

ISSN (Print) 2616-6836
ISSN (Online) 2663-1296

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің

ХАБАРШЫСЫ

BULLETIN

of L.N. Gumilyov Eurasian
National University

ВЕСТНИК

Евразийского национального
университета имени Л.Н. Гумилева

ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ сериясы

PHYSICS. ASTRONOMY Series

Серия **ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ**

№1(126)/2019

1995 жылдан бастап шығады

Founded in 1995

Издается с 1995 года

Жылына 4 рет шығады

Published 4 times a year

Выходит 4 раза в год

Астана, 2019
Astana, 2019

Бас редакторы
ф.-м.ғ. докторы
А.Қ. Арынгазин (Қазақстан)

Бас редактордың орынбасары

А.Т. Ақылбеков, ф.-м.ғ.д., профессор
(Қазақстан)

Редакция алқасы

Алдонгаров А.А.	PhD (Қазақстан)
Балапанов М.Х.	доктор ф.-м.ғ.д., проф. (Ресей)
Бахтизин Р.З.	доктор ф.-м.ғ.д., проф. (Ресей)
Гиниятова Ш.Г.	ф.-м.ғ.к. (Қазақстан)
Даулетбекова А.Қ.	ф.-м.ғ.к. (Қазақстан)
Ержанов Қ.К.	ф.-м.ғ.к., PhD (Қазақстан)
Жұмаділов Қ.Ш.	PhD (Қазақстан)
Здоровец М.	ф.-м.ғ.к. (Қазақстан)
Қадыржанов Қ.К.	доктор ф.-м.ғ.д., проф. (Қазақстан)
Кайнарбай А.Ж.	ф.-м.ғ.к. (Қазақстан)
Кутербеков Қ.А.	ф.-м.ғ.д., проф. (Қазақстан)
Лушик А.Ч.	доктор ф.-м.ғ.д., проф. (Эстония)
Морзабаев А.К.	ф.-м.ғ.к. (Қазақстан)
Мырзақұлов Р.Қ.	ф.-м.ғ.д., проф. (Қазақстан)
Нұрахметов Т.Н.	ф.-м.ғ.д., проф. (Қазақстан)
Сауытбеков С.С.	ф.-м.ғ.д., проф. (Қазақстан)
Тлеукенов С.К.	ф.-м.ғ.д., проф. (Қазақстан)
Усеинов А.Б.	PhD (Қазақстан)

Редакцияның мекенжайы: 010008, Қазақстан, Астана қ., Сатпаев к-сі, 2,349
б., Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті.
Тел.: +7(7172) 709-500 (ішкі 31-428)
E-mail: vest_phys@enu.kz

Жауапты хатшы, компьютерде беттеген: А. Нұрболат

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің хабаршысы.
ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ сериясы

Меншіктенуші: ҚР БжҒМ "Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті" ШЖҚ РМК
Мерзімділігі: жылына 4 рет.

Қазақстан Республикасының Ақпарат және коммуникациялар министрлігімен
тіркелген. 27.03.2018ж. №16999-ж тіркеу куәлігі.

Тиражы: 25 дана

Типографияның мекенжайы: 010008, Қазақстан, Астана қ., Қажымұқан к-сі, 12/1, 349 б., Л.Н.
Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті. Тел.: +7(7172)709-500 (ішкі 31-428)

Editor-in-Chief
Doctor of Phys.-Math. Sciences
A.K. Aryngazin (Kazakhstan)

Deputy Editor-in-Chief

A.T. Akilbekov, Doctor of Phys.-Math. Sciences,
Prof. (Kazakhstan)

Editorial board

Aldongarov A.A.	PhD (Kazakhstan)
Balapanov M.Kh.	Doctor of Phys.-Math. Sciences, Prof. (Russia)
Bakhtizin R.Z.	Doctor of Phys.-Math. Sciences, Prof. (Russia)
Dauletbekova A.K.	Candidate of Phys.-Math. Sciences, PhD (Kazakhstan)
Giniyatova Sh.G.	Candidate of Phys.-Math. Sciences (Kazakhstan)
Kadyrzhanov K.K.	Doctor of Phys.-Math. Sciences, Prof. (Kazakhstan)
Kainarbay A.Zh.	Candidate of Phys.-Math. Sciences (Kazakhstan)
Kuterbekov K.A.	Doctor of Phys.-Math. Sciences, Prof. (Kazakhstan)
Lushchik A.	Doctor of Phys.-Math. Sciences, Prof. (Estonia)
Morzabayev A.K.	Candidate of Phys.-Math. Sciences (Kazakhstan)
Myrzakulov R.K.	Doctor of Phys.-Math. Sciences, Prof. (Kazakhstan)
Nurakhmetov T.N.	Doctor of Phys.-Math. Sciences, Prof. (Kazakhstan)
Sautbekov S.S.	Doctor of Phys.-Math. Sciences, Prof. (Kazakhstan)
Tleukenov S.K.	Doctor of Phys.-Math. Sciences, Prof. (Kazakhstan)
Useinov A.B.	PhD (Kazakhstan)
Yerzhanov K.K.	Candidate of Phys.-Math. Sciences, PhD (Kazakhstan)
Zdorovets M.	Candidate of Phys.-Math. Sciences (Kazakhstan)
Zhumadilov K.Sh.	PhD (Kazakhstan)

Editorial address: L.N. Gumilyov Eurasian National University, 2, Satpayev str., of. 349, Astana,
Kazakhstan, 010008
Tel.: +7(7172) 709-500 (ext. 31-428)
E-mail: vest_phys@enu.kz

Responsible secretary, computer layout: A.Nurbolat

Bulletin of L.N. Gumilyov Eurasian National University.
PHYSICS. ASTRONOMY Series

Owner: Republican State Enterprise in the capacity of economic conduct "L.N. Gumilyov Eurasian National University" Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan

Periodicity: 4 times a year

Registered by the Ministry of Information and Communication of the Republic of Kazakhstan.

Registration certificate №16999-ж from 27.03.2018.

Circulation: 25 copies

Address of printing house: L.N. Gumilyov Eurasian National University, 12/1 Kazhimukan str., Astana, Kazakhstan 010008;

tel.: +7(7172) 709-500 (ext. 31-428)

Главный редактор
доктор ф.-м.н.
А.К. Арынгазин (Казахстан)

Зам. главного редактора

А.Т. Акилбеков, доктор ф.-м.н.
профессор (Казахстан)

Редакционная коллегия

Алдонгаров А.А.	PhD (Казахстан)
Балапанов М.Х.	ф.-м.н., проф. (Россия)
Бахтизин Р.З.	ф.-м.н., проф. (Россия)
Гиниятова Ш.Г.	кандидат ф.-м.н. (Казахстан)
Даулетбекова А.К.	кандидат ф.-м.н., PhD (Казахстан)
Ержанов К.К.	кандидат ф.-м.н., PhD (Казахстан)
Жумадилов К.Ш.	доктор PhD (Казахстан)
Здоровец М.	к.ф.-м.н. (Казахстан)
Кадыржанов К.К.	ф.-м.н., проф. (Казахстан)
Кайнарбай А.Ж.	кандидат ф.-м.н. (Казахстан)
Кутербеков К.А.	доктор ф.-м.н., проф. (Казахстан)
Лущик А.Ч.	ф.-м.н., проф. (Эстония)
Морзабаев А.К.	кандидат ф.-м.н. (Казахстан)
Мырзакулов Р.К.	доктор ф.-м.н., проф. (Казахстан)
Нурахметов Т.Н.	доктор ф.-м.н., проф. (Казахстан)
Сауытбеков С.С.	доктор ф.-м.н., проф. (Казахстан)
Тлеукенов С.К.	доктор ф.-м.н., проф. (Казахстан)
Усеинов А.Б.	PhD (Казахстан)

Адрес редакции: 010008, Казахстан, г. Астана, ул. Сатпаева, 2, каб. 349, Евразийский
национальный университет имени Л.Н. Гумилева.
Тел.: (7172) 709-500 (вн. 31-428)
E-mail: vest_phys@enu.kz

Ответственный секретарь, компьютерная верстка: А. Нурболат

Вестник Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева.
Серия ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ

Собственник РГП на ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева" МОН РК
Периодичность: 4 раза в год

Зарегистрирован Министерством информации и коммуникаций Республики Казахстан.

Регистрационное свидетельство №16999-ж от 27.03.2018г.

Тираж: 25 экземпляров

Адрес типографии: 010008, Казахстан, г. Астана, ул. Кажимукана, 12/1, Евразийский
национальный университет имени Л.Н. Гумилева. тел.: +7(7172)709-500 (вн. 31-428)

**Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІНІҢ
ХАБАРШЫСЫ. ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ сериясы**

№1(126)/2019

МАЗМҰНЫ

<i>Балахаева Р., Акылбеков А., Даулетбекова А., Козловский А., Баймуханов З., Гиниятова Ш., Усеинов А., Садуова Б., Карим К. SiO₂/Si тректі темплэйтте екі типті электролит негізінде CdTe нанокластерлерін қалыптастыру</i>	8
<i>Дукенов А.Б., Усеинов А.Б., Акылбеков А.Т., Даулетбекова А.К., Здоровец М.В., Ыбыраев Н.С., Оралбеков Н.Б. Таза және кобальтпен легирленген MgF₂-нің электрондық қасиеттерін Ab-initio есептеулері</i>	15
<i>Доломатов М.Ю., Шуткова С.А., Шарипов Т.И., Бахтизин Р.З., Ишниязов З.З., Нурахметов Т.Н., Салиходжа Ж.М. Мұнай асфальтені нанобөлшектерінің молекулалық және супрамолекулалық құрылымының ерекшеліктері</i>	23
<i>Кайнарбай А. Ж., Нурахметов Т.Н., Юсупбекова Б., Кайнарбаева А., Турмаханбетова А., Базарбаева.Г.Е., Абдраман Б. Биологиядан бастан күн энергетикасына шейін кең қолданыс табатын CdSe/CdS гетероқұрылымдардың алу әдістемесін жасау</i>	32
<i>Мадиярова А.Е., Разина О.В., Цыба П.Ю. f-эссенциялы Эйнштейн-Картан гравитация моделі</i>	38
<i>Ногай А.С., Кутербеков К.А., Бекмырза К.Ж., Нурахметов Т.Н., Кабышев А.М., Кумисбек А., Жеткенбай А., Айдарбеков Н., Сулейменов А. Жанармай жасушалары үшін кобальт халькогенидінің негізінде катализаторларды синтездеу және зерттеу</i>	48
<i>Нурахметов Т.Н., Бахтизин Р.З., Салиходжа Ж.М., Жунусбеков А.М., Кайнарбай А.Ж., Дауренбеков Д.Х., Садыкова Б.М., Жанылысов К.Б., Юсупбекова Б.Н. Сілтілі металл сульфаттарының зоналық құрылымы</i>	56
<i>Санг Мей Ли, Босунг Шин, А.Сейтжан, А.Мырзагалиева, Б.Медеубаева Брэгг торларына негізделген оптофлюидтық сенсорлар</i>	67
<i>Саттинова З.К. Құю қондырғысының сақиналы каналында бериллий тотығы термопласт шликерінің изотермиялық емес қату процесін модельдеу</i>	81
<i>Тлеукенов С.К., Балабеков К.Н., Жалгасбекова З.К. Ромбылық кристалдардағы топтық жылдамдық пен электромагниттік энергия ағыны</i>	90

**BULLETIN OF L.N. GUMILYOV EURASIAN NATIONAL UNIVERSITY. PHYSICS.
ASTRONOMY SERIES**

№1(126)/2019

CONTENTS

<i>Balakhayeva R., Akilbekov A., Dauletbekova A., Kozlovskii A., Baimukhanov Z., Giniyatova Sh., Usseinov A., Saduova B., Karim K.</i> Creation of CdTe nanoclusters in SiO ₂ /Si track templates using two types of electrolyte	8
<i>Dukenov A.B., Usseinov A.B., Akilbekov A.T., Dauletbekova A.K., Zdorovets M.V., Ybyraev N.S., Oralbekov N.B.</i> Ab-initio calculations of the electronic properties of pure and cobalt doped MgF ₂	15
<i>Dolomatov M.Yu., Shutkova S.A., Sharipov T.I., Bakhtizin R.Z., Ishniyazov Z.Z., Nurakhmetov T.N., Salikhodzha Z.M.</i> Band structure of alkali metal sulfates	23
<i>Kainarbai A.Zh., Nurakhmetov T.H., Usupbekova B., Kainarbaeva A., Turmakhanbetova A., Bazarbayeva G., Abdraman B.</i> Wide application areas from biology until solar cell heterojunction CdSe/CdS synthesis method	32
<i>Madiyarova A.E., Razina O.V., Tsyba P.Yu.</i> Einstein-Cartan gravity model with f-essence	38
<i>Nogai A.S., Kuterbekov K.A., Bekmyrza K.Zh., Nurakhmetov T.N., Kabyshev A.M., Kumisbek A., Zhetkenbay A., Aidarbekov N., Suleimenov A.</i> Synthesis and Investigation of Catalysts Based on Cobalt Chalcogenide for Fuel Cells	48
<i>Nurakhmetov T.N., Bakhtizin R.Z., Salikhodzha Z.M., Zhunusbekov A.M., Kainarbay A.Z., Daurenbekov D.H., Sadykova B.M., Zhangylysov K.B., Yussupbekova B.N.</i> Band structure of alkali metal sulfates	56
<i>Sang Mae Lee, Bosung Shin, A.Seitkan, A.Myrzagaliyeva, B.Medeubayeva</i> Optofluidic sensors based on bragg gratings	67
<i>Sattinova Z.K.</i> Simulation of the process of non-isothermal crystallization process of thermoplastic slurry BeO in the annular cavity of the casting plant	81
<i>Tleukenov S.K., Balabekov K.N., Zhalgasbekova Z.K.</i> Group velocity and flow of electromagnetic energy in rhombic crystals	90

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Балахаева Р., Акылбеков А., Даулетбекова А., Козловский А., Баймуханов З., Гиниятова Ш., Усеинов А., Садуова Б., Карим К.</i> Создание нанокластеров CdTe в трековых темплэйттах SiO ₂ /Si с использованием двух типов электролита	8
<i>Дукенов А.Б., Усеинов А.Б., Акылбеков А.Т., Даулетбекова А.К., Здоровец М.В., Ыбыраев Н.С., Оралбеков Н.Б.</i> Ab-initio расчеты электронных свойств чистого и легированного кобальтом MgF ₂	15
<i>Доломатов М.Ю., Шуткова С.А., Шарипов Т.И., Бахтизин Р.З., Ишниязов З.З., Нурахметов Т.Н., Салиходжа Ж.М.</i> Особенности молекулярной и надмолекулярной структуры наночастиц нефтяных асфальтенов	23
<i>Кайнарбай А. Ж., Нурахметов Т.Н., Юсупбекова Б., Кайнарбаева А., Турмаханбетова А., Базарбаева Г.Е., Абдраман Б.</i> Разработка методик получения гетероструктур CdSe/CdS широкого круга применения: от биологии до солнечной энергетики	32
<i>Мадиярова А.Е., Разина О.В., Цыба П.Ю.</i> Модель гравитации Эйнштейна-Картана с f-эссенцией	38
<i>Ногай А.С., Кутербекоев К.А., Бекмырза К.Ж., Нурахметов Т.Н., Кабышев А.М., Кумисбек А., Жеткенбай А., Айдарбеков Н., Сулейменов А.</i> Синтез и исследование катализаторов на основе халькогенида кобальта для топливных элементов	48
<i>Нурахметов Т.Н., Бахтизин Р.З., Салиходжа Ж.М., Жунусбеков А.М., Кайнарбай А.Ж., Дауренбеков Д.Х., Садыкова Б.М., Жанылысов К.Б., Юсупбекова Б.Н.</i> Зонная структура сульфатов щелочных металлов	57
<i>Санг Мей Ли, Босунг Шин, А.Сейтжан, А.Мырзагалиева, Б.Медеубаева</i> Оптофлюидные датчики на основе Брэгговских решеток	67
<i>Саттинова З.К.</i> Моделирование процесса неизотермического отверждения термопластичного шликера BeO в кольцевом канале установки литья	81
<i>Тлеуженов С.К., Балабеков К.Н., Жалгасбекова З.К.</i> Групповая скорость и поток электромагнитной энергии в ромбических кристаллах	90

М.Ю. Доломатов^{1,3}, С.А. Шуткова², Т.И. Шарипов¹, Р.З. Бахтизин¹,
З.З. Ишниязов¹, Т.Н. Нурахметов⁴, Ж.М. Салиходжа⁴

¹ *Башкирский государственный университет, Уфа, Россия*

² *Башкирский государственный аграрный университет, Уфа, Россия*

³ *Уфимский государственный нефтяной технический университет, Уфа, Россия*

⁴ *Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан*
(E-mail: salikhodzha – zhm@enu.kz)

Особенности молекулярной и надмолекулярной структуры наночастиц нефтяных асфальтенов

Аннотация: Исследована надмолекулярная структура кластеров, образованных из молекулярных наночастиц асфальтенов, с применением расчетных и экспериментальных методов. Изучены образцы асфальтенов из термообработанного остатка вакуумной перегонки нефти. Проведены квантово-химические расчеты наночастиц методами молекулярной механики и самосогласованного поля. Изучены нанокластеры, построенные по данным эксперимента и включающие от 2 до 10 молекулярных фрагментов. Установлена непланарность структуры наночастиц асфальтенов. Методами атомно-силовой микроскопии проведено исследование топографии поверхности и расчет структурных параметров молекул асфальтенов. Результаты свидетельствуют о дискообразных надмолекулярных структурах, построенных из ассоциатов молекул асфальтенов.

Ключевые слова: кластеры, наночастицы, нефтяные асфальтены, атомная силовая микроскопия, квантово-химические расчеты

DOI: <https://doi.org/10.32523/2616-68-36-2019-126-1-23-31>

Введение. В последнее время большое внимание уделяется работам, в которых в качестве материалов для электронных компонент используют природные органические вещества [1-4]. По различным данным [1-3] высокомолекулярные соединения нефти - асфальтены, содержатся в нефтях и продуктах ее переработки в количестве до (0,1-80% масс.). Так, в нефтяных дисперсных системах асфальтены находятся в виде надмолекулярных структур размерами от 1 до 1000 нм, кроме того имеются данные о принадлежности асфальтенов к широкополосным аморфным полупроводникам [5-9]. В последние годы появились работы, в которых исследована молекулярная, электронная и надмолекулярная структура асфальтенов и кластеров на их основе [10-14].

Как известно, асфальтены относятся к кислород- и азотсодержащим соединениям. Так, по данным [2-4] элементный анализ показал, что асфальтены содержат до 88% углерода, до 10% водорода и до 14% гетероатомов (кислорода, азота, серы). Кроме того, с применением спектроскопии ЯМР ¹³C и ИК установлено, что в макромолекулах асфальтенов содержатся ароматические ядра различного размера (от моно- до пентациклических и более) с преобладанием небольших ядер от 5 до 12 ядер. Гетероатомы содержатся во фрагментах макромолекул асфальтенов: атомы N встречаются в гетероароматических фрагментах пиридинного, пиррольного и порфинного характера [15]; атомы S — в форме сульфидных, тиольных групп и в составе тиофенных циклов; атомы O — в виде гидроксильных (фенольных, спиртовых), карбоксильных, эфирных, карбонильных групп и фурановых колец. На сегодняшний день приняты две модели агрегации асфальтенов – модели «континентального» типа и структуры типа «архипелаг» [16, 17]. Предполагается, что стопкообразные асфальтеновые наноагрегаты формируются из молекул «континентального» типа путем стэкинг-взаимодействия ароматических ядер [18-21]. В работе отмечается «отрицательный вклад» в стекинг насыщенных колец и боковых заместителей, которые ограничивают рост асфальтеновых агрегатов за счет отклонения от планарности, и стерического наложения боковых заместителей. Предполагается, что молекулы, участвующие в стекинге, изменяют

свою конформацию, при этом нарушение планарности ароматического ядра асфальтеновой молекулы способствует стабилизации агрегатов.

Несмотря на значительный объём исследований, вопрос о структуре кластеров из наночастиц асфальтенов остаётся открытым. В частности, неясным остаются вопросы организации молекулярных фрагментов в надмолекулярные структуры.

Целью данной части работы явилось исследование надмолекулярной структуры, образованной кластерами из молекулярных наночастиц асфальтенов «континентального» типа с применением расчетных и физических методов.

Объекты исследования и методы их исследования. Объектами исследования являлись асфальтены западно-сибирской нефти (ЗСН). Асфальтены образца остатков обезвоженной нефти выделяли осаждением *n*-гептаном из раствора толуола по методике Хайрудинова [22]. Среднечисловая молекулярная масса образца определялась методом криоскопии в нафталине массы (3196-3501 а.е.м.).

Структурно-групповой анализ асфальтенов остатков западно-сибирской нефти выполнен методом ИК-спектроскопии с Фурье-преобразованием на ИК-спектрофотометре Shimadzu IRAffinity-1S. Пробы асфальтенов для регистрации ИК-спектра подготавливали растиранием небольшого количества исследуемого вещества в агатовой ступке. Затем порошок, перемешанный с небольшим количеством горячего толуола, наносили на стеклянную пластину и высушивали ИК-лампой для удаления толуола.

Результаты исследования и их обсуждение. На основании ИК-спектра можно сделать заключение о наличии в структурах асфальтенов метильных и метиленовых групп, поскольку в спектре проявляются полосы поглощения, связанные с валентными и деформационными колебаниями связей C-H (2955, 2853 и 1458 см⁻¹). Наличие полосы 1607 см⁻¹ характерно для конденсированных ароматических структур. Интенсивные полосы поглощения при 806, 782, 765, 742 и 720 см⁻¹ соответствуют имеющимся в асфальтенах длинно-цепочным алкильным заместителям. Интенсивное поглощение в ИК-спектре при частотах 1697 и 1730 см⁻¹ является доказательством наличия в структурах асфальтенов карбонильных групп и сложных эфиров соответственно. Наличие полос поглощения при 1377 и 1260 см⁻¹ свидетельствует о наличии азотистых соединений в структурах нефтяных асфальтенов.

В соответствии с данными спектроскопии и химического анализа построен молекулярный фрагмент нефтяных асфальтенов (рис.1).

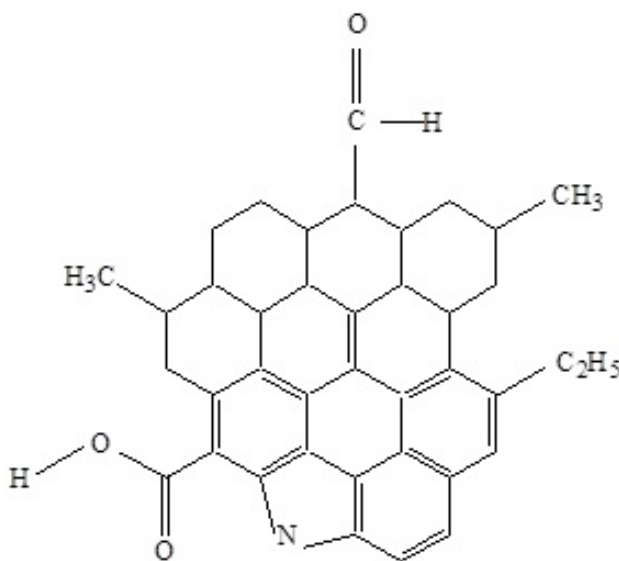


Рисунок 1 – Структура молекулярного фрагмента нанокластера нефтяных асфальтенов крекинг-остатка

Структура молекулярного фрагмента определяется отношением числа атомов в состоянии spn^2 -гибридизации к числу атомов, находящихся в состоянии spn^3 -гибридизации.

Значение отношения n_{sp^2}/n_{sp^3} молекулярного фрагмента наночастиц асфальтенов равно 0,46. Структура молекулярного фрагмента наночастиц асфальтенов содержит одно пиррольное, четыре ароматических и шесть нафтеновых колец. Структура молекулярного фрагмента наночастиц асфальтенов содержит три метильные цепочки заместителей, а также альдегидную и карбоксильную группы в арильном положении.

Молекулярная масса модельной молекулы наночастиц асфальтенов равна 567 а.е.м. Количество атомов углерода в модельной молекуле равно 39, водорода – 37, кислорода – 3, азота – 1. Отношение С/Н определялось по данным элементного анализа рентгенофлуоресцентным методом. Отношение (С/Н)мол молекулы наночастиц асфальтенов равно 12,6. Структуры нанокластеров построены из молекулярных фрагментов, количество которых увеличивается от двух до десяти. Молекулярные массы нанокластеров находятся в интервале от 1134 до 4536 а.е.м.

Исследование электронной и химической структуры молекулярных фрагментов асфальтенов проведено методом DFT/B3LYP с базисным набором $6-31+G^*$ с использованием программного пакета GAUSSIAN. Расчет нанокластеров асфальтенов, образованных молекулярными фрагментами был проведен методом молекулярной механики ММ+ с полной оптимизацией геометрии. Значения дипольных моментов находятся в интервале от 5,65 до 6,73 D.

Квантово-химические расчеты показывают, что нанокластеры, состоящие от 2 до 8 молекулярных фрагментов наночастиц асфальтенов представляют с собой непланарную систему, в которой прослеживается небольшой изгиб плоскости нафтеновых колец по отношению к ароматическим кольцам (рис.2). Нанокластеры обладают большим значением двугранного угла между нафтеновыми и ароматическими кольцами, а также поворотом плоскостей молекулярных фрагментов наночастиц асфальтенов по отношению к другим фрагментам в форме «веера». При этом метильные группы, замещающие водород в ароматических кольцах по периферии, существенно непланарны плоскости нафтоароматических колец. Двугранный угол между виртуальными плоскостями алкильных колец и плоскости кольца находится в интервале от 108° до 158° , что несколько отличается от тетраэдрической структуры, характерной для sp^3 -гибридизации.

Таблица 1 – Структурные характеристики нанокластеров нефтяных асфальтенов

Количество молекул в пачке	Молекулярный фрагмент наночастиц асфальтенов		
	Высота H, нм	Ширина d, нм	Угол α , град
2	6,27	12,89	10
3	10,38	13,58	15
4	15,52	14,48	30
5	19,85	14,94	38
6	21,62	14,12	40
7	28,63	15,89	55
8	32,94	14,62	60

Непланарность структуры свидетельствует о том, что плотная упаковка большого числа нафтоароматических алкилзамещенных слоев асфальтенов в упорядоченные кристаллические наночастицы нарушается с увеличением числа нафтоароматических плоскостей, структура разрыхляется и становится более аморфной. Расстояние h между виртуальными плоскостями нафтоароматических фрагментов нанокластера находится в интервале от 3,4 до 3,7 Å.

Ширина кластера из наночастиц нефтяных асфальтенов крекинг-остатка изменяется от 12,89 до 14,62 Å, высота от 6,27 до 32,94 Å. Угол между крайними нафто-ароматическими плоскостями молекулярных фрагментов наночастиц - от 10° до 60° .

Визуализация с высоким разрешением, получение топографии поверхности и расчет структурных параметров молекул асфальтенов осуществлялись методами атомно-силовой микроскопии на воздухе с помощью сканирующего зондового микроскопа Ntegra (компания

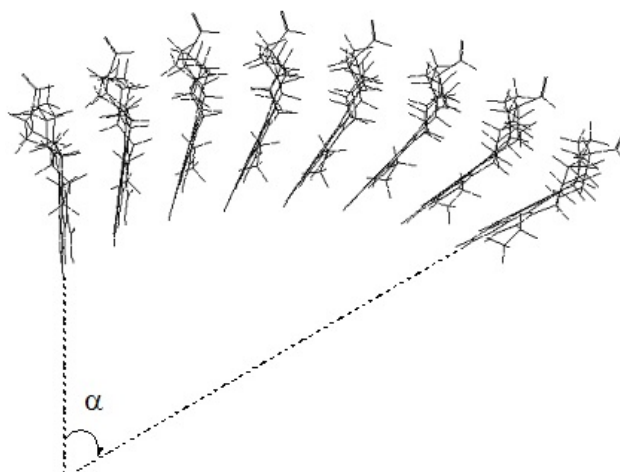


Рисунок 2 – Структура нанокластера, состоящая из восьми молекулярных фрагментов наночастиц асфальтенов крекинг-остатка (α – угол между крайними нафтно-ароматическими плоскостями молекулярных фрагментов)

NT-MDT, Россия). Реально контролируемая разрешающая способность микроскопа в плоскости XY равна 2 нм, по оси Z – 0,118 нм. Сканирование образца проводилось кантилеверами HA_{NC} (компания TipsNano, Россия), которые имеют радиус закругления острия равный 10 нм, угол схождения острия равный 30° и жесткость, равную 12 Н/м. Первоначальной задачей ставился подбор оптимальной концентрации асфальтенов в толуоле – рабочего раствора для последующего приготовления образцов, пригодных к АСМ-исследованиям. Теоретически рассчитав соотношение массы асфальтена в объеме толуола, приготавливались рабочие растворы с концентрацией 0,1 г/л. Для получения мономолекулярной пленки асфальтена использовался метод Ленгмюра-Блоджетт. Нанесенная на подложку тонкая пленка асфальтена высушивалась в чашке Петри в течение 60 минут при температуре 24° . Готовый образец исследовался в полуконтактном режиме атомно-силового микроскопа.

Были просканированы два образца, приготовленные по одному методу. Как результат исследований на АСМ-изображениях (на рисунке 3 – образец 1 и на рисунке 5 – образец 2) приведена топография мономолекулярного слоя асфальтенов. На них видны отдельные объекты дискообразной формы.

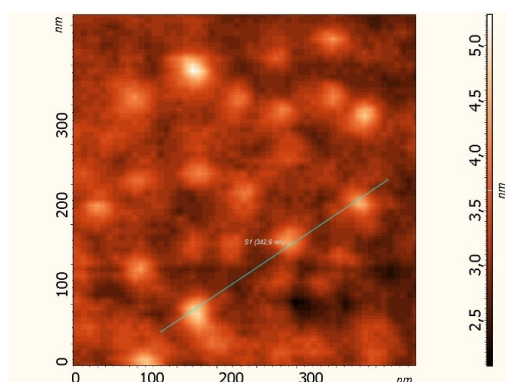


Рисунок 3 – АСМ-изображение пленки асфальтенов

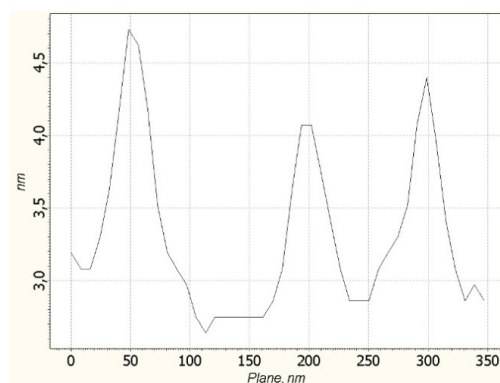


Рисунок 4 – Профиль сечения, выполненного по линии, проведенной на рисунке 3

Для детального анализа выполняли сечения вдоль линий, показанных на рисунках 3 и 5. Каждое сечение выполнено по трем отдельным объектам. По первому профилю сечения (рис. 4) можно подсчитать, что первый объект имеет высоту 1,3 нм, ширину 30 нм. Высота второго объекта равна 1,35 нм, ширина 30 нм. Третий объект имеет высоту 1,2 нм и ширину 30 нм.

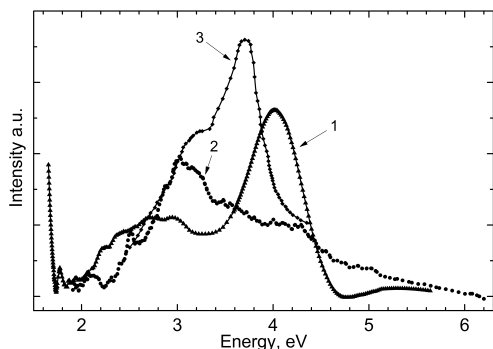


Рисунок 5 – АСМ-изображение пленки асфальтенов

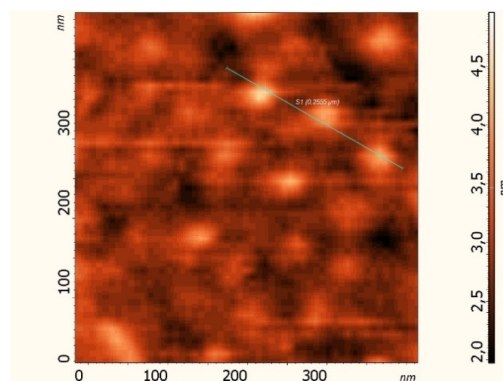


Рисунок 6 – Профиль сечения, выполненного по линии, проведенной на рисунке 5

По второму профилю сечения (рис. 6) можно подсчитать, что первый объект имеет высоту 1,5 нм, ширину 30 нм. Высота второго объекта равна 1,25 нм, ширина - 40 нм. Третий объект имеет высоту 1,2 нм и ширину 35 нм.

Таким образом, результаты АСМ исследований свидетельствуют о дискообразных структурах, построенных из ассоциатов молекул асфальтенов. Проанализировав и сравнив размеры объектов и их расположение на поверхности с результатами работ других исследователей [23, 24], мы пришли к выводу, что отдельные объекты дискообразной формы являются кластерами асфальтенов и их размещение на поверхности в наноагрегатном состоянии можно описать моделью агрегации дискообразного типа. При сравнении результатов наших экспериментов с результатами исследований и моделирования Эсе и др. [25] и Коржова [26], можно предположить, что исследованные нами кластеры имеют дискообразную структуру и являются структурами, аналогичными дискообразным жидким кристаллам.

Согласно результатам ранее выполненных работ по моделированию молекул асфальтенов, высота одной молекулы приблизительно равна 0,1 нм, а длина - около 1 нм [24]. Следовательно, зная высоту и длину одной молекулы, можно подсчитать некоторые параметры, которые для наглядности представлены в таблице:

Таблица 2 – Параметры молекул, содержащихся в кристаллитах

Структурные характеристики	Образец 1	Образец 2
Средняя высота кристаллита, нм	1,53	1,31
Средняя ширина кристаллита, нм	33,3	35
Межслоевое *, нм	0,35	0,35
Среднее число слоев в кристаллите, шт.	4	4
Среднее число молекул в слое, шт.	76	81
Среднее число молекул в кристаллите, шт.	304	324
Молярная масса, а.е.м.	364800	388800

*- рассчитано методом моделирования

Из данных таблицы 1, следует, что параметры кристаллитов в образце 1 и в образце 2 имеют примерно одинаковые количественные значения. Таким образом, исследования молекулярной и надмолекулярной структуры нефтяных асфальтенов позволяют заключить, что структура наночастиц в виде нанокластера из 2-8 частиц является непланарной и приводит к формированию кристаллитов дискообразной формы через соединение молекулярных частиц донорно-акцепторными связями.

Закключение. Результаты интерпретации данных АСМ исследований и квантово-химических расчетов свидетельствуют о существовании непланарных молекулярных и надмолекулярных структур чашеобразной формы, которые при укрупнении размера переходят

в кристаллиты дискотического типа, По данным расчетов и экспериментов можно заключить, что среднее число молекулярных структур в кристаллите $304 \div 324$, а среднее число слоев в кристаллите равно 4. В пределах каждого слоя находится $76 \div 81$ молекул. Молярная масса кристаллита асфальтенов составляет 364800-388800 а.е.м. Полученные результаты качественно согласуются с данными исследований, выполненных с применением рентгеноструктурного анализа.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 17-42-020616 и проектов АР05132165 «Разработка технологии производства асфальтенов из нефтяного сырья как органических полупроводников для нанoeлектроники» и АР05131725 «Люминесцентные преобразователи солнечного излучения на основе квантовых точек полупроводников для увеличения КПД действующих кремниевых солнечных элементов» Комитета науки МОН РК.

Список литературы

- 1 Спейт Д. Анализ нефти. Справочник. Пер. с англ. // М.: Профессия. - 2010. С. 480.
- 2 Sharma C.D., Bhagat S.D., Erhan S.Z. Maltenes and Asphaltenes of Petroleum Vacuum Residues: Physico-Chemical Characterization // Petroleum Science and Technology. - 2007. No. 25. P. 93-104.
- 3 Rajagopal K., Silva S.M. An experimental study of asphaltene particle sizes in n-heptane-toluene mixtures by light scattering // Brazilian Journal of Chemical Engineering. - 2004. - V. 21. - P. 601
- 4 Merino-Garcia D., Shaw J.M., Carrier H., Yarranton H.W., Goual L. Petrophase 2009 Panel Discussion on Standardization of Petroleum Fractions // Energy Fuels. - 2010. V. 24. - P. 2175-2177.
- 5 Yu.M. Dolomatov, Petrov A.M., Bakhtizin R.Z., Dolomatova M.M., Khairudinov I.R., Shutkova S.A., Kovaleva E.A., Paymurzina N.Kh. Asphaltenes as new objects for nanoelectronics // 3rd International Conference on Structural Nano Composites (NANOSTRUC2016) IOP Publishing IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. - 2017. - P.195.
- 6 Dolomatov M.Yu., Shutkova S.A., Desortsev S.V., Dolomatova M.M. Asphaltenes of oil and of hydrocarbons distillates as compensated organic semiconductors // 5th International Meeting on Molecular Electronics, Grenoble, France, December 6-10. - 2010. - P. 258.
- 7 Dolomatov M.Yu., Bakhtizin R.Z., Shutkova S.A., Shylyakovskya D.O., Paymurzina N. Kh. About possible formation of organic semiconductors from paramagnetic phase of asphaltenes // 6th International Meeting on Molecular Electronics, Grenoble, France, December 3-7. - 2012. - P. 160.
- 8 Dolomatov M.Yu., Desortsev S.V., Shutkova S.A. Asphaltenes of oil and of hydrocarbons distillates as nanoscale semiconductors // 1th International Conference nanomaterials: APPLICATIONS@PROPERTIES, Alushta, Crimea, September 27-30. - 2011, - P. 30-36.
- 9 Dolomatov M.Yu., Desortsev S.V., Shutkova S.A. Ashaltenes of Oil and Hydrocarbon Distillates as Nanoscale Semiconductors // Journal of Materials Science and Engineering. - 2012. V. 2. - № 2. - P.151-157.
- 10 Ганеева Ю.М., Юсупова Т. Н., Романов Г.В. Структурная организация асфальтенов // Доклады Академии наук. - 2009. - Т. 426, - №.5. - С. 629-631.
- 11 Доломатов М.Ю., Шуткова С.А., Дезорцев С.В. Исследование надмолекулярной структуры наночастиц нефтяных асфальтенов // Журн. Структур. химии. - 2012. - Т. 53. - №3. - С. 569.
- 12 Доломатов М.Ю., Шуткова С.А., Дезорцев С.В. Структурно-химические характеристики модельных молекулярных фрагментов нефтяных асфальтенов // Нефтехимия. - 2012. - Т. 52. - № 4. - С. 299-303.
- 13 Доломатов М.Ю., Шуткова С.А. Надмолекулярная структура нефтяных асфальтенов «континентального» типа // Журн. Структур. химии. - 2017. - Т. 58. - №7. - С. 1311-1316.
- 14 Sharipov T.I., Dolomatov M. Yu. and Bakhtizin R.Z. The study of supramolecular structure of asphaltenes by atomic force microscopy // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 443. -2018 (012028)
- 15 Mitra-Kirtley S., Mullins O.C., Van Elp J., George S.J., Chen J., Cramer S.P. Determination of the nitrogen chemical structures in petroleum asphaltenes using XANES spectroscopy // J. Am. Chem. Soc. - 1993. - V.115. - No. 1. - P. 252-258.
- 16 Sabbah H.,Morrow A.L., Pomerantz A.E., Zare R.N. Evidence for Island Structures as the Dominant Architecture of Asphaltenes // Energy Fuels. - 2011. - V.25. - No.4. - P. 1597-1604.
- 17 Dmitriev D.E., Golovko A.K. Modeling the molecular structure of petroleum resins and asphaltenes and their thermodynamic stability calculations // Chemistry for Sustainable Development. - 2010. - No.18. - P. 171-180.
- 18 Lisitza N.V., Freed D.E., Sen P.N., Song Y.Q. Study of Asphaltene Nanoaggregation by Nuclear Magnetic Resonance (NMR) // Energy Fuels. - 2009. - V.23. - No. 3. - P. 1189-1193.
- 19 Betancourt S.S.,Ventura G.D., Pomerantz A.E.,Viloria O., Dubost F.X., Zuo J., Monson G., Bustamante D., Purcell J.M., Nelson R.K., Rodgers R.P., Reddy C.M., Marshall A.G.,Mullins O.C. Nanoaggregates of asphaltenes in a reservoir crude oil and reservoir connectivity // Energy Fuels. - 2009. - Vol. 23. - No. 3. - P. 1178-1188.
- 20 Gray M.R., Tykwinski R.R., Stryker J.M.,Tan X. Supramolecular Assembly Model for Aggregation of Petroleum Asphaltenes // Energy Fuels. - 2011. - V.25. - No.7. - P. 3125.

- 21 Ганеева Ю.М., Юсупова Т. Н., Романов Г.В. Структурная организация асфальтенов // Доклады Академии наук. - 2009. - Т. 426, - №.5. - С. 629-631.
- 22 Хайрудинов И.Р., Султанов Ф.М., Теляшев Э.Г. Современные процессы сольвентной деасфальтизации нефтяных остатков // Уфа: Издательство ГУП ИНХП РБ. Серия «Библиотека нефтепереработчика». - 2011. - С. 208.
- 23 Mullins O. , Betancourt S., Cribbs M., Creek J., Dubost F. , Andrews A. a n d Venkatarmanan L. The Colloidal Structure of Crude Oil and the Structure of Oil Reservoirs // Energy and Fuels 21. - 2007. - No.5. - P. 2785-2794.
- 24 Freed D., Lisitza N., Sen P. and Song Y- Q. Molecular Composition and Dynamics of Oils from Diffusion Measurements// Asphaltenes, Heavy Oils, and Petroleomics Springer, New York, NY, 279-300 (2007).
- 25 Ese M.-H., Sjoblom J., Djuve J., Pugh R. An atomic force microscopy study of asphaltenes on mica surfaces. // Colloid Polym Sci. - 2000. V.278. - No 6. - P. 532-538
- 26 Коржов Ю.В., Орлов С.А. Агрегирование и коагуляция асфальтенов в пленке нефти: физические характеристики продуктов поверхностных отложений. // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. - 2016. - Т. 327. - №12. - С. 62-74.

М.Ю. Долوماتов^{1,3}, С.А. Шуткова², Т.И. Шарипов¹, Р.З. Бахтизин¹, З.З. Ишниязов¹,
Т.Н. Нұрахметов⁴, Ж.М. Салиходжа⁴

¹ Башқұрт мемлекеттік университеті Уфа, Ресей

² Башқұрт мемлекеттік аграрлық университеті, Уфа, Ресей

³ Уфа мемлекеттік мұнай техникалық университеті, Уфа, Ресей

⁴ Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан

Мұнай асфальтені нанобөлшектерінің молекулалық және супрамолекулалық құрылымының ерекшеліктері

Аңдатпа: Есептеу және эксперименттік әдістерді қолданып асфальтендердің молекулалық нанобөлшектерінен құралған кластерлердің супрамолекулалық құрылымы зерттелген. Мұнайдың вакуумдық дистилляциясынан кейінгі жылулық өңделген қалдықтан алынған асфальт үлгілері зерттелді. Нанобөлшектердің құрылымы кванттық химиялық молекулалық механика және өздігінен сәйкестендірілген өріс әдістерімен модельденген. Эксперимент нәтижелері сәйкес 2-10 молекулалық фрагменттерден тұратын нанокластерлер қарастырылды. Асфальтен нанобөлшектерінің құрылымы планарлы емес екендігі анықталды. Атомдық күшті микроскоп әдісімен асфальтен молекулаларының бетінің топографиясы зерттелді және құрылымдық параметрлері есептелді. Зерттеу нәтижелері асфальтен молекулаларының ассоциациясынан құрылған супрамолекулалардың құрылымының диск тәріздес екендігін көрсетті.

Түйін сөздер: кластерлер, нанобөлшектер, мұнай асфальтендері, атомдық күшті микроскопия, кванттық химиялық есептеу.

M.Yu. Dolomatov^{1,3}, S.A. Shutkova², T.I. Sharipov¹, R.Z. Bakhtizin¹, Z.Z. Ishniyazov¹,
T.N. Nurakhmetov⁴, Z.M. Salikhodzha⁴

¹ Bashkir State University, Ufa, Russia

² Bashkir State Agrarian University, Ufa, Russia

³ Ufa State Oil Technical University, Ufa, Russia

⁴ Eurasian National University. L.N. Gumilyov, Astana, Kazakhstan

Band structure of alkali metal sulfates

Abstract: The supramolecular structure of clusters formed from molecular nanoparticles of asphaltenes was investigated using computational and experimental methods. Samples of asphaltenes from the heat-treated residue of vacuum distillation of oil were studied. Quantum chemical calculations of nanoparticles using molecular mechanics and self-consistent field methods have been carried out. Nanoclusters based on experimental data and comprising from 2 to 10 molecular fragments were studied. The nonplanarity of the structure of nanoparticles of asphaltenes is established. The atomic force microscopy was used to study the surface topography and to calculate the structural parameters of asphaltene molecules. The results indicate disc-shaped supramolecular structures constructed from associates of asphaltene molecules.

Keywords: clusters, nanoparticles, oil asphaltenes, atomic force microscopy, quantum chemical calculations.

References

- 1 Speyt D. Analiz nefti. [Oil analysis] Spravochnik [Reference book]. Per. s angl. Professiya, Moscow, 2010, 480.
- 2 Sharma C.D., Bhagat S.D., Erhan S.Z. Maltenes and Asphaltenes of Petroleum Vacuum Residues: Physico-Chemical Characterization. Petroleum Science and Technology. (25), 93-104. (2007).
- 3 Rajagopal K., Silva S.M. An experimental study of asphaltane particle sizes in n-heptane-toluene mixtures by light scattering. Brazilian Journal of Chemical Engineering. 21, (4) 601 (2004).
- 4 Merino-Garcia D., Shaw J.M., Carrier H., Yarranton H.W., Goual L. Petrophase 2009 Panel Discussion on Standardization of Petroleum Fractions. Energy Fuels. 24 (4) 2175-2177 (2010).
- 5 Dolomatov M.Yu., Petrov A.M., Bakhtizin R.Z., Dolomatova M.M., Khairudinov I.R., Shutkova S.A., Kovaleva E.A., Paymurzina N.Kh. Asphaltenes as new objects for nanoelectronics. 3rd International Conference on Structural

- Nano Composites (NANOSTRUC 2016) IOP Publishing IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. 195 (2017).
- 6 Dolomatov M.Yu., Shutkova S.A., Desortsev S.V., Dolomatova M.M. Asphaltenes of oil and of hydrocarbons distillates as compensated organic semiconductors, 5th International Meeting on Molecular Electronics, Grenoble, France, December 6-10, 258 (2010).
- 7 Dolomatov M.Yu., Bakhtizin R.Z., Shutkova S.A., Shylyakovskaya D.O., Paymurzina N. Kh. About possible formation of organic semiconductors from paramagnetic phase of asphaltenes, 6th International Meeting on Molecular Electronics, Grenoble, France, December 3-7, 160 (2012).
- 8 Dolomatov M.Yu., Desortsev S.V., Shutkova S.A. Asphaltenes of oil and of hydrocarbons distillates as nanoscale semiconductors. 1th International Conference nanomaterials: APPLICATIONS@PROPERTIES, Alushta, Crimea, September 27-30, 30-36 (2011).
- 9 Dolomatov M.Yu., Desortsev S.V., Shutkova S.A. Asphaltenes of Oil and Hydrocarbon Distillates as Nanoscale Semiconductors, Journal of Materials Science and Engineering, 2 (2), 151-157 (2012).
- 10 Ganeyeva YU.M., Yusupova T. N., Romanov G.V. Strukturnaya organizatsiya asfal'tenov [Structural organization of asphaltenes]. Doklady Akademii nauk [Reports of the Academy of Sciences] 426 (5), 629-631 (2009).
- 11 Dolomatov M.Yu., Shutkova S.A., Desortsev S.V. Issledovaniye nadmolekulyarnoy struktury nanochastits neftyanykh asfal'tenov [Study of the supramolecular structure of nanoparticles of petroleum asphaltenes] // Zhurn. Struktur. khimii [Journal of Structural Chemistry]. 53(3), 569 (2012).
- 12 Dolomatov M.Yu., Shutkova S.A., Desortsev S.V. Strukturno-khimicheskiye kharakteristiki model'nykh molekulyarnykh fragmentov neftyanykh asfal'tenov [Structural and chemical characteristics of model molecular fragments of petroleum asphaltenes], Neftekhimiya [Petrochemistry] 52(4), 299-303 (2012).
- 13 Dolomatov M.Yu., Shutkova S.A. Nadmolekulyarnaya struktura neftyanykh asfal'tenov "kontinental'nogo" tipa [Supramolecular structure of oil asphaltenes "continental" type], Zhurn. Struktur. Khimii [Journal of Structural Chemistry] 58 (7) 1311-1316 (2017).
- 14 Sharipov T.I., Dolomatov M.Yu. and Bakhtizin R.Z. The study of supramolecular structure of asphaltenes by atomic force microscopy, IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 443 (2018).
- 15 Mitra-Kirtley S., Mullins O.C., Van Elp J., George S.J., Chen J., Cramer S.P. Determination of the nitrogen chemical structures in petroleum asphaltenes using XANES spectroscopy. J. Am. Chem. Soc. 115 (1), 252-258 (1993).
- 16 Sabbah H., Morrow A.L., Pomerantz A.E., Zare R.N. Evidence for Island Structures as the Dominant Architecture of Asphaltenes. Energy Fuels. 25(4), 1597-1604 (2011).
- 17 Dmitriev D.E., Golovko A.K. Modeling the molecular structure of petroleum resins and asphaltenes and their thermodynamic stability calculations. Chemistry for Sustainable Development. (18), 171-180 (2010).
- 18 Lisitza N.V., Freed D.E., Sen P.N., Song Y.Q. Study of Asphaltene Nanoaggregation by Nuclear Magnetic Resonance (NMR). Energy Fuels. 23(3), 1189-1193 (2009).
- 19 Betancourt S.S., Ventura G.D., Pomerantz A.E., Vilorio O., Dubost F.X., Zuo J., Monson G., Bustamante D., Purcell J.M., Nelson R.K., Rodgers R.P., Reddy C.M., Marshall A.G., Mullins O.C. Nanoaggregates of asphaltenes in a reservoir crude oil and reservoir connectivity. Energy Fuels, 23(3), 1178-1188 (2009).
- 20 Gray M.R., Tykwinski R.R., Stryker J.M., Tan X. Supramolecular Assembly Model for Aggregation of Petroleum Asphaltenes. Energy Fuels. 25(7), 3125 (2011).
- 21 Ganeyeva YU.M., Yusupova T. N., Romanov G.V. Strukturnaya organizatsiya asfal'tenov [Structural organization of asphaltenes]. Doklady Akademii nauk [Reports of the Academy of Sciences]. 426 (5), 629-631 (2009).
- 22 Khayrudinov I.R., Sultanov F.M., Telyashev E.G. Sovremennyye protsessy sol'ventnoy deasfal'tizatsii neftyanykh ostatkov. Ufa: Izdatel'stvo GUP INKHP RB. Seriya "Biblioteka neftepererabotchika". 208 (2011).
- 23 Mullins O., Betancourt S., Cribbs M., Creek J., Dubost F., Andrews A. and Venkatarmanan L., The Colloidal Structure of Crude Oil and the Structure of Oil Reservoirs. Energy Fuels 21(5), 2785-2794 (2007).
- 24 Freed D., Lisitza N., Sen P. and Song Y.-Q. Molecular Composition and Dynamics of Oils from Diffusion Measurements, Asphaltenes, Heavy Oils, and Petrochemicals Springer, New York, NY, 279-300 (2007).
- 25 Ese M.-H., Sjoblom J., Djuve J., Pugh R. An atomic force microscopy study of asphaltenes on mica surfaces, Colloid Polym Sci. 278 (6), 532-538 (2000).
- 26 Korzhov YU.V., Orlov S.A. Agregirovaniye i koagulyatsiya asfal'tenov v plenke nefti: fizicheskiye kharakteristiki produktov poverkhnostnykh otlozheniy, Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta. Inzhiniring georesursov. 327 (12), 62-74 (2016).

Сведения об авторах:

Доломатов М.Ю. - д.х.н., профессор кафедры "Технология нефти и газа", Уфимский государственный нефтяной технический университет, профессор кафедры "Физическая электроника и нанофизика", Башкирский государственный университет, Уфа, Россия.

Шуткова С.А. - к.х.н., доцент кафедры теплоэнергетики и физики, Башкирский государственный аграрный университет, Уфа, Россия.

Шарипов Т.И. - к.ф.м.н., доцент кафедры "Физическая электроника и нанофизика", Башкирский государственный университет, Уфа, Россия.

Бахтизин Р.З. - д.ф.м.н., профессор, заведующий кафедрой "Физическая электроника и нанофизика", Башкирский государственный университет, Уфа, Россия.

Ишниязов З.З. - магистрант кафедры "Физическая электроника и нанофизика", Башкирский государственный университет, Уфа, Россия.

Нурахметов Т.Н. - д.ф.м.н., профессор кафедры "Техническая физика", Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан.

Салиходжа Ж.М. - к.ф.м.н., профессор кафедры "Техническая физика", Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан.

Dolomator M.Yu. - Dr. Sci. Chem., Professor, Professor of Oil and Gas Technology Department, Ufa State Petroleum Technological University, Professor of Physical Electronics and Nanophysics Chair, Bashkir State University, Ufa, Russia.

Shutkova S.A. - Cand. of Chem. Sci., Assistant Professor of Thermal Energy and Physics Chair, Bashkir State Agrarian University, Ufa, Russia.

Sharipov T.I. - Cand. of Phys.-Math. Sci., Assistant Professor of Physical Electronics and Nanophysics Chair, Bashkir State University, Ufa, Russia.

Bakhtizin R.Z. - Doctor of Phys.-Math. Sci., Professor, Head of Physical Electronics and Nanophysics Chair, Bashkir State University, Ufa, Russia.

Ishniyazov Z.Z. - Undergraduate of Physical Electronics and Nanophysics Chair, Bashkir State University, Ufa, Russia.

Nurakhmetov T.N. - Doctor of Phys.-Math. Sci., Professor of the Department of Technical Physics, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan.

Salikhodzha Zh.M. - Cand. of Phys.-Math. Sci., Associate Professor of the Department of Technical Physics, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan.

Поступила в редакцию 14.12.2018

**«Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің Хабаршысы. Физика. Астрономия сериясы»
журналында мақала жариялау ережесі**

Журнал редакциясы авторларға осы нұсқаулықпен толық танысып, журналға мақала әзірлеу мен дайын мақаланы журналға жіберу кезінде басшылыққа алуды ұсынады. Бұл нұсқаулық талаптарының орындалмауы сіздің мақалаңыздың жариялануын кідіртеді.

1. Журнал мақсаты. Физика мен астрономия салаларының теориялық және эксперименталды зерттелулері бойынша мұқият тексеруден өткен ғылыми құндылығы бар мақалалар жариялау.

2. Баспаға (барлық жариялаушы авторлардың қол қойылған қағаз нұсқасы және электронды нұсқа) журналдың түпнұсқалы стильдік файлының міндетті қолданысымен LaTeX баспа жүйесінде дайындалған Tex- пен Pdf-файлындағы жұмыстар ұсынылады. Стильдік файлды ***bulphysast.eni.kz*** журнал сайтынан жүктеп алуға болады. Сонымен қатар, автор(лар) ілеспе хат ұсынуы керек.

3. Автордың қолжазбаны редакцияға жіберуі мақаланың Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің хабаршысында басуға келісімін, шетел тіліне аударылып қайта басылуына келісімін білдіреді. Автор мақаланы редакцияға жіберу арқылы автор туралы мәліметтің дұрыстығына, мақала көшірілмегендігіне (плагиаттың жоқтығына) және басқа да заңсыз көшірмелердің жоқтығына кепілдеме береді.

4. Мақаланың көлемі 18 беттен аспауға тиіс (6 беттен бастап).

FTAMPK <http://grnti.ru/>

Автор(лар)дың аты-жөні

Мекеменің толық атауы, қаласы, мемлекеті (егер авторлар әртүрлі мекемеде жұмыс жасайтын болса, онда әр автор мен оның жұмыс мекемесі қасында бірдей белгі қойылу керек)

Автор(лар)дың E-mail-ы

Мақала атауы

Аннотация (100-200 сөз; күрделі формулаларсұзсыз, мақаланың атауын мейлінше қайталамауы қажет; әдебиеттерге сілтемелер болмауы қажет; мақаланың құрылысын (кіріспе мақаланың мақсаты/ міндеттері /қарастырылып отырған сұрақтың тарихы /зерттеу /әдістері нәтижелер/талқылау, қорытынды) сақтай отырып, мақаланың қысқаша мазмұны берілуі қажет).

Түйін сөздер (6-8 сөз не сөз тіркесі. Түйін сөздер мақала мазмұнын көрсетіп, мейлінше мақала атауы мен аннотациядағы сөздерді қайталамай, мақала мазмұнындағы сөздерді қолдану қажет. Сонымен қатар, ақпараттық-іздетіру жүйелерінде мақаланы жеңіл табуға мүмкіндік беретін ғылым салаларының терминдерін қолдану қажет).

Негізгі мәтін мақаланың мақсаты/ міндеттері/ қарастырылып отырған сұрақтың тарихы, зерттеу әдістері, нәтижелер/талқылау, қорытынды бөлімдерін қамтуы қажет.

5. Таблица, суреттер – Жұмыстың мәтінінде кездесетін таблицалар мәтіннің ішінде жеке нөмірленіп, мәтін көлемінде сілтемелер түрінде көрсетілуі керек. Суреттер мен графиктер PS, PDF, TIFF, GIF, JPEG, BMP, PCX форматындағы стандарттарға сай болуы керек. Нүктелік суреттер кеңейтілімі 600 dpi кем болмауы қажет. Суреттердің барлығы да айқын әрі нақты болуы керек.

Мақаладағы **формулалар** тек мәтінде оларға сілтеме берілсе ғана номерленеді.

Жалпы қолданыста бар **аббревиатуралар** мен **қысқартулардан** басқалары міндетті түрде алғаш қолданғанда түсіндірілуі берілуі қажет. **Қаржылай көмек туралы** ақпарат бірінші бетте көрсетіледі.

6. Жұмыста қолданылған әдебиеттер тек жұмыста сілтеме жасалған түпнұсқалық көрсеткішке сай (сілтеме беру тәртібінде немесе ағылшын әліпбиі тәртібі негізінде толтырылады) болуы керек. Баспадан шықпаған жұмыстарға сілтеме жасауға түйым салынады.

Сілтемені беруде автор қолданған әдебиеттің бетінің нөмірін көрсетпей, келесі нұсқаға сүйеніңіз дұрыс: тараудың номері, бөлімнің номері, тармақтың номері, теораманың (лемма, ескерту, формуланың және т.б.) номері көрсетіледі. Мысалы: қараңыз [3; § 7, лемма 6]», «...қараңыз [2; 5 теорамдағы ескерту]». Бұл талап орындалмаған жағдайда мақаланы ағылшын тіліне аударғанда сілтемелерде қателіктер туындауы мүмкін.

Қолданылаған әдебиеттер тізімін рәсімдеу мысалдары

1 Воронин С. М., Карацуба А. А. Дзета-функция Римана. –М: Физматлит, –1994, –376 стр. – **кітап**

2 Баилов Е. А., Сихов М. Б., Темиргалиев Н. Об общем алгоритме численного интегрирования функций многих переменных // Журнал вычислительной математики и математической физики –2014. –Т.54. № 7. –С. 1059-1077. - **мақала**

3 Жубанышева А.Ж., Абикенова Ш. О нормах производных функций с нулевыми значениями заданного набора линейных функционалов и их применения к поперечниковым задачам // Функциональные пространства и теория приближения функций: Тезисы докладов Международной конференции, посвященной 110-летию со дня рождения академика С.М.Никольского, Москва, Россия, 2015. – Москва, 2015. –С.141-142. – **конференция еңбектері**

4 Нуртазина К. Рыцарь математики и информатики. –Астана: Каз.правда, 2017. 19 апреля. –С.7. – **газеттік мақала**

5 Кыров В.А., Михайличенко Г.Г. Аналитический метод вложения симплектической геометрии // Сибирские электронные математические известия –2017. –Т.14. –С.657-672. doi: 10.17377/semi.2017.14.057. – URL: <http://semr.math.nsc.ru/v14/p657-672.pdf>. (дата обращения: 08.01.2017). - **электронды журнал**

7. Әдебиеттер тізімінен соң автор өзінің библиографиялық мәліметтерін орыс және ағылшын тілінде (егер мақала қазақ тілінде орындалса), қазақ және ағылшын тілінде (егер мақала орыс тілінде орындалса), орыс және қазақ тілінде (егер мақала ағылшын тілінде орындалса) жазу қажет. Соңынан транслиттік аударма мен ағылшын тілінде берілген әдебиеттер тізімінен соң әр автордың жеке мәліметтері (қазақ, орыс, ағылшын тілдерінде – ғылыми атағы, қызметтік мекенжайы, телефоны, e-mail-ы) беріледі.

8. Редакцияға түскен мақала жабық (анонимді) тексеруге жіберіледі. Барлық рецензиялар авторларға жіберіледі. Автор (рецензент мақаланы түзетуге ұсыныс берген жағдайда) үш күн аралығында қайта қарап, қолжазбаның түзетілген нұсқасын редакцияға қайта жіберуі керек. Рецензент жарамсыз деп таныған мақала қайтара қарастырылмайды. Мақаланың түзетілген нұсқасы мен автордың рецензентке жауабы редакцияға жіберіледі.

9. Төлемақы. Басылымға рұқсат етілген мақала авторларына төлем жасау туралы ескертіледі. Төлем көлемі 2018 жылы 4500 тенге – ЕҰУ қызметкерлері үшін және 5500 тенге басқа ұйым қызметкерлеріне.

Реквизиттер:

"Евразийский национальный университет им. Л.Н.Гумилева" МОН РК

Столичный филиал АО "Цеснабанк"

КБЕ 16

БИН 010140003594

БИК TSES KZ KA

Счет в кодировке IBAN-

KZ91998BTV0000003104-

"За публикацию ФИО авторов"

**Provision on articles submitted to the journal "Bulletin of L.N. Gumilyov Eurasian National University.
Physics. Astronomy series"**

The journal editorial board asks the authors to read the rules and adhere to them when preparing the articles, sent to the journal. Deviation from the established rules delays the publication of the article.

1. Purpose of the journal. Publication of carefully selected original scientific.

2. The scientific publication office accepts the article (in electronic and printed, signed by the author) in Tex- and Pdf-files, prepared in the LaTeX publishing system with mandatory use of the original style log file. The style log file can be downloaded from the journal website bulphysast.enu.kz. And you also need to provide the cover letter of the author(s).

Language of publications: Kazakh, Russian, English.

3. Submission of articles to the scientific publication office means the authors' consent to the right of the Publisher, L.N. Gumilyov Eurasian National University, to publish articles in the journal and the re-publication of it in any foreign language. Submitting the text of the work for publication in the journal, the author guarantees the correctness of all information about himself, the lack of plagiarism and other forms of improper borrowing in the article, the proper formulation of all borrowings of text, tables, diagrams, illustrations.

4. The volume of the article should not exceed 18 pages (from 6 pages).

5. Structure of the article

GRNTI <http://grnti.ru/>

Initials and Surname of the author (s)

Full name of the organization, city, country (if the authors work in different organizations, you need to put the same icon next to the name of the author and the corresponding organization)

Author's e-mail (s)

Article title

Abstract (100-200 words, it should not contain a big formulas, the article title should not repeat in the content, it should not contain bibliographic references, it should reflect the summary of the article, preserving the structure of the article - introduction/ problem statement/ goals/ history, research methods, results /discussion, conclusion).

Key words (6-8 words/word combination. Keywords should reflect the main content of the article, use terms from the article, as well as terms that define the subject area and include other important concepts that make it easier and more convenient to find the article using the information retrieval system).

The main text of the article should contain an introduction/ problem statement/ goals/ history, research methods, results / discussion, conclusion. Tables, figures should be placed after the mention. Each illustration should be followed by an inscription. Figures should be clear, clean, not scanned.

Tables are included directly in the text of the article; it must be numbered and accompanied by a reference to them in the text of the article. Figures, graphics should be presented in one of the standard formats: PS, PDF, TIFF, GIF, JPEG, BMP, PCX. Bitmaps should be presented with a resolution of 600 dpi. All details must be clearly shown in the figures.

In the article, only those **formulas** are numbered, to which the text has references.

All **abbreviations**, with the exception of those known to be generally known, must be deciphered when first used in the text.

Information on **the financial** support of the article is indicated on the first page in the form of a footnote.

6. The list of literature should contain only those sources (numbered in the order of quoting or in the order of the English alphabet), which are referenced in the text of the article. References to unpublished issues, the results of which are used in evidence, are not allowed. Authors are recommended to exclude the reference to pages when referring to the links and guided by the following template: chapter number, section number, paragraph number, theorem number (lemmas, statements, remarks to the theorem, etc.), number of the formula. For example, "... see [3, § 7, Lemma 6]"; "... see [2], a remark to Theorem 5". Otherwise, incorrect references may appear when preparing an English version of the article.

Template

1 Воронин С. М., Карацуба А. А. Дзета-функция Римана. -М: Физматлит, -1994, -376 стр.-**book**

2 Баиллов Е. А., Сихов М. Б., Темиргалиев Н. Об общем алгоритме численного интегрирования функций многих переменных // Журнал вычислительной математики и математической физики -2014. -Т.54. № 7. -С. 1059-1077. - **journal article**

3 Жубанышева А.Ж., Абикенова Ш. О нормах производных функций с нулевыми значениями заданного набора линейных функционалов и их применения к поперечниковым задачам // Функциональные пространства и теория приближения функций: Тезисы докладов Международной конференции, посвященная 110-летию со дня рождения академика С.М.Никольского, Москва, Россия, 2015. - Москва, 2015. -С.141-142. - - **Conferences proceedings**

4 Нуртазина К. Рыцарь математики и информатики. -Астана: Каз.правда, 2017. 19 апреля. -С.7. **newspaper articles**

5 Кыров В.А., Михайличенко Г.Г. Аналитический метод вложения симплектической геометрии // Сибирские электронные математические известия -2017. -Т.14. -С.657-672. doi: 10.17377/semi.2017.14.057. - URL: <http://semr.math.nsc.ru/v14/p657-672.pdf>. (дата обращения: 08.01.2017). - **Internet resources**

7. At the end of the article, after the list of references, it is necessary to indicate bibliographic data in Russian and English (if the article is in Kazakh), in Kazakh and English (if the article is in Russian) and in Russian and Kazakh languages (if the article is English language). Then a combination of the English-language and transliterated parts of the references list and information about authors (scientific degree, office address, telephone, e-mail - in Kazakh, Russian and English) is given.

8. Work with electronic proofreading. Articles received by the Department of Scientific Publications (editorial office) are sent to anonymous review. All reviews of the article are sent to the author. The authors must send the proof of the article within three days. Articles that receive a negative review for a second review are not accepted. Corrected versions of articles and the author's response to the reviewer are sent to the editorial office. Articles that have positive reviews are submitted to the editorial boards of the journal for discussion and approval for publication.

Periodicity of the journal: 4 times a year.

9. Payment. Authors who have received a positive conclusion for publication should make payment on the following requisites (for ENU employees - 4,500 tenge, for outside organizations - 5,500 tenge):

Requisites:

L.N. Gumilyov Eurasian
National University"
JSC "Tsesnabank:"
Tsesnabank КБЕ
КБЕ 16
БИН 010140003594
БИК TSES KZ KA
Счет в кодировке IBAN-
KZ91998ВТВ0000003104-
-За публикацию фио

Положение о рукописях, представляемых в журнал «Вестник Евразийского национального университета имени Л.Н.Гумилева. Серия: Физика. Астрономия»

Редакция журнала просит авторов ознакомиться с правилами и придерживаться их при подготовке работ, направляемых в журнал. Отклонение от установленных правил задерживает публикацию статьи.

1. Цель журнала. Публикация тщательно отобранных оригинальных научных работ по актуальным проблемам теоретических и экспериментальных исследований в области физики и астрономии.

2. В редакцию (в бумажном виде, подписанном всеми авторами и в электронном виде) представляются Tex- и Pdf-файлы работы, подготовленные в издательской системе LaTeX, с обязательным использованием оригинального стилевого файла журнала. Стилистовый файл можно скачать со сайта журнала *bulphysast.enu.kz*. Автору (авторам) необходимо предоставить сопроводительное письмо.

Язык публикаций: казахский, русский, английский.

3. Отправление статей в редакцию означает согласие авторов на право Издателя, Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева, издания статей в журнале и переиздания их на любом иностранном языке. Представляя текст работы для публикации в журнале, автор гарантирует правильность всех сведений о себе, отсутствие плагиата и других форм неправомерного заимствования в рукописи, надлежащее оформление всех заимствований текста, таблиц, схем, иллюстраций.

4. Объем статьи не должен превышать 18 страниц (от 6 страниц).

5. Схема построения статьи

ГРНТИ <http://grnti.ru/>

Инициалы и фамилия автора(ов)

Полное наименование организации, город, страна (если авторы работают в разных организациях, необходимо поставить одинаковый значок около фамилии автора и соответствующей организации)

E-mail автора(ов)

Название статьи

Аннотация (100-200 слов; не должна содержать громоздкие формулы, по содержанию повторять название статьи; не должна содержать библиографические ссылки; должна отражать краткое содержание статьи, сохраняя структуру статьи – введение/ постановка задачи/ цели/ история, методы исследования, результаты/обсуждение, заключение/выводы).

Ключевые слова (6-8 слов/словосочетаний). Ключевые слова должны отражать основное содержание статьи, использовать термины из текста статьи, а также термины, определяющие предметную область и включающие другие важные понятия, позволяющие облегчить и расширить возможности нахождения статьи средствами информационно-поисковой системы).

Основной текст статьи должен содержать введение/ постановку задачи/ цели/ историю, методы исследования, результаты/обсуждение, заключение/выводы.

Таблицы включаются непосредственно в текст работы, они должны быть пронумерованы и сопровождаться ссылкой на них в тексте работы. Рисунки, графики должны быть представлены в одном из стандартных форматов: PS, PDF, TIFF, GIF, JPEG, BMP, PCX. Точечные рисунки необходимо выполнять с разрешением 600 dpi. На рисунках должны быть ясно переданы все детали.

В статье нумеруются лишь те **формулы**, на которые по тексту есть ссылки.

Все **аббревиатуры и сокращения**, за исключением заведомо общеизвестных, должны быть расшифрованы при первом употреблении в тексте.

Сведения о **финансовой поддержке** работы указываются на первой странице в виде сноски.

6. Список литературы должен содержать только те источники (пронумерованные в порядке цитирования или в порядке английского алфавита), на которые имеются ссылки в тексте работы. Ссылки на неопубликованные работы, результаты которых используются в доказательствах, не допускаются.

Авторам рекомендуется при оформлении ссылок исключить упоминание страниц и руководствоваться следующим шаблоном: номер главы, номер параграфа, номер пункта, номер теоремы (леммы, утверждения, замечания к теореме и т.п.), номер формулы. Например, "... см. [3; § 7, лемма 6]"; "... см. [2; замечание к теореме 5]". В противном случае при подготовке англоязычной версии статьи могут возникнуть неверные ссылки.

Примеры оформления списка литературы

1 Воронин С. М., Карацуба А. А. Дзета-функция Римана. -М: Физматлит, -1994, -376 стр. - **книга**

2 Баилов Е. А., Сихов М. Б., Темиргалиев Н. Об общем алгоритме численного интегрирования функций многих переменных // Журнал вычислительной математики и математической физики -2014. -Т.54. № 7. -С. 1059-1077. - **статья**

3 Жубанышева А.Ж., Абикенова Ш. О нормах производных функций с нулевыми значениями заданного набора линейных функционалов и их применения к поперечниковым задачам // Функциональные пространства и теория приближения функций: Тезисы докладов Международной конференции, посвященной 110-летию со дня рождения академика С.М.Никольского, Москва, Россия, 2015. - Москва, 2015. -С.141-142. - **труды конференции**

4 Нуртазина К. Рыцарь математики и информатики. -Астана: Каз.правда, 2017. 19 апреля. -С.7. - **газетная статья**

5 Кыров В.А., Михайличенко Г.Г. Аналитический метод вложения симплектической геометрии // Сибирские электронные математические известия -2017. -Т.14. -С.657-672. doi: 10.17377/semi.2017.14.057. - URL: <http://semi.math.nsc.ru/v14/p657-672.pdf>. (дата обращения: 08.01.2017). - **электронный журнал**

7. После списка литературы, необходимо указать библиографические данные на русском и английском языках (если статья оформлена на казахском языке), на казахском и английском языках (если статья оформлена на русском языке) и на русском и казахском языках (если статья оформлена на английском языке). Затем приводится комбинация англоязычной и транслитерированной частей списка литературы и сведения по каждому из авторов (научное звание, служебный адрес, телефон, e-mail - на казахском, русском и английском языках).

8. Работа с электронной корректурой. Статьи, поступившие в Отдел научных изданий (редакция), отправляются на анонимное рецензирование. Все рецензии по статьям отправляются автору. Авторам в течение трех дней

необходимо отправить корректуру статьи. Статьи, получившие отрицательную рецензию, к повторному рассмотрению не принимаются. Исправленные варианты статей и ответ автора рецензенту присылаются в редакцию. Статьи, имеющие положительные рецензии, представляются редколлегии журнала для обсуждения и утверждения для публикации.

Периодичность журнала: 4 раза в год.

9. Оплата. Авторам, получившим положительное заключение к опубликованию, необходимо произвести оплату по следующим реквизитам (для сотрудников ЕНУ – 4500 тенге, для сторонних организаций – 5500 тенге):

Мақаланы рәсімдеу үлгісі

МРНТИ 27.25.19

А.Ж. Жубанышева¹, Н. Темиргалиев², А.Б. Утесов³

¹ *Институт теоретической математики и научных вычислений Евразийского национального университета имени Л.Н.Гумилева, Астана, Казахстан*

² *Актюбинский региональный государственный университет имени К. Жубанова, Актюбе, Казахстан*

(Email: ¹ axaulezh@mail.ru, ² ntmath10@mail.ru, ³ adilzhan_71@mail.ru)

Численное дифференцирование функций в контексте Компьютерного (вычислительного) перечника

Введение

Текст введения...

Авторам не следует использовать нестандартные пакеты LaTeX (используйте их лишь в случае крайней необходимости)

Заголовок секции

1.1 Заголовок подсекции

Окружения.

Теорема 1. ...

Лемма 1. ...

Предложение 1. ...

Определение 1. ...

Следствие 1. ...

Замечание 1. ...

Теорема 2 (Темиргалиев Н. [2]). *Текст теоремы.*

Д о к а з а т е л ь с т в о. Текст доказательства.

2. Формулы, таблицы, рисунки

$$\delta_N(\varepsilon_N; D_N)_Y \equiv \delta_N(\varepsilon_N; T; F; D_N)_Y \equiv \inf_{(l^{(N)}, \varphi_N) \in D_N} \delta_N \left(\varepsilon_N; \left(l^{(N)}, \varphi_N \right) \right)_Y, \quad (51)$$

где $\delta_N \left(\varepsilon_N; \left(l^{(N)}, \varphi_N \right) \right)_Y \equiv \delta_N(\varepsilon_N; T; F; (l^{(N)}, \varphi_N))_Y \equiv$

$$\equiv \sup_{f \in F} \left\| Tf(\cdot) - \varphi_N \left(l_N^{(1)}(f) + \gamma_N^{(1)} \varepsilon_N^{(1)}, \dots, l_N^{(N)}(f) + \gamma_N^{(N)} \varepsilon_N^{(N)}; \cdot \right) \right\|_Y.$$

$|\gamma_N^{(\tau)}| \leq 1 (\tau=1, \dots, N)$

Таблицы, рисунки необходимо располагать после упоминания. С каждой иллюстрацией должна следовать надпись.

3. Ссылки и библиография

Для ссылок на утверждения, формулы и т. п. можно использовать метки. Например, теорема 2, Формула (51)

Таблица 1 – Название таблицы

Простые	Не простые
2, 3, 5, 7, 11, 13, 17, 19, 23, 29	4, 6, 8, 9, 10, 12, 14



Рисунок 1 – Название рисунка

Для руководства по \LaTeX и в качестве примера оформления ссылок, см., например, *Львовский С.М.* Набор и верстка в пакете \LaTeX . Москва: Космосинформ, 1994.

Список литературы оформляется следующим образом.

Список литературы

- 1 Локуциевский О.М., Гавриков М.Б. Начала численного анализа. –М.: ТОО "Янус", 1995. –581 с. - **книга**
- 2 Темиргалиев Н. Компьютерный (вычислительный) поперечник как синтез известного и нового в численном анализе // Вестник Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева –2014. –Т.4. №101. –С. 16-33. **doi: ... (при наличии) - статья**
- 3 Жубанышева А.Ж., Абикенова Ш. О нормах производных функций с нулевыми значениями заданного набора линейных функционалов и их применения к поперечниковым задачам // Функциональные пространства и теория приближения функций: Тезисы докладов Международной конференции, посвященная 110-летию со дня рождения академика С.М.Никольского, Москва, Россия, 2015. – Москва, 2015. –С.141-142. - **труды конференций**
- 4 Курмуков А.А. Ангиопротекторная и гиполлипидемическая активность леукомизина. –Алматы: Бастау, 2007. –С. 3-5 - **газетные статьи**
- 5 Кыров В.А., Михайличенко Г.Г. Аналитический метод вложения симплектической геометрии // Сибирские электронные математические известия –2017. –Т.14. –С.657-672. doi: 10.17377/semi.2017.14.057. – URL: <http://semr.math.nsc.ru/v14/p657-672.pdf>. (дата обращения: 08.01.2017). - **электронный журнал**

А.Ж. Жұбанышева¹, Н. Темірғалиев¹, А.Б. Утесов²

¹ Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің теориялық математика және ғылыми есептеулер институты, Астана, Қазақстан

² Қ.Жұбанов атындағы. Ақтөбе өңірлік мемлекеттік. университеті, Ақтобе, Қазақстан

Компьютерлік (есептеуіш) диаметр мәнінде функцияларды сандық дифференциалдау

Аннотация: Компьютерлік (есептеуіш) диаметр мәнінде Соболев класында жататын функцияларды олардың тригонометриялық Фурье-Лебега коэффициенттерінің ақырлы жиынынан алынған дәл емес ақпарат бойынша жуықтау есебі толығымен шешілді [100-200 сөздер].

Түйін сөздер: жуықтап дифференциалдау, дәл емес ақпарат бойынша жуықтау, шектік қателік, Компьютерлік (есептеуіш) диаметр [6-8 сөз/сөз тіркестері].

A.Zh.Zhubanysheva¹, N. Temirgaliyev¹, A.B. Utesov²

¹ Institute of theoretical mathematics and scientific computations of L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

² K.Zhubanov Aktobe Regional State University, Aktobe, Kazakhstan

Numerical differentiation of functions in the context of Computational (numerical) diameter

Abstract: The computational (numerical) diameter is used to completely solve the problem of approximate differentiation of a function given inexact information in the form of an arbitrary finite set of trigonometric Fourier coefficients. [100-200 words]

Keywords: approximate differentiation, recovery from inexact information, limiting error, computational (numerical) diameter, massive limiting error. [6-8 words/word combinations]

References

- 1 Lokucievskij O.M., Gavrikov M.B. Nachala chislennoho analiza [Elements of numerical analysis] (Yanus, Moscow, 1995). [in Russian]
- 2 Temirgaliyev N. Komp'yuternyj (vychislitel'nyj) poperechnik kak sintez izvestnogo i novogo v chislennoy analize [Computational (numerical) diameter as a synthesis of the known and the new in numerical analysis], Vestnik Evrazijskogo nacional'nogo universiteta imeni L.N. Gumileva [Bulletin of L.N. Gumilyov Eurasian National University], 4 (101), 16-33 (2014). [in Russian]
- 3 Zhubanysheva A.Zh., Abikenova Sh.K. O normah proizvodnykh funktsij s nulevymi znachenijami zadannogo nabora linejnykh funktsionalov i ih primeneniya k poperechnikovykh zadacham [About the norms of the derivatives of functions with zero values of a given set of linear functionals and their application to the width problems]. Tezisy dokladov Mezhdunarodnoj konferencii, posvjashhennaja 110-letiju so dnja rozhdenija akademika S.M.Nikol'skogo "Funktsional'nye prostranstva i teoriya priblizheniya funktsij" [International conference on Function Spaces and Approximation Theory dedicated to the 110th anniversary of S. M. Nikol'skii]. Moscow, 2015, pp. 141-142. [in Russian]
- 4 Kurmukov A. A. Angioprotektornaja i gipolipidemicheskaja aktivnost' leukomizina [Angioprotective and lipid-lowering activity of leukomycin] (Bastau, Almaty, 2007, P. 3-5). [in Russian]
- 5 Kyrov V.A., Mihajlichenko G.G. Analiticheskij metod vloženiya simplekticheskoj geometrii [The analytic method of embedding symplectic geometry], Sibirskie jelektronnye matematicheskie izvestija [Siberian Electronic Mathematical Reports], 14, 657-672 (2017). doi: 10.17377/semi.2017.14.057. Available at: <http://semr.math.nsc.ru/v14/p657-672.pdf>. [in Russian]. (accessed 08.01.2017).

Сведения об авторах:

Жубанышева А.Ж. - Старший научный сотрудник Института теоретической математики и научных вычислений, Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева, ул. Сатпаева, 2, Астана, Казахстан.

Темиргалиев Н. - Директор Института теоретической математики и научных вычислений, Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева, ул. Сатпаева, 2, Астана, Казахстан.

Утесов А.Б. - кандидат физико-математических наук, доцент кафедры математики, Актобинский региональный государственный университет имени К. Жубанова, пр. А.Молдагуловой, 34, Актобе, Казахстан.

Zhubanysheva A.Zh. - Senior researcher of the Institute of theoretical mathematics and scientific computations, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Satpayev str., Astana, Kazakhstan.

Temirgaliyev N. - Head of the Institute of theoretical mathematics and scientific computations, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Satpayev str., Astana, Kazakhstan.

Utesov A.B. - candidate of physical and mathematical sciences, Associate Professor of the Department of Mathematics, K.Zhubanov Aktobe Regional State University, A.Moldagulova Prospect, 34, Aktobe, Kazakhstan.

Поступила в редакцию 15.05.2017

Редакторы: А.Қ. Арынғазин
Шығарушы редактор, дизайн: А. Нұрболат

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің
Хабаршысы. Физика. Астрономия сериясы.
-2019 - 1(126) - Астана: ЕҰУ. 107-б.
Шартты б.т. - 9,375 Таралымы - 25 дана.

Мазмұнына типография жауап бермейді.

Редакция мекен-жайы: 010008, Астана қ.,
Сәтбаев көшесі, 2.
Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті
Тел.: +7(7172) 70-95-00(ішкі 31-428)

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің баспасында басылды