

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**

1 (311)

**ҚАҢТАР – АҚПАН 2017 ж.
ЯНВАРЬ – ФЕВРАЛЬ 2017 г.
JANUARY – FEBRUARY 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 / 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:

Джумадильдаев 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 / 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/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 1, Number 311 (2017), 91–98

UDC: 535.34

**Y.A. Ryabikin, B.A. Rakymetov, B.A. Baytimbetova, T. Aytmukan,
V.V. Klimenov, D.A. Muratov, A.U. Mereke, A.U. Umirzakov**

LLP "Physical-Technical Institute", Almaty
yuar-39@mail.tu

IDENTIFICATION OF CAPABILITIES OF THE EPR METHOD IN STUDYING POROUS NICKEL ANODES BASED ON DEFINITION OF PARAMAGNETIC CHARACTERISTICS OF CARBON FILMS

Abstract. In order to create a power supply based on the use as the porous nickel anode it was investigated the possibility of studying the electron paramagnetic resonance (EPR). To this end, the EPR spectra of thin carbon films on various substrates were investigated. Measuring by EPR was carried out on the spectrometer of the JOEL company. The spectrometer operates in 3-centimeter wavelength range. The maximum sensitivity of the spectrometer was 5×10^9 spin / sample at 100 kHz modulation of the magnetic field. As a reference sample it was used Mn^{+2} ions in MgO. Spectra measurement of samples was conducted in air at room temperature. Samples for measurement were placed in an ampoules made of special glass, not giving the EPR signal. The article presents the results of the study of thin carbon films by EPR method. The carbon films were deposited on various substrates: glass, quartz, silicon, aluminum, nickel, etc. Analysis of the EPR line of the thin carbon film showed that it is composed of: graphene, carbon nanotubes and graphite. Changing the parameters of the EPR spectrum of graphite on its rotation angle relative to the rotational direction of the magnetic field indicates that the graphite film is in the crystalline state. However, the EPR signal was unable to detect the carbon film deposited on a nickel substrate. This is due to the strong signal from a ferromagnetic nickel substrate. It is further assumed to hold similar EPR measurements of the carbon film deposited directly on the porous nickel anode.

Keywords: carbon film, sample, electron paramagnetic resonance, carbonation, spectrum, graphene, graphite, nickel substrate.

УДК: 535.34

**Ю.А. Рябикин, Б.А. Рақыметов, Б. А. Байтимбетова, Т. Айтмукан,
В.В. Клименов, Д.А. Муратов, А.У. Мереке, А.У. Умирзаков**

ТОО «Физико-технический институт», Алматы

ВЫЯСНЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДА ЭПР ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ПОРИСТОГО НИКЕЛЕВОГО АНОДА НА ОСНОВЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМАГНИТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК УГЛЕРОДНЫХ ПЛЕНОК

Аннотация. В целях создания источника тока на основе использования в качестве анода пористого никеля была исследована возможность его изучения методом электронного парамагнитного резонанса (ЭПР). С этой целью были изучены спектры ЭПР тонких углеродных пленок на различных подложках. Измерения методом ЭПР проводились на японском спектрометре фирмы JOEL. Спектрометр работает в 3-х сантиметровом диапазоне длин волн. Максимальная чувствительность спектрометра составляла $5 \cdot 10^9$

спин/образец при 100 кГц модуляций магнитного поля. В качестве реперного образца использовались ионы Mn^{2+} в MgO . Измерения спектров образцов проводились в атмосфере воздуха при комнатной температуре. Образцы для измерений помещались в ампулу из специального стекла, не дающего сигнала ЭПР. В статью представлены результаты исследования тонких углеродных пленок методом ЭПР. Углеродные пленки наносились на различные подложки: стекло, кварц, кремний, алюминий, никель и др. Анализ линии ЭПР тонкой углеродной пленки показал, что в ее состав входят графен, углеродные нанотрубки и графит. Изменение параметров спектра ЭПР графита от угла вращения образца относительно направления магнитного поля говорит о том, что графит находится в пленке в поликристаллическом состоянии. Но сигнал ЭПР не удалось обнаружить в углеродной пленке, нанесенной на никелевую подложку. Это может быть обусловлено сильным ферромагнитным сигналом от никелевой подложки. В дальнейшем предполагается проведение аналогичных измерений ЭПР на углеродной пленке, нанесенной непосредственно на пористый никелевый анод.

Ключевые слова: углеродистая пленка, образец, электронный парамагнитный резонанс, карбонизация, спектр, графен, графит, никелевая подложка.

Было проведено несколько экспериментов по изучению методом ЭПР тонких углеродных пленок, нанесенных на различные подложки. Они показали большую информативность этого метода в изучении парамагнитных характеристик используемых образцов. Проведение этих измерений обусловлены необходимостью оценки возможности метода ЭПР для изучения пористого никелевого анода. Кроме того, изучение парамагнитных характеристик углеродистых соединений само по себе представляет большой научный интерес.

Ранее было показано [1-4], что в случае многостеночных нанотрубок (MWNT) эффективным методом контроля содержания нанотрубок в образце является ЭПР-спектроскопия.

Измерения проводились при комнатной температуре в атмосфере воздуха на спектрометре ЭПР японском фирмы JOEL, работающем в 3-х см диапазоне длин волн. Максимальная чувствительность спектрометра составляла $5 \cdot 10^9$ спин/образец при 100 кГц модуляции магнитного поля.

В качестве реперного образца использовались ионы Mn^{2+} в MgO . Сигналы от образцов с g-фактором ~ 2 записываются между 3-й и 4-й компонентами шестилинейчатого спектра от Mn^{2+} . Образец размером 3x5 мм помещался в ампулу из специального стекла, не дающего сигнала ЭПР. При выполнении резонансных условий путем изменения магнитного поля в определенных пределах появлялся сигнал ЭПР, который детектировался и подавался для распечатки спектра на принтер.

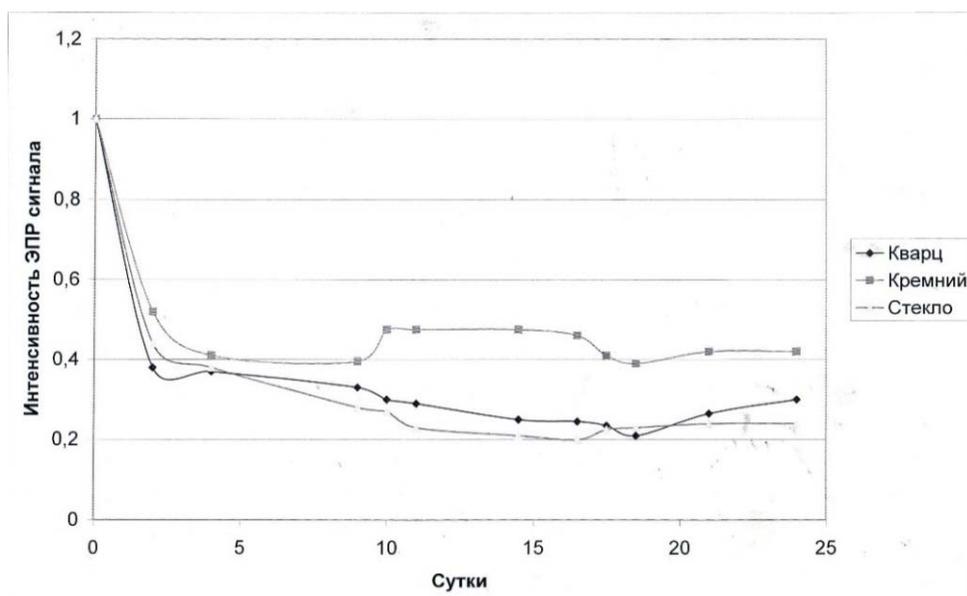


Рисунок 1 - Изменение интенсивности сигнала ЭПР тонкой углеродной пленки от времени после ее нанесения

Здесь приведены некоторые результаты изучения углеродных пленок методом электронного парамагнитного резонанса (ЭПР). При изучении поведения интенсивности сигнала ЭПР от времени после напыления плёнки установлено, что имеет место изменение ее величины. (рис. 1). Менее чем за двое суток после нанесения пленки на кварц, стекло и кремний ее ЭПР интенсивность упала более чем в 2 раза. Затем до 8 суток она практически не изменялась. А от 8 суток до 18 суток наблюдается медленное ее уменьшение для кварца и стекла, тогда как для кремния отмечается ее небольшое возрастание. После 18 суток для стекла и кварца отмечено небольшое возрастание интенсивности, а для кремния – падение. С 18 до 25 суток наблюдается стабилизация уровня интенсивности сигнала ЭПР.

Обычно углеродные пленки имеют довольно сложный структурный состав. В основном в него входят графены и графеноподобные образования, нанотрубки различных параметров, графиты разнообразной организации и их окислы.

Полученные результаты показали, что в зависимости от условий проведения эксперимента соотношения между составляющими углеродной плёнки могут заметно меняться.

Актуальность развития методов получения графена обусловлена его уникальными свойствами. Графен имеет высокую электро- и теплопроводность, прозрачность и механическую прочность, что делает его полезным материалом для использования во многих областях науки и технологий [1-3], включая квантовую электронику.

В работе используется методика получения графеновых структур, входящих в состав углеродных пленок, образующихся при магнетронном или ультразвуковом воздействии на возгоняемые пары ароматических углеводородов [4-7] и проведение исследования их парамагнитных свойств.

Из анализа ЭПР спектра образца установлено, что в углеродной пленке при напылении, помимо графена, образуются также углеродные нанотрубки ($g=2,0037$) и графиты.

Ширина линии ЭПР углеродной пленки на стекле в этом случае получается равной $\Delta H=16,4\text{Э}$. Скорее всего, ее уширение обусловлено диполь-дипольным взаимодействием между графенами и нанотрубками. Амплитуда сигнала от углеродной пленки, нанесенной на алюминий, в 3 раза меньше, чем на стекле, а ширина линии составляет 8,3 Э. На спектре наблюдаются изгибы, позволяющие выделить вклады в суммарную линию от графенов, нанотрубок и графитов. Их соотношение в пленке для данного случая равно 2:5,2:1,8.

В работе так же рассмотрена возможность определения парамагнитных характеристик пламени твердого топлива на основе измерения методом электронного парамагнитного резонанса (ЭПР) тонких углеродных пленок, получаемых из продуктов отбора из различных частей пламени.

Метод ЭПР широко используется для изучения разреженных пламен (3-5 мм рт.ст.) с использованием стандартных спектрометров ЭПР, работающих в 3-х сантиметровом диапазоне длин волн [1-4]. Небольшие размеры кварцевых трубок и кювет, используемых в этом диапазоне ЭПР-спектроскопии, несколько ограничивают его возможности из-за гибели активных центров на стенках кварцевых реакторов. Представляет интерес попытка использования спектрометров ЭПР, работающих на более низких частотах, с резонаторами больших размеров, что приводит к значительному увеличению размеров кварцевых реакторов и, соответственно, к уменьшению гибели на их стенках активных центров [9].

Тем не менее, впервые изучение практически при атмосферном давлении горячего пламени при его получении в резонаторе было проведено на 3-х сантиметровом спектрометре в кварцевой трубке, проходящей через резонатор. При этом методом ЭПР регистрировались атомы водорода [10].

Неоднородно уширенные линии спектра ЭПР, которыми являются линии ЭПР углеродных пленок, зачастую содержат большую и полезную информацию как об изучаемых парамагнитных центрах (ПЦ) как таковых, так и о структуре изучаемого объекта, в состав которого они входят. Рассмотрению природы неоднородно уширенных линий ЭПР и их анализу посвящен ряд работ

теоретического и экспериментального плана, например [1-3]. К сожалению, на основании использования этих работ не всегда удается получить полную и однозначную информацию о некоторых характеристиках парамагнитных центров, входящих в состав изучаемого объекта – значений их g -факторов и относительного их вклада в суммарный спектр ЭПР. К тому же эти методы требуют проведения дополнительных непростых экспериментов, связанных с насыщением спектра ЭПР микроволновой мощностью при различных ее уровнях. А обработка полученных результатов - чрезвычайно кропотливая работа, занимающая много времени.

Здесь предлагается простой и информативный метод анализа неоднородно уширенных линий ЭПР, уширение которых обусловлено сложением отдельных линий ЭПР изучаемого образца, имеющих различные значения интенсивности, величин g – факторов и ширин линии ЭПР. Он устраняет отмеченные недостатки, позволяя получить результат, заключающийся в том, что на основе рассмотрения проведенной линии, соединяющей максимум и минимум спектра ЭПР изучаемого образца, анализируются на ней точки перегиба, что позволяет определить количество компонент, составляющих спектр, соотношения их величин и значения их g – факторов.

Известно, что метод ЭПР широко используется при изучении углеродных систем, например, [8-18]. В данном случае рассмотрение проведено на примере неоднородно уширенной линии ЭПР тонкой углеродной пленки, нанесенной на стеклянную подложку. Вообще, плёнка может наноситься на различные подложки, в частности, на кварц, кремний, стекло и др. Тонкие углеродные пленки различной структуры находят самое широкое применение во многих областях науки и техники. Это обусловлено рядом их полезных свойств, таких как высокая твердость, диэлектрические характеристики, теплопроводность и др. Свойства тонких углеродных пленок в значительной степени определяются способом их получения. В рассматриваемом случае пленки получали на установке AX5200S–ECR фирмы Seku Technotron Corp., оснащенной микроволновым излучателем для возбуждения плазмы. При плазменном разложении смеси CH_4 и H_2 и осаждении углерода на различные подложки (стекло, кварц, кремний и др.) на них образуются углеродные пленки темноватого цвета. В нашем случае время осаждения углерода на подложку с образованием пленки было 2 часа при возбуждении плазмы в смеси $\text{CH}_4 + \text{H}_2 + \text{Ar}$ при давлении $3,8 \cdot 10^{-2}$ торр. Подводимая микроволновая мощность в камеру составляла 540 Вт, а отраженная – 84Вт, натекание CH_4 и H_2 было одинаковым и равным $20 \text{ см}^3/\text{мин}$. Измерения толщины пленки на микроскопе показали, что исходная пленка имеет толщину 1,2 мкм, а после отжига полученной углеродной пленки, например, до $800 \text{ }^\circ\text{C}$ ее толщина уменьшилась до 0.8 мкм. Отжиг образцов полученных углеродных пленок проводился на этой же установке в атмосфере различных газов, а также в вакууме с остаточным давлением $\sim 3 \cdot 10^{-6}$ торр.

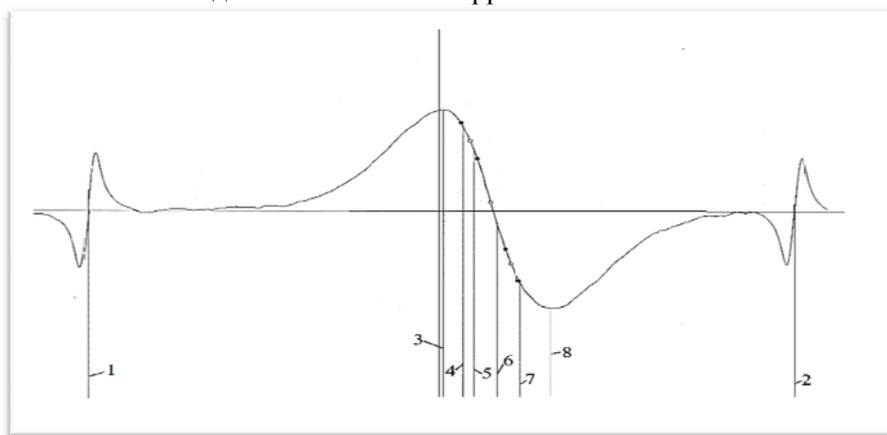


Рисунок 2 - Спектр ЭПР тонкой углеродной пленки на стекле при напылении в течение 2-х ч.

Где: 1) 331.446, $g=2.03256$, 2) 340.627, $g=1.98078$, 3) 336.321, $g=2.00612$, 4) 336.552, $g=2.00475$, 5) 336.687, $g=2.00394$, 6) 36.981, $g=2.00219$, 7) 337.260, $g=2.00054$, 8) 337.633, $g=1.99832$

Как уже упоминалось, в ЭПР–спектроскопии в качестве вторичного образца часто используются ионы двухвалентного марганца в решетке окиси магния (Mn^{2+} в MgO). Спектр ЭПР этого образца состоит из шести линий ЭПР, между 3-ей и 4-ой компонентами которого обычно записывается спектр изучаемого образца. Анализ третьей линии ЭПР, как и всех остальных линий спектра двухвалентного марганца, показывает, что на линии, соединяющей ее максимум и минимум, отсутствуют какие–либо изгибы (изломы). Эта линия идеально прямая.

Но другую картину можно наблюдать на подобной линии исследуемого образца. Так, в случае изучаемого нами образца тонкой углеродной пленки на поверхности стекла (кстати, аналогичная картина наблюдается и при использовании подложек из других материалов: кварц, кремний и т. д.) на этой прямой обнаружены три излома (смотри рисунок).

На рисунке приведен спектр ЭПР углеродной пленки, полученной при плазменном разложении смеси CH_4 и H_2 в Ag и осаждении образующегося при этом углерода на стекло. Темные точки на линии, соединяющей максимум и минимум этого спектра, соответствуют началу и концу каждого из трех участков, образующихся в результате изломов на этой линии. Светлые точки характеризуют середину каждого участка, т.е. средние значения их интенсивностей и величин их g -факторов. Таким образом, эти изломы делят эту линию на три части, каждая из которых характеризуется своим значением g -фактора и размером. Как это следует из рисунка, соотношение между величинами участков определяется как 2:5,2:1,8. Это свидетельствует о том, что получаемая тонкая углеродная пленка обусловлена тремя составляющими. В подписи к рисунку представлены величины магнитного поля и значения g -факторов, соответствующие выделенным точкам на спектре. Кроме того, значения магнитного поля и g -факторов под номером 1 и 2 соответствуют параметром 3-и 4 линии спектра марганца. Первый участок имеет $g=2.00420$, что характерно для спектра ЭПР графена и его соединений. Второй участок имеет $g=2.0031$. С таким g -фактором могут быть углеродные компоненты, обусловленные углеродными нанотрубками. Третья компонента углеродной пленки имеет g -фактор, равный $2.00118 \div 2.00164$ в зависимости от угла вращения образца в магнитном поле. Это свидетельствует о наличии в составе углеродных плёнок разных форм графита с некоторой степенью его кристалличности.

Аналогичная картина может наблюдаться на углеродных пленках, получаемых при их осаждении на подложку (кварц, кремний и др.) при отсосе из различных частей пламени продуктов горения твердого топлива с помощью капилляра. Не исключено, что в силу более сложной структуры пламени твердого топлива и спектры ЭПР будут иметь более богатый характер, чем в приведённом примере. Однако, это в принципе не помешает проведению зондирования пламени предлагаемой методикой, что позволит получить полезную информацию о структуре пламени твердого топлива.

Таким образом, предлагаемая методика анализа неоднородно уширенной линии ЭПР, рассмотренная на примере тонкой углеродной пленки, позволяет определить количество составляющих сложного спектра ЭПР, в частности спектра горячего пламени, их относительные значения интенсивностей и величины их g -факторов. Конечно, эту методику можно использовать и при анализе неоднородно уширенных линий ЭПР, соответствующих некоторым другим парамагнитным системам.

Методом ЭПР были исследованы еще некоторые системы полезные для использования их в квантовой электронике.

Известно [19-21], что нитрид кремния (Si_3N_4), являясь важной компонентой в современной кремниевой микроэлектронике, находит в ней широкое применение в качестве изолирующих и пассивирующих покрытий. В связи с этим исследование их различных физических свойств представляется весьма актуальным. Так, в работе [21] были детально исследованы его оптические свойства. Нам представляется полезным изучение его парамагнитных характеристик методом электронного парамагнитного резонанса (ЭПР). Были исследованы 3 серии образцов:

1. Образцы SiO₂/Si, имплантированные Zn энергией 150 Кэв и флюенсом 7,5*10¹⁶ см⁻², а также облученные Хе энергией 200 Мэв и флюенсом 2*10¹⁴ см⁻². (№6)

2. SiN_x/Si, облученные Хе энергией 200 Мэв и флюенсом 2*10¹⁴ см⁻². (№B23)

3. Si₃N₄/SiO₂/Si, облученные Хе энергией 200 Мэв и флюенсом 2*10¹⁴ см⁻². (№1)

Эти образцы исследовались в зависимости от ориентации плоскости образца относительно направления внешнего магнитного поля при 0°, 60°, 120°, 180°. Результаты измерений сведены в таблицу, представленную ниже.

В таблице I_c и I_c^H амплитуды сигнала ЭПР измеренного исследуемого образца и нормированного на 3-го линию спектра образца ионов Mn²⁺ в MgO₂ встроенного в резонатор для регистрации условий записи изучаемого образца, I_{Mn} – амплитуда сигнала от Mn²⁺, ΔH – ширина линии изучаемого образца в эрстедах, ΔH² ее квадрат, I_c^H·ΔH² интегральная интенсивность спектра, g-фактор спектра ЭПР изучаемого образца, далее вес образца в граммах, нормировочный коэффициент на 1 грамм и интегральная нормированная интенсивность на 1 грамм, получаемая умножением I_c^H·ΔH² на предыдущий коэффициент. Видно, что вращение образца мало влияет на интегральную его интенсивность. По нашему мнению, это связано с аморфной структурой исследуемого образца.

Таблица

№	I _c	I _{Mn}	K _{Mn}	I _c ^H	ΔH	ΔH ²	I _c ^H ΔH ²	g-factor	Вес (гр)	Коэф. нормирования на 1гр	Отн интенсив., нормир. на 1гр
6 (0°)	95	134	1	95	15.3	233.9	22221	2.00600	0,0123	81,3	180 656
6 (60°)	94	133	1.008	94.1	15.3	233.9	22010	2.00564			178 941
6 (120°)	93	132	1.015	94.4	15.3	233.9	22079	2.00581			179 502
6 (180°)	93	128	1.05	97.4	15.1	228.6	22256	2.00592			180 941
B23 (0°)	115	77	1	75	15.1	229.2	1719147	2.00526	0,0123	81,3	139 762
B23 (60°)	83	72	1.07	79	14.7	215.5	170247	2.00531			138 230
B23 (120°)	74	74	1.04	92.5	15.2	229.5	189350	2.00559			153 950
B23 (180°)	91	87	0.72	82.8	15.02	225.6	186797	2.00540			151 866
1 (0°)	83	87	1	83	15.8	248.9	206587	2.00436	0,0243	41,2	85 015
1 (60°)	87	95	0.92	80	15.6	243.4	194497	2.00447			80 092
1 (120°)	91	97	0.9	81.9	15.8	248.9	203849	2.00445			83 985
1 (180°)	89	95	0.92	81.8	15.7	246.0	202867	2.00442			83 582

Была также сделана попытка исследовать спектр ЭПР углеродной пленки на подложке из никеля. К сожалению, из-за сильного сигнала ферромагнитного резонанса(ФМР) от никеля обнаружить сигнал ЭПР от углеродной пленки на нем не удалось.

Таким образом, приведенные данные ЭПР измерений различных углеродистых систем показали перспективность их изучения методом ЭПР. К сожалению, изучение углеродной пленки, нанесенной на подложку из пластины никеля, оказалось невозможным из-за сильного ферромагнитного резонансного сигнала от никеля. Можно надеяться, что это поглощение в пористом никеле окажется слабее. К тому же, не исключено, что ФМР сигнал сам может дать полезную информацию о свойствах пористого никелевого анода в зависимости от условий его использования. Дальнейшие исследования покажут правомерность этого предположения.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Панфилов В.Н., Цветков Ю.Д., Воеводский В.В. Кинетика и катализ. 1960, Т. 1, № 2, С. 333.
- [2] Панфилов В. Н. Кинетика и катализ. 1962, Т. 3, В. 5, С. 643.
- [3] Карпинский Б. В., Мансуров З.А., Дубинин В.В., Рябикин Ю.А. и др. Тез. Докл. третьего Всесоюзного симп. по горению и взрыву. Ленинград, 1971.
- [4] Сагиндыков А.А., Мансуров З.А., Рябикин Ю.А., Ксандопуло Г.И. Сб. Ингибирование цепных и газовых реакций, Алма-Ата, 1971, С. 38
- [5] Байтимбетова Б.А., Верменичев Б. М., Рябикин Ю. А. Мансуров З. А. Горение и плазмохимия. 2013. Т11. №1. С76.

- [6] Байтимбетова Б.А., Рябикин Ю. А. Мансуров З. А. Докл. Нац. АН РК. 2015. №6. С 88.
- [7] Рябикин Ю. А., Байтимбетова Б.А. Мырзахметова А.А. XIII Международная научная конференция Физика твердого тела – 2016 Астана.
- [8] Карпинский Б.В., Мансуров З.А., Дубинин В.В., Рябикин Ю.А., и др. Горение и взрыв, Матер. 3–го Всесоюзного симп. М. Наука, 1972, С. 716
- [9] Рябикин Ю.А., Ксандопуло Г.И. Парамагнитный резонанс, Всесоюз. Юбил. Конф. Казань, 1969, ЭПР. Ч. 1, Казань, 1971, С. 297
- [10] Ю.А. Рябикин, Ю.М. Гершензон, В.В. Дубинин, З.А. Мансуров, и др. Изв. АН СССР, Сер. хим. 1972, № 2, С. 464.
- [11] Бротиковский О.И., Жидомиров Г.М., Казанский В.Б., Шелимов Б.Н. "Теор. Экспер. Хим.", 1971, Т. 7, В 2, С. 245.
- [12] Гринберг О.Я., Дубинский А.А., Лебедев Я.С. Докл. АН СССР, 1971, Т. 196, № 3, С. 627.
- [13] Basu S., Mclenyehlm K.A. J. Magn. Rez. 1983. №2, P. 335.
- [14] Королева Н.В. Физико–химические методы исследования углей и продуктов их переработки. М. Изд–во МХТИ, 1984. С 48.
- [15] Kosaka M., Ebbesen T.W., Hiura H., Tanigakia K. Chem. Phys. Let. 1995, V. 233, Issues 1–2, P. 47.
- [16] Рябикин Ю.А., Мансурова Р.М., Зашквара О.В. Вестник КазНУ, 2001, Сер. Хим, №3 (20), С.164.
- [17] Васильева Л.М., Шкляев А.Н., Ануфриенко В.С. Исследование бурых углей методом ЭПР, Пиролиз бурых углей. Новосибирск: Наука, 1973, С. 44.
- [18] Рябикин Ю.А., Каирбеков Ж.К., Зашквара О.В., Ешова Ж.Т. ХТТ, 2011, № 2, С. 53.
- [19] Шипатов Э. Т. Обратное рассеяние быстрых ионов. Теория, эксперимент, практика. Ростов: Издательство Ростовского университета, 1988, С. 160.
- [20] Гриценко В.А. Литовченко В.Г. Строение и электронная структура аморфных диэлектриков в кремниевых МДП-структурах, Новосибирск: Наука, 1993, С. 278.
- [21] Власукова Л.А., Комаров Ф.Ф., Пархоменко И.Н., Мильчанин О.В., Леонтьев А.В., Мудрый А.В., Тогамбаева А. К. Оптические свойства пленок нитрида кремния, полученных плазмохимическим осаждением из газовой фазы // Прикладная спектроскопия, 2013, Т.80, №1, С. 92

REFERENCES

- [1] Panfilov V.N., Tsvetkov Y.D., Provincial V.V. Kinetics and Catalysis. **1960**. Volume 1, number 2, pp 333. (in Russ.)
- [2] Panfilov V.N. Kinetics and Catalysis. **1962** Volume 3, V. 5, pp 643. (in Russ.)
- [3] Karpinski B.V., Mansurov Z.A, Dubinin V.V., Ryabikin Yu.A. et al. Proc. Dokl. Third All-Union Symp. on combustion and explosion. Leningrad **1971**. (in Russ.)
- [4] Sagindykov A., Mansurov ZA, Ryabikin Yu.A., Kсандopulo G.I. Coll. Inhibition of chain reactions and gas, Alma-Ata, **1971**, P. 38. (in Russ.)
- [5] Baytimbetova B.A., Vermenich B.M., Ryabikin Yu.A., Mansurov Z.A. Burning and plasma chemistry. **2013**. T11. №1. P76.
- [6] Baytimbetova B.A., Ryabikin Yu.A., Mansurov Z.A. Dokl. Nat. Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. **2015**. №6. P 88. (in Russ.)
- [7] Ryabikin Yu.A. Baytimbetova B.A., Myrzakhmetova A.A. XIII International Conference of Solid State Physics - 2016 Astana. (in Russ.)
- [8] Karpinski B.V., Mansurov Z.A., Dubinin V.V., Ryabikin Yu.A, et al. The combustion and explosion, Mater. 3rd All-Union Symp. M. Science, **1972**, pp 716. (in Russ.)
- [9] Ryabikin Yu.A., Kсандopulo G.I. Paramagnetic Resonance, All-Union. Anniversary. Conf. Kazan, 1969 EPR. Part 1, Kazan, 1971, pp 297. (in Russ.)
- [10] Ryabikin Yu.A., Gershenzon Y.M., Dubinin V.V., Mansurov Z.A. and others. Math. AN SSSR, Ser. Chem. **1972**, number 2, pp 464. (in Russ.)
- [11] Brotikovskiy O.I., Zhidomirov G.M., Kazansky V.B., Shelimov B.N. "Theory. Experiment. Chem." **1971**, Т. 7, №2, S. 245. (in Russ.)
- [12] Greenberg O.J., Dubinsky A.A., Lebedev, Y.S. Dokl. Academy of Sciences of USSR, **1971**, Т. 196, number 3, pp 627. (in Russ.)
- [13] Basu S., Mclenyehlm K.A. J. Magn. Rez. **1983**. №2, P. 335.
- [14] Koroleva N.V. Physical and chemical methods of research of coal and products. M. Publishing House MChTI, **1984**. With 48. (in Russ.)
- [15] Kosaka M., Ebbesen T.W., Hiura H., Tanigakia K. Chem. Phys. Let. **1995**, V. 233, Issues 1-2, P. 47.
- [16] Ryabikin Yu.A., Mansurov R.M., Zashkvara O.V. Bulletin of the KNU, **2001**, Ser. Chem, №3 (20), P.164. (in Russ.)
- [17] Vasilieva L.M., Shklyayev A.N., Anufrienko V.S. The study of brown coal by the EPR method, pyrolysis of brown coal. Novosibirsk: Nauka, **1973**, pp 44. (in Russ.)

[18]Ryabikin Yu.A., Kairbekov J.C., Zashkvara O.V., Eshova Z.T. ХТТ, **2011**, № 2, P. 53. (in Russ.)

[19]Chipatov E.T. inverse scattering of fast ions. Theory, experiment, practice. Rostov: Rostov University Publishing, **1988**, 160 P. (in Russ.)

[20]Gritsenko V.A., Litovchenko V.G. The structure and electronic structure of amorphous dielectrics in silicon MIS structures, Novosibirsk: Nauka, **1993**, 278 pp. (in Russ.)

[21]Vlasukova L.A., Komarov F.F., Parkhomenko I.N., Milchanin O.V., Leontyev A.V., Mudry A., Togambaeva A.K. Optical properties of silicon nitride films obtained plasma chemical vapor deposition // Applied spectroscopy, **2013**, T.80, №1, pp 92. (in Russ.)

ӘОЖ: 535.34

**Ю.А. Рябкин, Б.А. Рақыметов, Б.А. Байтимбетова, Т. Айтмукан,
В.В. Клименов, Д.А. Муратов, А.У. Мереке, А.У. Умирзаков**

ТОО «Физика-техникалық институт», Алматы қ., Қазақстан
E-mail: yuar-39@mail.ru

КӨМІРТЕКТІ ҚАБЫҚШАНЫҢ ПАРАМАГНИТТІ ҚАСИЕТІН АНЫҚТАУ НЕГІЗІНДЕ КЕУІКТІ НИКЕЛЬДІ АНОДТЫ ЗЕРТТЕУ ҮШІН ЭПР ӘДІСІНІҢ МҮМКІНДІГІ

Аннотация. Анод ретінде кеуікті никельді қолдану арқылы тоқ көзін тудыру мақсатында, электронды парамагнитті резонанс (ЭПР) әдісімен оны зерттеу мүмкіндігі қарастырылды. Осы мақсатта әртүрлі төсеніш үстіне жұқа көміртекті қабықшаның ЭПР спектрі зерттелді. ЭПР әдісімен зерттеу жапондық JOEL фирмасының спектрометрінде жүргізілді. Спектрометр 3 сантиметрлік толқын ұзындығында жұмыс істейді. Магниттік өрістің модуляциясы 100 кГц болғанда, спектрометрдің максималдық сезімталдығы $5 \cdot 10^9$ спин/үлгі. Бағыттаушы (сынамалы) үлгі ретінде MgO-де Mn^{2+} иондары қолданылды. Өлшеуге арналған үлгілер арнайы ЭПР сигналын бермейтін шыны ампулаға салынды. Мақала ЭПР әдісі бойынша көміртекті жұқа қабықшаны зерттеу жұмысының нәтижелері келтірілген. Көміртекті қабықшалар әртүрлі төсеніш үстіне қондырылды: шыны, кварц, кремний, алюминий, никель және басқада.

Үлгінің спектрін өлшеу ауа атмосферасында, бөлме температурасында іске асты. Жұқа көміртекті қабықшаның ЭПР сызығының сараптамасы, оның құрамында графен, көміртекті нано түтікше және графит барын көрсетті. Графит спектрі параметрінің бұрышқа қатысты өзгеруі, бұл графиттің жұқа қабықшада поликристалды түрінде кездесетінін көрсетеді. Бірақ никель төсенішінің үстіне орналасқан көміртекті қабықшаның ЭПР сигналы тіркелмеді. Бұл құбылыс никель төсенішінің қатты ферромагниттілігінің сигналының салдарынан болуы мүмкін. Келешекте осыған сәйкес өлшеулер кеуікті никельді анод үстіне орналасқан көміртекті қабықшаға жүргізілу жоспарлануда.

Түйін сөздер: көміртекті жұқа қабықшалар, үлгі, электронды парамагнитті резонанс, карбонизация, спектр, графен, графит, никельді төсеніш.

МАЗМҰНЫ

<i>Буртебаев Н., Керимкулов Ж.К., Алимов Д.К., Отарбаева А.М., Мухамеджанов Е.С., Джансейтов Д.М.</i> 18 МэВ энергиялы дейтрондардың ${}^6\text{Li}$ ядроларынан серпімді шашырауын зерттеу	5
<i>Жұмбаев Д.С., Темешева С.М.</i> Сызықсыз жүктелген дифференциалдық теңдеулер жүйесінің бүкіл өсте шектелген шешімін табу есебінің аппроксимациясы.....	13
<i>Исахов А. А., Даржанова А. Б.</i> Математикалық модельдеу әдісі арқылы қоршаған ортаға жылу электр станцияларының жұмысының әсерін бағалау.....	20
<i>Дроздов А.М., Жохов А.Л., Юнусов А.А., Юнусова А.А.</i> Космологиялық мәселелерді шешудің жуықтау салдары. (1-бөлім).....	27
<i>Дроздов А.М., Жохов А.Л., Юнусов А.А., Юнусова А.А.</i> Космологиялық мәселелерді шешудің жуықтау салдары. (2-бөлім)	36
<i>Дроздов А.М., Жохов А.Л., Юнусов А.А., Юнусова А.А.</i> Космологиялық мәселелерді шешудің жуықтау салдары (1-бөлім)	46
<i>Дроздов А.М., Жохов А.Л., Юнусов А.А., Юнусова А.А.</i> Космологиялық мәселелерді шешудің жуықтау салдары. (2-бөлім)	55
<i>Байжанов С.С., Култешов Б.Ш.</i> Эбден О-минималдық теориялардың модельдерін байытуда инварианттық қасиеттері.....	65
<i>Дүйсенбай А.Д., Такибаев Н.Ж., Курманғалиева В.О.</i> Исследование реакций взаимодействия изотопов Li и Be с нейтронами.....	72
<i>Қабылбеков К.А., Аширбаев Х.А., Абекова Ж.А., Омашова Г.Ш., Қыдырбекова Ж.Б., Джумағалиева А.И.</i> Нақты газ изотермаларын зерттеуге арналған компьютерлік зертханалық жұмысты орындауды ұйымдастыру	77
<i>Калмурзаев Б.С.</i> L_m^0 Жартыторының екі элементі ершов иерархиясының жиындар үйірінің Роджерс жартыторына енуінің бағалаулары жайлы.....	83
<i>Рябкин Ю.А., Рақыметов Б.А., Байтұмбетова Б.А., Айтмукан Т., Клименов В.В., Муратов Д.А., Мереке А.У., Умирзаков А.У.</i> Көміртекті қабықшаның парамагнитті қасиетін анықтау негізінде кеуікті никельді анодты зерттеу үшін ЭПР әдісінің мүмкіндігі.....	91
<i>Байтұмбетова Б.А., Рябкин Ю.А., Рахметов Б.А.</i> Графен құрылымдарын ультрадыбыс өрісінде графитті ароматикалық көмірсутектер жүйесінде әсер етіп алу және оларды ЭПР әдісімен зерттеу.....	99
<i>Буртебаев Н., Керимкулов Ж.К., Алимов Д.К., Отарбаева А.М., Мухамеджанов Е.С., Джансейтов Д.М.</i> 18 МэВ энергиялы дейтрондардың ${}^6\text{Li}$ ядроларынан серпімді шашырауын зерттеу.....	104
<i>Жұмбаев Д.С., Темешева С.М.</i> Сызықсыз жүктелген дифференциалдық теңдеулер жүйесінің бүкіл өсте шектелген шешімін табу есебінің аппроксимациясы.....	113
<i>Жаврин Ю.И., Косов В.Н., Молдабекова М.С., Асембаева М.К., Федоренко О.В., Мукамеденқызы В.</i> Ауамен араласатын кейбір табиғи газ қоспасы компоненттері коэффициенттерінің табы.....	120
<i>Шыныбаев М.Д., Даирбеков С.С., Жолдасов С.А., Алиасқаров Д.Р., Мырзақасова Г.Е., Шекербекова С.А., Садыбек А.Ж.</i> Екі жылжымайтын нүкте проблемасының жаңа нұсқасын үш дене есебінде қолдану.....	127
<i>Шалданбаев А.Ш., Ақылбаев М.И., Сапрунова М.Б.</i> Толқындардың үзік ішек бойымен таралуы туралы.....	137
<i>Жақып-тегі К. Б.</i> $k - \varepsilon$, 1es , рейнольдс және дәрежелі моделдер туралы.....	144
<i>Мазакова Б.М., Жақыпов А.Т., Абдикеримова Г.Б.</i> Көзі ашық мәліметтердің негізінде ғарыш аппараттарының орбитасын салу.....	159
<i>Сапрунова М.Б., Ақылбаев М.И., Шалданбаев А.Ш.</i> Желідегі ақпарларды қорғаудың бір тәсілі туралы.....	164
<i>Самагулова Л.А., Исаева Г.Б.</i> Программалауды оқытуда қолданылатын оқыту технологияларының ерекшеліктері	173
<i>Есқалиев М.Е.</i> Жүктелген элемент әсерінен болатын есепті жуықтап шешу үшін шекаралық элементтер әдісі....	180
<i>Миндетбаева А.А., Мусаханова М.А.</i> Информатика бойынша сыныптан тыс жұмыстарды жүргізуге арналған ақпараттық-бағдарламалық кешен құру.....	187

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Буртебаев Н., Керимкулов Ж.К., Алимов Д.К., Отарбаева А.М., Мухамеджанов Е.С., Джансейтов Д.М.</i> Изучение упругого рассеяния дейтронов на ядрах ${}^6\text{Li}$ при энергии 18 МэВ.....	5
<i>Джумабаев Д.С., Темешева С.М.</i> Аппроксимация задачи нахождения ограниченного решения системы нелинейных нагруженных дифференциальных уравнений.....	13
<i>Исахов А. А., Даржанова А. Б.</i> Оценка воздействия функционирования тепловой электростанции на окружающую среду методами математического моделирования.....	20
<i>Дроздов А.М., Жохов А.Л., Юнусов А.А., Юнусова А.А.</i> Решение космологической проблемы в приближениях (Часть-1).....	27
<i>Дроздов А.М., Жохов А.Л., Юнусов А.А., Юнусова А.А.</i> Решение космологической проблемы в приближениях (Часть-2).....	36
<i>Дроздов А.М., Жохов А.Л., Юнусов А.А., Юнусова А.А.</i> Решение космологической проблемы в приближениях (Часть-1).....	46
<i>Дроздов А.М., Жохов А.Л., Юнусов А.А., Юнусова А.А.</i> Решение космологической проблемы в приближениях (Часть-2).....	55
<i>Байжанов С.С., Кулпешов Б.Ш.</i> Инвариантные свойства при обогащениях моделей вполне О-минимальных теорий.....	65
<i>Дүйсенбай А.Д., Такибаев Н.Ж., Құрманғалиева В.О.</i> Li және Be изотоптарының нейтрондармен әрекеттесу реакцияларын зерттеу.....	72
<i>Кабылбеков К.А., Аширбаев Х.А., Абекова Ж.А., Омишова Г.Ш., Кыдырбекова Ж.Б., Джумагалиева А.И.</i> Организация выполнения компьютерной лабораторной работы по исследованию изотерм реального газа.....	77
<i>Калмурзаев Б.С.</i> Об оценках вложимости L_m^0 в полурешетку Роджерса двухэлементных семейств множеств иерархии Ершова.....	83
<i>Рябкин Ю.А., Рақыметов Б.А., Байтимбетова Б. А., Айтмукан Т., Клименов В.В., Муратов Д.А., Мереке А.У., Умирзаков А.У.</i> Выяснение возможности использования метода ЭПР для изучения пористого никелевого анода на основе определения парамагнитных характеристик углеродных пленок.....	91
<i>Байтимбетова Б.А., Рябкин Ю.А., Рахметов Б.А.</i> Получение графеновых структур в системе графит с ароматическими углеводородами при воздействии ультразвукового поля и изучение их методом ЭПР.....	99
<i>Буртебаев Н., Керимкулов Ж.К., Алимов Д.К., Отарбаева А.М., Мухамеджанов Е.С., Джансейтов Д.М.</i> Изучение упругого рассеяния дейтронов на ядрах ${}^6\text{Li}$ при энергии 18 МэВ.....	104
<i>Джумабаев Д.С., Темешева С.М.</i> Аппроксимация задачи нахождения ограниченного решения системы нелинейных нагруженных дифференциальных уравнений.....	113
<i>Жаврин Ю.И., Косов В.Н., Молдабекова М.С., Асембаева М.К., Федоренко О.В., Мукамеденкызы В.</i> Следовые коэффициенты компонентов некоторых природных газовых смесей, диффундирующих в воздух.....	120
<i>Шинибаев М.Д., Даирбеков С.С., Жолдасов С.А., Алиаскаров Д.Р., Мырзакасова Г.Е., Шекербекова С.А., Садыбек А.Ж.</i> Использование новой версии задачи двух неподвижных центров в задаче трех тел.....	127
<i>Шалданбаев А.Ш., Ақылбаев М.И., Сапрунова М.Б.</i> О распространении волн по разрывной струне.....	137
<i>Джакупов К.Б.</i> О $k - \varepsilon$, les , рейнольдс и степенных моделях.....	144
<i>Мазакова Б.М., Жакыпов А.Т., Абдикеримова Г.Б.</i> Построение орбиты космического аппарата на основе открытых исходных данных.....	159
<i>Сапрунова М.Б., Ақылбаев М.И., Шалданбаев А.Ш.</i> Об одном способе защиты передачи информации.....	164
<i>Смагулова Л.А., Исаева Г.Б.</i> Особенности технологий обучения, применяемых в обучении программирования.....	173
<i>Ескалиев М.Е.</i> Метод граничного элемента для приближенного решения задачи, вызванной действием нагруженного элемента.....	180
<i>Миндетбаева А.А., Мусаханова М.А.</i> Создание информационно-программного комплекса для проведения внеклассных работ по информатике.....	187

CONTENTS

<i>Burtebayev N., Kerimkulov Zh.K., Alimov D.K., Otarbayeva A.M., Mukhamejanov Y.S., Janseitov D.M.</i> Study of elastic scattering of deuterons from ${}^6\text{Li}$ AT energy 18 MeV.....	5
<i>Dzhumabaev D.S., Temesheva S.M.</i> Approximation of problem for finding the bounded solution to system of nonlinear loaded differential equations	13
<i>Issakhov A.A., Darzhanova A.B.</i> Assessing the impact of thermal power plants in the aquatic environment in reservoir-cooler.....	20
<i>Drozdov A.M., Zhokhov A.L., Yunusov A.A., Yunusova A.A.</i> Solution of the cosmological problem in the approximations. (Part-1).....	27
<i>Drozdov A.M., Zhokhov A.L., Yunusov A.A., Yunusova A.A.</i> Solution of the cosmological problem in the approximations. (Part-2)	36
<i>Drozdov A.M., Zhokhov A.L., Yunusov A.A., Yunusova A.A.</i> Solution of the cosmological problem in the approximations (Part-1)	46
<i>Drozdov A.M., Zhokhov A.L., Yunusov A.A., Yunusova A.A.</i> Solution of the cosmological problem in the approximations. (Part-2)	55
<i>Baizhanov S.S., Kulpeshov B.Sh.</i> Invariant properties at expanding models of quite O-minimal theories.....	65
<i>Duisenbay A.D., Takibayev N.ZH., Kurmangaliyeva V.O.</i> Research of the reactions of Li and Be isotopes with neutrons....	72
<i>Kabyrbekov K.A., Ashirbaev H. A., Abekova ZH. A., Omashova G.Sh., Kydyrbekova Zh. B., Dzhumagaliyeva A.I.</i> The organization of performance of computer laboratory operation on examination of isothermal curves real gaza.....	77
<i>Kalmurzayev B.S.</i> On assessments of embeddability L_m^0 in rogers semilattice of two-element families of sets in the Hierarchy of Ershov.....	83
<i>Ryabikin Y.A., Rakymetov B.A., Baytimbetova B.A., Aytmukan T., Klimenov V.V., Muratov D.A., Mereke A.U., Umirzakov A.U.</i> Identification of capabilities of the EPR method in studying porous nickel anodes based on definition of paramagnetic characteristics of carbon films.....	91
<i>Baytimbetova B.A., Ryabikin Yu.A., Rachmetov B.A.</i> Production of graphene structures in the graphite with an aromatic hydrocarbon on exposure to ultrasonic fields and investigation of their EPR.....	99
<i>Burtebayev N., Kerimkulov Zh.K., Alimov D.K., Otarbayeva A.M., Mukhamejanov Y.S., Janseitov D.M.</i> Study of elastic scattering of deuterons from ${}^6\text{Li}$ at energy 18 MeV.....	104
<i>Dzhumabaev D.S., Temesheva S.M.</i> Approximation of problem for finding the bounded solution to system of nonlinear loaded differential equations.....	113
<i>Zhavrin Yu.I., Kosov V.N., Moldabekova M.S., Asembaeva M.K., Fedorenko O.V., Mukamedenkyzy V.</i> Trace coefficients of components of some natural gaseous mixtures diffusing into the air.....	120
<i>Shinibaev M.D., Dairbekov S.S., Zholdasov S.A., Myrzakasova G.E., Aliaskarov D.R., Shekerbekova S.A., Sadybek A.G.</i> Use of the new version of the problem of two centers in the three-body problem.....	127
<i>Shaldanbayev A. Sh., Akylbayev M., Saprunova M.B.</i> About an advance of waves on an explosive string.....	137
<i>Jakupov K.B.</i> About $k-\varepsilon$, les, reynolds and power model.....	144
<i>Mazakova B.M., Zhakypov A.T., Abdikerimova G.B.</i> The spacecraft's orbit consecution based on open source data.....	159
<i>Saprunova M.B., Akylbayev M., Shaldanbayev A. Sh.</i> About one way of protection of information transfer.....	164
<i>Smagulova L.A., Issayeva G.B.</i> Features of the learning technologies used in teaching programming.....	173
<i>Yeskaliyev M.Ye.</i> Boundary element method for the approximate solution of the problem caused by the action of a loaded element.....	180
<i>Mindetbayeva A.A., Musahanova M.A.</i> Creation of the of a software complex for extracurricular activities on informatics.....	187

**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). 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.physics-mathematics.kz>

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

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

Подписано в печать 01.02.2017.
Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
11,4 п.л. Тираж 300. Заказ 1.

Национальная академия наук РК
050010, Алматы, ул. Шевченко, 28, т. 272-13-18, 272-13-19