.</i> Возмущенная орбита кругового типа во второй задаче Хилла.....	69
<i>Аскарова А.С., Болегенова С.А., Болегенова С.А., Максимов В.Ю., Максутханова А.М., Турбекова А.Г., Бейсенов Х.И.</i> Вычислительный эксперимент по исследованию горения термохимически-газифицированного угля в топочной камере котла БКЗ-160.....	75
<i>Салгараева Г.И., Базарбаева А.</i> Система Steam в образовании и робототехника.....	81
<i>Ақылбаев М.И., Пархатова С., Шалданбаев А.Ш.</i> О совместно полных операторах Штурма-Лиувилля.....	87
<i>Шинибаев М.Д., Даирбеков С.С., Жолдасов С.А., Алиаскаров Д.А., Мырзакасова Г.Е., Садыбек А.Ж.</i> Возмущения спутника земли от светового давления в элементах Делоне.....	99
<i>Кабылбеков К.А., Аширбаев Х.А., Абекова Ж.А., Омашова Г.Ш., Кыдырбекова Ж.Б., Джумагалиева А.И.</i> Организация выполнения компьютерной лабораторной работы по исследованию явления биения.....	104
<i>Кожамкулова Ж.Ж., Аманкелдикызы Н., Кабаева Д.А.</i> Информационные технологии, используемые при подготовке будущих педагогов, и их развитие.....	110
<i>Кошанов Б.Д., Адильбеков Е.Н., Дуйсен Е.</i> Размерность пространства решений задачи Дирихле для уравнений Пуассона и бигармонического уравнения в неограниченной области-I.....	116
<i>Кошанов Б.Д., Адильбеков Е.Н., Дуйсен Е.</i> Размерность пространства решений задачи Дирихле для уравнений Пуассона и бигармонического уравнения в неограниченной области- II.....	126
<i>Сапрыгина М.Б.<sup>1</sup>, Акылбаев М.И., Шалданбаев А.Ш.</i> Обратная периодическая задача оператора Штурма-Лиувилля.....	132
<i>Койшиева Т.К., Кожамкулова Ж.Ж., Сабит Б.</i> Профессиональная подготовка будущих преподавателей в высших учебных заведениях на основе объектно-ориентированного проектирования .....	146
<i>Исаева Г.Б., Бейсенова А.М.</i> Виртуальные машины, преимущества виртуальных машин и уровни виртуализации...153	
<i>Сарсенбаев Х.А., Хамзина Б.С., Колдасова Г.А., Исаева Г.Б.</i> Применение биополимерных буровых растворов для эффективного вскрытия продуктивных горизонтов горизонтальных скважин.....	161
<b>Памяти ученого</b>	
Краткий очерк научной и общественной деятельности академика Национальной академии наук Республики Казахстан Э.Г.Бооса.....	166

## CONTENTS

<i>Dzhumabaev D.S., Zharmagambetov A.S.</i> Numerical method for solving a linear boundary value problem for fredholm integro-differential equations.....	5
<i>Assanova A.T., Imanchiev A.E., Kadirbayeva Zh.M.</i> On the unique solvability of a multi-point problem for system of the loaded differential equations hyperbolic type .....	12
<i>Dauylbayev M. K., Dzhumabaev D. S., Atakhan N.</i> Asymptotical representation of singularly perturbed boundary value problems for integro-differential equations .....	18
<i>Askarova A.S., Bolegenova S.A., Bolegenova S.A., Maximov V.Yu., Ospanova Sh.S.</i> Investigation of aerodynamics and heat and mass transfer in the combustion chambers of the boilers PK-39 and BKZ-160.....	27
<i>Abishev M.E., Toktarbay S., Abylayeva A.Zh., Talkhat A.Z., Belissarova F.B.</i> The orbital stability of the motion of a test particle in a field of two massive rotating bodies.....	39
<i>Akzhigitova E.M., Kurmangalieva V.O., Arbuzov A.B.</i> Description of radiative muon decay using model-independent approach.....	54
<i>Askarova A.S., Bolegenova S.A., Bolegenova S.A., Maximov V.Yu., Shortanbaeva Zh.K.</i> Numerical modeling of burning pulverized coal in the combustion chamber of the boiler PK 39.....	58
<i>Abishev M., Malybayev A., Quevedo H.</i> Geometrothermodynamics of the ideal gas .....	64
<i>Shinibaev M.D., Bekov A.A., Rahimganov B.N., Mominov S.B., Sadybek A.G., Dairbekov S.S., Zholdasov S.A.</i> Perturbed orbit of a circular type for the Hill second task .....	69
<i>Askarova A.S., Bolegenova S.A., Bolegenova S.A., Maximov V.Yu., Maxutkhanova A.M., Turbekova A.G., Beisenov Kh.I.</i> A Computational experiment for studying the combustion of thermochemically-gasified coal in the combustion chamber of the boiler BKZ-160.....	75
<i>Salgarayeva G.I., Bazarbayeva A.</i> Steam system in education and robotics.....	81
<i>Akylbayev M. I., Parkhatova S., Shaldanbayev A.Sh.</i> On jointly completeness of Sturm-Liouville operators.....	87
<i>Shinibaev M.D., Dairbekov S.S., Zholdasov S.A., Aliaskarov D.A., Myrzakasova G.E., Sadybek A.G.</i> Perturbations satellites from the light pressure in the delaunay elements.....	99
<i>Kabyrbekov K.A., Ashirbaev H. A., Abekova Zh. A., Omashova G.Sh., Kydyrbekova Zh. B., Dzhumagalieva A.I.</i> The organization of performance of computer laboratory operation on examination of the phenomenon of palpation.....	104
<i>Kozhamkulova Zh.Zh., Amankeldikyzy N., Kabaeva D.A.</i> Information technology used in the preparation of future teachers and their development.....	110
<i>Koshanov B.D., Adilbekov E.N., Duysen E.</i> The dimension of the space solutions of the dirichlet problem for the Poisson and biharmonic equations in unbounded Domains – I.....	116
<i>Koshanov B.D., Adilbekov E.N., Duysen E.</i> The dimension of the space solutions of the Dirichlet problem for the Poisson and biharmonic equations in unbounded domains – II.....	126
<i>Saprigina M.B., Akylbayev M. I., Shaldanbayev A.Sh.</i> The inverse periodic problem of the Sturm-Liouville operator.....	132
<i>Koyschieva T.K., Kozhamkulova Zh.Zh., Sabit B.</i> Training in higher education for future teachers on the basis of object-oriented design.....	146
<i>Issayeva G.B., Beisenova A.M.</i> The virtual machines, advantages of the virtual machines and virtualization levels.....	153
<i>Sarsenbayev Kh.A., Khamzina B.S., Koldassova G.A., Issayeva G.B.</i> Application of biopolymer drilling fluid for effective opening productive horizons horizontal wells.....	161
<b>The memory of the scientist</b>	
E. G. Boos .....	166

**Publication Ethics and Publication Malpractice  
in the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan**

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the described work has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct ([http://publicationethics.org/files/u2/New\\_Code.pdf](http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf)). To verify originality, your article may be checked by the Cross Check originality detection service <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайтах:

[www.nauka-nanrk.kz](http://www.nauka-nanrk.kz)

<http://www.physics-mathematics.kz>

**ISSN 2518-1726 (Online), ISSN 1991-346X (Print)**

Редакторы *М. С. Ахметова, Д. С. Аленов, Т. А. Апендиев*  
Верстка на компьютере *А. М. Кульгинбаевой*

Подписано в печать 10.04.2017.  
Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.  
11,4 п.л. Тираж 300. Заказ 2.