

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:

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 / 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), 99 – 103

B.A. Baitimbetova¹, Yu.A. Ryabikin², B.A. Rachmetov²¹K.I. Satpayev Kazakh national research technical university, Almaty, Kazakhstan, 050013²LLP "Institute of Physics and Technology", Almaty, Kazakhstan, 050032
e-mail: bag06@mail.ru**PRODUCTION OF GRAPHENE STRUCTURES IN THE GRAPHITE
WITH AN AROMATIC HYDROCARBON ON EXPOSURE
TO ULTRASONIC FIELDS AND INVESTIGATION OF THEIR EPR**

Abstract. This paper proposes for production of graphene to use the exposure of ultrasound field on the organic reagents and pure graphite. As organic reagents there were used kerosene, hydrogen peroxide, benzene and toluene.

The paper presents experimental results of production of graphene in these systems, which is formed by a chemical reaction of these organic solvents with graphite. This leads to the destruction of the weak carbon bonds between the graphite planes. The results of this study indicate that the ultrasound field contributes to more efficient destruction of the van der Waals bonds.

The use of enumerated organic solvents in contrast to other methods using acid, alkali solution provides a more efficient way to production of graphene structures. The article presents results of the study of graphene structures by electron paramagnetic resonance spectroscopy, as well as discussion is given.

Keywords: graphene, aromatic hydrocarbons, ultrasonic method, EPR spectroscopy, paramagnetic centers.

УДК 539.216; 620.3

Б.А.Байтимбетова¹, Ю.А. Рябкин², Б.А. Рахметов²¹ Казахский национальный технический исследовательский университет им. К.И.Сатпаева, Алматы, 050013²Физико-технический институт, Алматы, 050032**ПОЛУЧЕНИЕ ГРАФЕНОВЫХ СТРУКТУР В СИСТЕМЕ ГРАФИТ
С АРОМАТИЧЕСКИМИ УГЛЕВОДОРОДАМИ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ
УЛЬТРАЗВУКОВОГО ПОЛЯ И ИЗУЧЕНИЕ ИХ МЕТОДОМ ЭПР**

Аннотация. В данной работе предлагается для получения графена использовать воздействие ультразвукового поля на органические реагенты и чистый графит. В качестве органических реагентов использовались керосин, перекись водорода, толуол и бензол.

В статье приводятся экспериментальные результаты получения графенов в рассматриваемых системах, который образуется при химическом взаимодействии этих органических растворителей с графитом. Это ведет к разрушению слабых углеродных связей между графитовыми плоскостями. Отметим, что ультразвуковое поле способствует более эффективному разрушению ван-дер-Ваальсовских связей.

Применение перечисленных органических растворителей в отличие от других методов, использующих кислоты, растворы щелочей обеспечивает более эффективный путь получения графеновых структур. В статье приведены результаты исследования графеновых структур методом спектроскопии электронного парамагнитного резонанса, а также дано их обсуждение.

Ключевые слова: графен, ароматические углеводороды, ультразвуковое поле, ЭПР, спектроскопия и парамагнитные центры.

Введение. Графен является перспективным материалом для нанотехнологий, способным в ряде случаев заменить углеродные нанотрубки, составляя таким образом конкуренцию кремнию [1-2]. Как механические, так и электрические свойства графеновых комплексов существенно зависят от особенностей их структуры на наноуровне, которые, в свою очередь, в значительной степени определяются способом получения этого материала. Графен также является перспективным материалом при создании высокоэффективных накопителей водорода, используемых в водородной энергетике [3].

Целью настоящей работы является получение графеновых структур путем воздействия органических растворителей: керосина, перекиси водорода, толуола и бензола на графитовые структуры для расслоения их плоскостей спайности с использованием ультразвукового поля для усиления эффекта расслоения.

Известно, что графен существенно отличается от обычных полупроводниковых материалов. Он представляет собой слой углерода толщиной всего в один атом с гексагональной кристаллической решеткой. Графен обладает рядом уникальных физико-механических свойств, которые делают его идеальным для обнаружения световых квантов. В частности, одним из важных преимуществ этого материала является то, что электроны движутся в нем гораздо быстрее [2], чем в других материалах. По сути, они ведут себя как безмассовые фермионы Дирака, перемещающиеся со скоростью равной $1/300$ скорости света. Подобное поведение электронов может быть использовано в целом ряде практических приложений. Кроме того, графен хорошо поглощает свет в очень широком диапазоне длин волн, включая видимую и инфракрасную области спектра.

Методика эксперимента. Предложен способ получения графеновых структур, который обеспечивает сохранность структуры монослоев исходного графита и исключает процессы их кислородного окисления [3]. В качестве растворителя была взята 3% перекись водорода, керосин, толуол и бензол как наиболее предпочтительные в процессе химического разрушения наиболее слабых связей между слоями в графитовых структурах. В тигельки загрузались порошкообразный графит высокой чистоты, которые заливались этими растворителями. Затем каждый из тигельков устанавливался с помощью сетчатого держателя в ультразвуковой ванне (Elmasonic 100H) (рис.1). Частота генератора облучения ультразвуком составляет 37кГц, мощность – 150Вт, объем ванны - 9,5л. Воздействие ультразвука на графит с органическими растворителями усиливает эффект расслоения графита. Облучение исходных образцов проводилось в течение 10 мин, 20 мин, 30 мин, 40 мин, 50 мин и 60 мин.

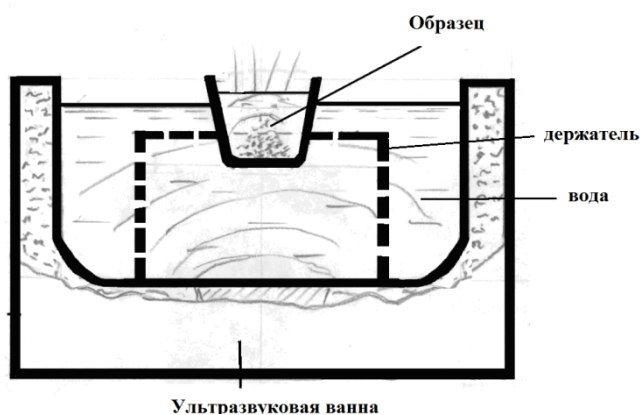


Рисунок 1 - Схема проведения эксперимента по получению графеновых структур

Измерение парамагнитных характеристик образцов проводилось методом ЭПР спектроскопии при комнатной температуре в атмосфере воздуха на спектрометре ЭПР 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 . Сигнал от образца записывался между 3-й и 4-й компонентой 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 ЭПР на принтер.

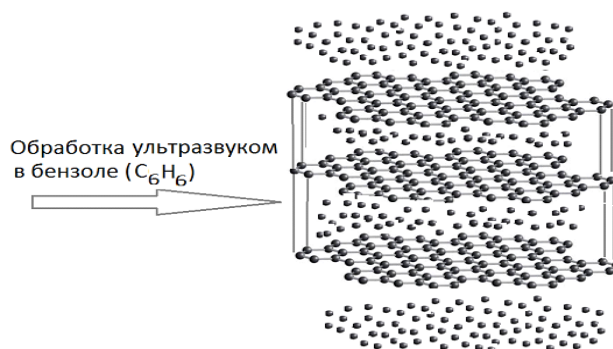


Рисунок 2 - Схема механизма расслоения графитовых плоскостей при воздействии ультразвуковым полем в органических растворителях

Результаты и обсуждение. Впервые проведены измерения образцов полученных в четырех растворителях толуол, перекись водорода, бензол и керосин. Результаты измерения ЭПР спектров указанных образцов представлены в таблице. Образцы обрабатывались по указанной методике в течение от 10 минут 60 минут.

Таблица - Экспериментальные ЭПР результаты изучения образцов толуола, H_2O_2 , бензола и керосина

№	Время обработки, мин	I_c	I_{Mn}	K_{Mn}	I_c^H	ΔH	ΔH^2	$I_c^H \Delta H^2$	g-фактор	Вес обр., г	Норм на 1 г	Норм интген.	Сокр зн I
Толуол													
1	10	139	31	1	139	148	21904	30446656		0,0061	163,93	499110458	50
2	20	159	27	1,148	182,6	150	22500	4108500	2,00248	0,0051	196,08	805594680	81
3	30	119	35	0,89	105,4	152	23100	24334740	2,00305	0,0064	156,25 185,19	3802303125 450889500	45
4	50	49	9	3,44	168,8	152,4	23165	3910252	2,00301	0102	98,04	383361106	38
5	60	140	33	0,94	131,5	148	21904	2880376	2,00271	1,0089	112,36	323639047	32
Бензол													
	10	152	25	1	152	15,37	236,3	35918	2,00268	0,0053	188,78	67777267	6,8
	20	82	51	2,04	167,3	15,37	236,3	39533	2,00219	0,0055	181,8	71870994	7,2
	30	144	47	1,88	270,7	15,74	247,7	67057	2,00410	0,0061	163,9	10992951	11
	50	141	23	0,92	129,7	15,37	236,3	30653	2,00083	0,0082	121,95	1738171	3,7
	60	158	11	0,44	69,5	16,10	259,3	18026,5	2,00355	0,0143	70	1261858	1,3
H_2O_2													
	10	150	49	1	150	161	25921	3888150	2,00283	1,0032	312,5	1213102800	12
	20	137	57	0,86	117,8	161	25921	305349,4	2,00293	0,0054	125,19	56547652	56
	30	141	29	1,69	238	157	2464,9	587265	2,00234	0,0066	151,52	88888652	89
	50	115	33	1,48	170,8	170	28900	4936120	2,00294	0,0080	125	617015000	
	60	143	43	1,14	160	160	25600	4172800	2,00416	0,0085	117,64	490888192	32
Керосин													
	10	139	25	1	139	12,1	146,1	20307,9	2,00247	0,0048	208,3	4230136	4,2
	20	154	18	0,72	110,9	16,47	271,3	30081,7	2,00396	0,0129	77,5	2331335	2,3
	30	147	65	2,6	382,2	15,37	236,3	90313,9	2,00296	0,0039	256,4	23156474	2,3
	50	125	44	1,76	220	15,77	236,9	52118	2,00254	0,0029	434,8	22660909	2,2
	60	180	30	1,2	156	15,56	242,7	37861	2,002	0,0027	115	435404	4,4

Изучение спектра ЭПР образца, проводилось в зависимости от угла между плоскостью подложки относительно направления магнитного поля путем вращения образца. Спектры последовательно снимались при фиксированных углах вращения: 0° , 30° , 60° и 90° . Было установлено, что ширина линии, амплитуда сигнала ЭПР и g-фактор линии меняется при этом незначительно. 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.

При изучении спектра ЭПР образцов было установлено, что он (рисунок 1) в основном состоит из одной довольно интенсивной линии с g-фактором равным $g=2,00414 \div 2,00416$. Такое значение g-фактора спектра ЭПР характерно для графена.

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

При изучении спектра ЭПР образца было установлено, что он (рисунок 1) в основном состоит из одной довольно интенсивной линии с g-фактором, равным $g=2,00414 \div 2,00416$. Такое значение g-фактора спектра ЭПР характерно для графена. При анализе линии ЭПР было установлено, что на прямой, соединяющей экстремумы спектра, имеется небольшой изгиб, обусловленный вкладом в суммарную линию линии с другим g-фактором. В зависимости от угла вращения g-фактор этой линии изменяется от 2,00214 до 2,00244. Такие величины g-фактора характерны для некоторых форм графита, а их зависимость от угла вращения свидетельствует о некоторой степени кристалличности графита, входящего в состав образца.

Спектры ЭПР бензола, перекись водорода и керосина имеют некоторые общие черты. Так, максимальная интенсивность сигнала ЭПР от образованного графена имеют место при 30 минутной обработке, тогда как для толуола максимум наблюдается при 20 минутах рис. 1.

Отметим, что ширина линии ЭПР образующего графена на 30 минут по величине отличаются незначительно, что может свидетельствовать об идентичных условиях и природы его образования.

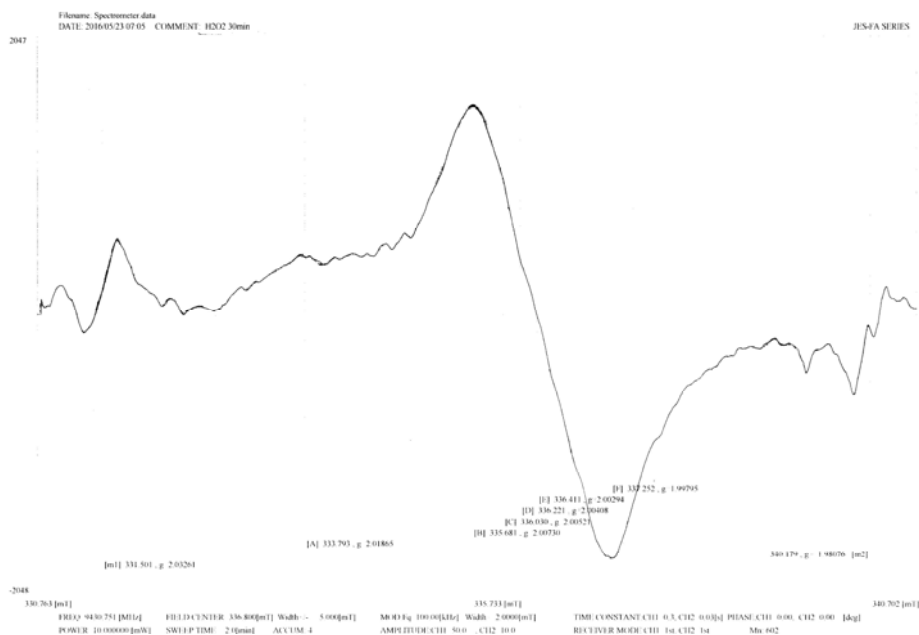


Рисунок 1 – Спектр ЭПР графеновых структур, полученных ультразвуковым методом.

Закключение

В работе рассмотрена новая методика получения графеновых структур при воздействии на графит с толуолом, бензолом, перекиси водорода и керосином ультразвукового поля.

Экспериментальные результаты, полученные методом ЭПР, показали увеличение концентрации графеновых структур от времени облучения образцов ультразвуковым полем в области 30 минут для бензола, перекиси водорода и керосина, а для толуола максимум наблюдался при 20 минут. Следует отметить, что данная методика получения графена имеет ряд преимуществ по сравнению с другими известными методами получения графена. К ним относится простота метода, экономия времени эксперимента, отсутствие окисления, и, соответственно, необходимость восстановления этих образцов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Geim A.K., Novoselov K.S. The rise of graphene. //Nature Materials. -2007. -V6 (3). -P. 183–191.
- [2] Ткачев С.В., Буслаева Е.Ю., Губин С.П. Графен – новый углеродный наноматериал //Неорганические материалы. -2011, -Том 47, -№ 1, С. 5–14
- [3] Андриевский Р.А. Водород в наноструктурах //Успехи физических наук, -2007. -№ Т177. -№7.-С.721-735
- [4] Байтимбетова Б.А., Рябкин Ю.А.² Исследование графеновых структур, образующегося при воздействии ультразвукового поля на графит. -2015, -Вест. КазНТУ. Сер. технические науки.-№2. –214-220.
- [5] Baitimbetova B.A., Vermenichev B. M., Ryabikin Yu. A., Mansurov Z. A., Abdikasova A. A.Study of graphene formed in the atmosphere of vapors of aromatic hydrocarbons Russian Physics Journal. -2015. -Vol. 58, -No.3, - P.394-398. -DOI 10.1007/s11182-015-0513-x.
- [6] Majchrzycki M.A. Augustyniak-Jabokow R. Strzelczyk M. Makowiak A. Magnetic centers in functionalized graphene // Acta physica polonica. -2015, -Vol. 127. - №. 2, pp. 540-542
- [7] S.S. Rao, A.Stesmans, Y.Wang, Y.Chen. Direct ESR evidence for magnetic behavior of graphite oxide //Physica E. - 2012, 1036–1039
- [8] Stefan Li., Magdalena W., Stanislaw K. Hoffmann M. Electron spin relaxation and quantum localization in carbon nanoparticle: Electron spin echo studies //Physical review B -2008,-pp.014304 -1-8
- [9] S. Garaj L., Thien-Nga R, Gaal L., Forro K., Takahashi F., Kokai M., Yudasak, Iijima S. Electronic properties of carbon nanohorns studied by ESR //Physical review B, -2008. -Vol. 62, -№24.-pp.17115-17119
- [10] Srinivasa Rao, Singamaneni, Andre Stesmans, Johan van Tol. D. V. Kosynkin, James M. Tour.Magnetic defects in chemically converted graphene nanoribbons: electron spin resonance investigation // AIP advances . -2014, -№4, -pp. 047104(11)

REFERENCES

- [1] Geim A.K., Novoselov K.S. The rise of graphene. //Nature Materials. 2007. V6 (3). P. 183–191.
- [2] Tkachev C.V., Buslaeva E.Yu., Gubin S.P. Graphene- novyi uglerodi nanomaterial //Neorganicheskie materialy, -2011, -Tom 47, № 1, -S. 5–14
- [3] Andrievskii R.A. Vodorod v nanostrukturach //Uspechi chimicheskikh nauk, 2007. № T177. №7. S.721-735
- [4] Baitimbetova B.A., Ryabikin Yu.A., Issledovanie graphenovykh structur , obrasuwuchichsya pri ultrasvukogo polya na graphite. -2015, -Vest. KazNTIU. Ser. Technic. nauki-№2. S.214-220.
Fullerene Structure // Applied Physics Letters . 1995. V.62, № 6. P. 657-659.
- [5] Baitimbetova B.A., Vermenichev B. M., Ryabikin Yu. A., Mansurov Z. A., Abdikasova A. A.Study of graphene formed in the atmosphere of vapors of aromatic hydrocarbons Russian Physics Journal. -2015. Vol. 58, No.3, P.394-398. DOI 10.1007/s11182-015-0513-x.
- [6] Majchrzycki M.A. Augustyniak-Jabokow R. Strzelczyk M. Makowiak A. Magnetic centers in functionalized graphene // Acta physica polonica. 2015, Vol. 127. №. 2, pp. 540-542
- [7] S.S. Rao, A.Stesmans, Y.Wang, Y.Chen. Direct ESR evidence for magnetic behavior of graphite oxide //Physica E. 2012, 1036–1039
- [8] Stefan Li., Magdalena W., Stanislaw K. Hoffmann M. Electron spin relaxation and quantum localization in carbon nanoparticle: Electron spin echo studies //Physical review B -2008, pp.014304 -1-8
- [9] S. Garaj L., Thien-Nga R, Gaal L., Forro K., Takahashi F., Kokai M., Yudasak, Iijima S. Electronic properties of carbon nanohorns studied by ESR //Physical review B. 2008. Vol. 62, №24. pp.17115-17119
- [10] Srinivasa Rao, Singamaneni, Andre Stesmans, Johan van Tol. D. V. Kosynkin, James M. Tour.Magnetic defects in chemically converted graphene nanoribbons: electron spin resonance investigation // AIP advances . 2014, №4, pp. 047104(11)

ӘОЖ: 539.216; 620.3

Б.А. Байтимбетова¹, Ю.А. Рябкин², Б.А. Рахметов²

¹ Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті, Алматы қ., Қазақстан

²Физика-техникалық институты, Алматы қ., Қазақстан

ГРАФЕН ҚҰРЫЛЫМДАРЫН УЛЬТРАДЫБЫС ӨРІСІНДЕ ГРАФИТТИ АРОМАТИКАЛЫҚ КӨМІРСУТЕКТЕР ЖҮЙЕСІНДЕ ӘСЕР ЕТПІ АЛУ ЖӘНЕ ОЛАРДЫ ЭПР ӘДІСІМЕН ЗЕРТТЕУ

Аннотация. Жұмыста графенді алу үшін органикалық реагенттер мен таза графитті қолданып графен алу тәсілі қарастырылған. Органикалық реагент ретінде керосин, сутек тотығы, толуол және бензол қолданылған. Осы қарастырылған жүйеде графитпен органикалық еріткіштермен химиялық әсер ету кезінде тәжірибе жүзінде алынған графенді алудың нәтижелері келтірілген. Бұл әдіс графит жазықтығындағы көміртегінің әлсіз байланыстарын бұзу үшін қолданылады. Ультрадыбыс өрісі ван-дер-Ваальс байланыстарын тиімді бұзуға ықпал етеді.

Жоғарыда қолданылған органикалық еріткіштердің қышқылдар, сілтілік еріткіштер сияқты еріткіштерге қарағанда ерекшелігі графен құрылымдарын тиімді жолмен алу болып табылады. Электронды парамагнитті резонанс спектроскопымен графен құрылымдарын зерттеудің нәтижелері мақалада келтірілген.

Түйін сөздер: графен, ароматикалық көмірсутектер, ультрадыбысты өріс, ЭПР спектроскопы және парамагниттік орталықтар.

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., Айтмұқан 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., Kurmangalieva 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>Baitimbetova 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.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. Күльгинбаевой*

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