

ISSN 2616-6771

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің

ХАБАРШЫСЫ

BULLETIN

of L.N. Gumilyov Eurasian
National University

ВЕСТНИК

Евразийского национального
университета имени Л.Н. Гумилева

ХИМИЯ. ГЕОГРАФИЯ. ЭКОЛОГИЯ сериясы

CHEMISTRY. GEOGRAPHY. ECOLOGY Series

Серия **ХИМИЯ. ГЕОГРАФИЯ. ЭКОЛОГИЯ**

№4(125)/2018

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, 2018

Astana, 2018

Бас редакторы
г.ғ.д., проф.
Джаналеева К.М. (Қазақстан)

Бас редактордың орынбасары
Бас редактордың орынбасары
Бас редактордың орынбасары

Тәшенов Ә.К., х.ғ.д., проф. (Қазақстан)
Сапаров Қ.Т., г.ғ.д., проф. (Қазақстан)
Бейсенова Р.Р., б.ғ.д проф. (Қазақстан)

Редакция алқасы

Айдарханова Г.С.	б.ғ.д., проф. (Қазақстан)
Амерханова Ш.К.	х.ғ.д., проф.(Қазақстан)
Байсалова Г.Ж.	PhD, доцент (Қазақстан)
Бакибаев А.А.	х.ғ.д., проф. (Ресей)
Барышников Г.Я.	г.ғ.д., проф. (Ресей)
Берденов Ж.Г.	PhD (Қазақстан)
Ян А. Вент	Хабилит. докторы, проф. (Польша)
Жакупова Ж.Е.	х.ғ.к, доцент (Қазақстан)
Досмағамбетова С.С.	х.ғ.д., проф. (Қазақстан)
Еркасов Р.Ш.	х.ғ.д., проф. (Қазақстан)
Жамангара А.К.	б.ғ.к., доцент (Қазақстан)
Иргебаева И.С.	х.ғ.д., проф. (Қазақстан)
Хуторянский В.В.	PhD, проф. (Ұлыбритания)
Копишев Э.	х.ғ.к., доцент м.а. (Қазақстан)
Уәли А.С.	х.ғ.к, доцент (Қазақстан)
Масенов Қ.Б.	т.ғ.к., доцент (Қазақстан)
Мустафин Р.И.	PhD, доцент (Ресей)
Озгелдинова Ж.	PhD (Қазақстан)
Рахмадиева С.Б.	х.ғ.д., проф. (Қазақстан)
Саипов А.А.	п.ғ.д., проф. (Қазақстан)
Саспугаева Г.Е.	PhD (Қазақстан)
Шапекова Н.Л.	м.ғ.д., проф. (Қазақстан)
Шатрук М.	PhD, проф. (АҚШ)

Редакцияның мекенжайы: 010008, Қазақстан, Астана қ., Сәтпаев к-сі, 2, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, 349 б.

Тел: +7 (7172) 709-500 (ішкі 31-428).E-mail: vest_chem@enu.kz

Жауапты хатшы, компьютерде беттеген А. Нұрболат

Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің хабаршысы. Химия. География. Экология сериясы

Меншіктенуші: ҚР БҒМ "Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті" ШЖҚ РМК

Мерзімділігі: жылына 4 рет.

Қазақстан Республикасының Ақпарат және коммуникациялар министрлігімен тіркелген. 27.03.2018ж. №16997-ж тіркеу куәлігі. Тиражы: 20 дана

Типографияның мекенжайы: 010008, Қазақстан, Астана қ., Қажымұқан к-сі, 13/1, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті

Тел: +7 (7172)709-500 (ішкі 31-428). Сайт: <http://bulchmed.enu.kz>

© Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті

Editor-in-Chief

Doctor of Geographic Sciences, Prof.
Dzhanaleyeva K.M. (Kazakhstan)

Deputy Editor-in-Chief

Tashenov A.K., Doctor of Chemical Sciences,
Prof. (Kazakhstan)

Deputy Editor-in-Chief

Saparov K.T., Doctor of Geographic Sciences, Prof.
(Kazakhstan)

Deputy Editor-in-Chief

Beysenova R.R., Doctor of Biological Sciences,
prof. (Kazakhstan)

Editorial board

Aydarkhanova G.S.	Doctor of Biological Sciences, Assoc. Prof. (Kazakhstan)
Amerkhanova Sh. K.	Doctor Chemical Sciences, Prof.(Kazakhstan)
Baysalova G.Zh.	PhD, Assoc.Prof. (Kazakhstan)
Bakibayev A.A.	Doctor of Chemical Sciences, Prof. (Russia)
Baryshnikov G.Ya.	Doctor of Geographic Sciences, Prof. (Russia)
Berdenov Zh.G.	PhD (Kazakhstan)
Jan A. Wendt	Dr.habil., Prof.(Poland)
Dzhakupova Zh.E.	Can. of Chemical Sciences, Assoc. Prof. (Kazakhstan)
Dosmagambetova S.S.	Doctor of Chemical Sciences, Prof. (Kazakhstan)
Erkassov R.Sh.	Doctor of Chemical Sciences, Prof. (Kazakhstan)
Zhamangara A.K.	Can. of Biological Sciences, Assoc. Prof. (Kazakhstan)
Irgibayeva I.S.	Doctor Chemical Sciences, Prof.(Kazakhstan)
Khutoryanskiy V.V.	PhD, Prof. (Great Britain)
Kopishev E.	Can. of Chemical Sciences, acting ass.prof.(Kazakhstan)
Uali A.S.	Can. of Chemical Sciences, Assoc. Prof.(Kazakhstan)
Massenov K.B.	Can. of Technical Sciences, Assoc. Prof. (Kazakhstan)
Mustafin R.I.	PhD, Assoc.Prof.(Russia)
Ozgeldinova Zh.	PhD (Kazakhstan)
Rakhmadiyeva S.B.	Doctor. of Chemical Sciences, Prof. (Kazakhstan)
Saipov A.A.	Doctor of Pedagogical Sciences., Prof.(Kazakhstan)
Saspugayeva G. E.	PhD, Assoc. Prof. (Kazakhstan)
Shapekova N.L.	Doctor of Medical Sciences., Prof. (Kazakhstan)
Shatruk M.	PhD, Prof. (USA)

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

Responsible secretary, computer layout: A. Nurbolat

Bulletin of the L.N. Gumilyov Eurasian National University. Chemistry. Geography. Ecology 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 №16997-ж from 27.03.2018. Circulation: 20 copies Address of Printing Office: 13/1 Kazhimukan str., L.N. Gumilyov Eurasian National

University, Astana, Kazakhstan 010008

Tel: +7 (7172) 709-500 (ext.31-428). Website: <http://bulchmed.enu.kz>

© L.N.Gumilyov Eurasian National University

Главный редактор
д.г.н., проф.
Джаналеева К.М. (Казахстан)

Зам. главного редактора
Зам. главного редактора
Зам. главного редактора

Ташенов А.К., д.х.н, проф.(Казахстан)
Сапаров Қ.Т., д.г.н., проф. (Казахстан)
Бейсенова Р.Р., д.б.н., проф. (Казахстан)

Редакционная коллегия

Айдарханова Г.С.	д.б.н., доцент (Казахстан)
Амерханова Ш.К.	д.х.н., проф (Казахстан)
Байсалова Г.Ж.	PhD, доцент (Казахстан)
Бакибаев А.А.	д.х.н., проф. (Россия)
Барышников Г.Я.	д.г.н., проф. (Россия)
Берденов Ж.Г.	PhD (Казахстан)
Ян А.Вент	Хабилит. доктор (Польша)
Джакупова Ж.Е.	к.х.н., доцент (Казахстан)
Досмагамбетова С.С.	д.х.н., проф. (Казахстан)
Еркасов Р.Ш.	д.х.н., проф. (Казахстан)
Жамангара А.К.	к.б.н., доцент (Казахстан)
Иргibaева И.С.	д.х.н., проф., доцент (Казахстан)
Хуторянский В.В.	PhD, проф. (Великобритания)
Копишев Э.	к.х.н., и.о. доцент (Казахстан)
Уали А.С.	к.х.н., доцент (Казахстан)
Масенов К.Б.	к.т.н., доцент (Казахстан)
Мустафин Р.И.	PhD, доцент (Ресей)
Озгелдинова Ж.	PhD (Казахстан)
Рахмадиева С.Б.	д.х.н., проф. (Казахстан)
Саипов А.А.	д.п.н., проф. (Казахстан)
Саспугаева Г.Е.	PhD, доцент (Казахстан)
Шапекова Н.Л.	д.м.н., проф. (Казахстан)
Шатрук М.	PhD, проф. (США)

Адрес редакции: 010008, Казахстан, г. Астана, ул. Сатпаева, 2, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, каб. 349
Тел: +7(7172) 709-500 (вн. 31-428). E-mail: vest_chem@enu.kz

Ответственный секретарь, компьютерная верстка А. Нурболат

Вестник Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева. Серия:
Химия. География. Экология.

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 №16997-ж от 27.03.2018г. Тираж: 20 экземпляров Адрес типографии: 010008, Казахстан, г. Астана, ул. Кажимукана, 13/1,

Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева
Тел.: +7(7172)709-500 (вн.31-428). Сайт: <http://bulchmed.enu.kz>

Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІНІҢ
ХАБАРШЫСЫ. ХИМИЯ. ГЕОГРАФИЯ. ЭКОЛОГИЯ СЕРИЯСЫ

№4(125)/2018

ХИМИЯ

<i>Абдрахманова А.Б., Кривченко В.А., Омарова Н.М.</i> Литий ионды аккумуляторлар үшін көміртекті наноструктуралық материалдарды синтездеу және зерттеу	8
<i>Бельх С.И., Жуманов К.Б., Бакибаев А.А., Паньшина С., Мальков В.С., Котельников О., Цой И.Г., Масалимова Б.К., Байбазарова Э.А.</i> Моноэтаноламин мен оксиэтилендифосфон қышқылы тұзының синтезі	14
<i>Сүлейменов И.Э., Копишев Э.Е., Витулева Е.С., Мун Г.А.</i> Полиэлектролитті гидрогельдер негізіндегі жүйелер үшін тепе тең емес термодинамиканың формализмін тұрғызудың кейбір аспектілері	19

ГЕОГРАФИЯ. ЭКОЛОГИЯ

<i>Аубакирова Б.Н., Бейсенова Р.Р., Журманова Н.Ш., Османова Ж.Ж., Нуртмилеу А.Г.</i> Қоршаған ортадағы фармацевтикалық ингредиенттер: олардың таралуы мен биотаға әсері	28
<i>Ауезова З.Т., Садықова А.Ә., Ауезова К.Т.</i> Ауылдық аумақтарды тұрақты дамытудың негізгі аспектілері мен мәні	34
<i>Султангалиева И.Т., Бейсенова Р.Р., Григорьев А.И.</i> Орталық жүйке жүйесінің функционалды күйіне электромагниттік сәулеленудің әсері	43
<i>Мейрамкулова К.С., Аубакирова К.М., Сағындыков У.З.</i> Ақмола облысының құс фабрикалары сою цехтарының ағынды суларының құрамы мен сипаттамасы	51
<i>Рысбаева Г.А., Саттарова А.М., Исаева А.У.</i> Мұнайдың азот циклына қатысатын әр түрлі микроағзалар санына әсері	56

BULLETIN OF L.N. GUMILYOV EURASIAN NATIONAL UNIVERSITY. CHEMISTRY.
GEOGRAPHY. ECOLOGY SERIES

№4(125)/2018

CONTENTS

CHEMISTRY

- Abdrakhmanova A.B., Krivchenko V.A., Omarova N.M.* Synthesis and study of carbon nanostructured additives for lithium-ion batteries 8
- Belykh S.I., Zhumanov K.B., Bakibaev A.A., Panshina S., Malkov V.S., Kotelnikov O., Tsoy I.G., Massalimova B.K., Baibazarova E.A.* Salt synthesis of monoethanolamine with oxyethylenediphosphonic acid 14
- Suleimenov I.E., Kopishev E.E., Vitulyova E.S., Mun G.A.* Some aspects of the development of formalism of nonequilibrium thermodynamics for systems based on polyelectrolyte hydrogels 19

GEOGRAPHY. ECOLOGY

- Aubakirova B.N., Beisenova R.R., Zhurmanova N.Sh., Osmanova Zh.Zh., Nurtileu A.G.* Pharmaceutical ingredients in the environment: their occurrence and effect to biota 28
- Auezova Z.T., Sadykova A.A., Auezova K.T.* Main aspects and essence of sustainable development of rural areas 34
- Sultangaliyeva I.T., Beysenova R.R., Grigoryew A.I.* Effect of electromagnetic radiation on the functional state of the central nervous system 43
- Meiramkulova K.S., Aubakirova K.M., Sagyndykov U.Z.* The characteristics and composition of wastewater of slaughterhouse of poultry farm in Akmola region 51
- Risbaeva G.A., Sattarova A.M., Isayeva A.U.* The effect of the petroleum on number of different groups of microorganisms involved in the nitrogen cycle 56

ВЕСТНИК ЕВРАЗИЙСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА
ИМЕНИ Л.Н.ГУМИЛЕВА. СЕРИЯ ХИМИЯ. ГЕОГРАФИЯ. ЭКОЛОГИЯ

№4(125)/2018

ХИМИЯ

<i>Абдрахманова А.Б., Кривченко В.А., Омарова Н.М.</i> Синтез и исследование углеродных наноструктурированных добавок для литий ионных аккумуляторов	8
<i>Белых С.И., Жуманов К.Б., Бакибаев А.А., Паньшина С., Мальков В.С., Котельников О., Цой И.Г., Масалимова Б.К., Байбазарова Э.А.</i> Синтез соли моноэтаноламина с оксидиэтилдифосфоновой кислотой	14
<i>Сулейменов И.Э., Копишев Э.Е., Витулева Е.С., Мун Г.А.</i> Некоторые аспекты построение формализма неравновесной термодинамики для систем на основе полиэлектролитных гидрогелей	19

ГЕОГРАФИЯ. ЭКОЛОГИЯ

<i>Аубакирова Б.Н., Бейсенова Р.Р., Журманова Н.Ш., Османова Ж.Ж., Нуртмилеу А.Г.</i> Фармацевтические ингредиенты в окружающей среде: их распространение и воздействие на биоту	28
<i>Ауезова З.Т., Садықова А.Ә., Ауезова К.Т.</i> Основные аспекты и сущность устойчивого развития сельских территорий	34
<i>Султангалиева И.Т., Бейсенова Р.Р., Григорьев А.И.</i> Воздействие электромагнитных излучений на функциональное состояние центрально-нервной системы	43
<i>Мейрамкулова К.С., Аубакирова К.М., Сағындықов У.З.</i> Характеристика и состав сточных вод убойного цеха птицефабрик Акмолинской области	51
<i>Рысбаева Г.А., Саттарова А.М., Исаева А.У.</i> Влияние нефти на численность различных групп микроорганизмов, участвующих в круговороте азота	56

¹ И.Э. Сулейменов, ² Э.Е. Копишев, ¹ Е.С. Витулева, ³ Г.А. Мун

¹ *Алматинский университет энергетики и связи, Алматы, Казахстан*

² *Евразийский Национальный Университет им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан*

³ *Казахский национальный университет им. аль-Фараби*
(E-mail: eldar_kopishev@mail.ru)

Некоторые аспекты построение формализма неравновесной термодинамики для систем на основе полиэлектролитных гидрогелей

Abstract: Показано, что формализм неравновесной термодинамики, основанный на использовании функционалов, выражающих определенный принцип максимума или минимума, для ряда частных задач может быть развит вне зависимости от адекватности трактовки понятия "энтропия" в применении к системам, далеким от состояния равновесия. В частности, показано, что для неравновесных систем, поведение которых преимущественно определяется движением низкомолекулярных ионов, функционалы, выполняющие ту же функцию, что и термодинамические, могут быть получены как первые интегралы уравнений движения данных частиц. Преимуществом такого подхода является исключение необходимости обоснования адекватности использования понятия "энтропия". Получен явный вид таких функционалов. Обсуждаются возможности их использования в прикладных целях.

Keywords: неравновесные системы, низкомолекулярные ионы; неравновесная термодинамика, термодинамические переменные.

DOI: <https://doi.org/10.32523/2616-6771-2018-124-4-19-27>

Аппарат неравновесной термодинамики в настоящее время развит далеко не так обстоятельно, как аппарат равновесной термодинамики, равно как и статистической физики, применяемый к системам, находящимся в состоянии равновесия. В преобразователях энергии, а также в нейронных сетях реализуемых на основе интерполимерных комплексов используются эффекты сугубо неравновесного характера. Следовательно, для дальнейшего развития такого рода систем использование аппарата неравновесной термодинамики представляет весьма значительный интерес.

Построение такого аппарата может идти различными путями. В литературе известны попытки построить его по тем же схемам, по которым строился аппарат равновесной термодинамики [1-6]. Однако, здесь возникает целый ряд проблем, связанных, в том числе, с истолкованием самого понятия энтропия, которое для всей термодинамики и статистической физики является базовым [6]. Энтропия предельно корректно вводится для равновесного случая как логарифм кратности вырождения состояния, отвечающего данному набору термодинамических переменных. Однако, корректность использования такого определения применительно к неравновесному случаю вызывают вполне определенные сомнения, поскольку не ясно, что в таком случае следует рассматривать как "состояние" и, тем более, что понимать под кратностью его вырождения. Наличие ненулевых потоков в системе делает такой подход не вполне корректным.

Разумеется, для случая, когда система достаточно близка к равновесию, можно использовать формализм, основанный на разложении соответствующих функционалов в ряд Тейлора и использовать представление о малости возмущений [7-11]. Именно по этой схеме и строятся теории, так или иначе связанные с принципом Онзагера [12]. Достоинством такого рода подходов является их общность, т.е. возможность применения к самому широкому кругу физико-химических систем. Однако, поскольку построение неравновесной термодинамики в самой её общей форме еще достаточно далеко от завершения, то представляет интерес и альтернативный подход, который фактически был использован в работе [13] на основе результатов работ [14-16], которые и сейчас представляют непосредственный практический интерес [17].

Этот подход основывается на прямом получении функционалов, описывающих систему, исходя из системы дифференциальных уравнений движения (например, уравнений движения

низкомолекулярных ионов). Напомним, что основой классической термодинамики является описание физико-химических систем именно через функционалы, отыскание экстремумов которых позволяет установить конкретные значения термодинамических переменных, отвечающих состоянию равновесия.

Иначе говоря, вопрос состоит именно в том, каким конкретно способом можно получить функционалы, отражающие тот или иной принцип максимума или минимума. Строго говоря способ, с помощью которого могут быть получены данные функционалы, не являются принципиальным.

С этой точки зрения получения данных функционалов непосредственно исходя из прямого анализа уравнений движения низкомолекулярных ионов также представляется вполне оправданным. Другое дело, что очень часто отыскание этих уравнений само является предметом исследования. Однако, если мы говорим о вполне определенном классе физико-химических систем, а именно о системах на основе полиэлектролитных гидрогелей в которых протекают ненулевые ионные токи, то уравнение движения ионов заведомо известны.

Их достаточно легко записать, причём для самых различных конкретных случаев. Следовательно, применительно к тому классу физико-химических явлений, который положен в основу преобразователей энергии рассматриваемого типа, допустимо ставить вопрос о создании аппарата неравновесной термодинамики, специально нацеленного на решение такого рода задач. В данном параграфе демонстрируется как именно функционалы, позволяющие пользоваться принципами максимума или минимума, могут быть получены на основе анализа уравнений движения низкомолекулярных ионов в системах рассматриваемого типа. Поведение низкомолекулярных ионов в объеме полиэлектролитного гидрогеля в самом общем случае описывается следующими уравнениями

$$\frac{\partial n_+}{\partial t} = D_+ \nabla^2 n_+ - \nabla (b_+ e E n_+) \quad (1)$$

$$\frac{\partial n_-}{\partial t} = D_- \nabla^2 n_- + \nabla (b_- e E n_-) \quad (2)$$

$$\nabla E = 4\pi e (n_+ - n_- - N_0) \quad (3)$$

где (n_+, n_-) - концентрации положительных и отрицательных заряженных частиц, E - напряженность электростатического поля, N_0 - заряд сетки (в данной записи предполагается, что он является отрицательным), D_{\pm}, b_{\pm} - коэффициента диффузии и подвижности, соответственно, - элементарный заряд.

Применительно к рассмотрению квазистационарного режима в уравнениях (1) и (2) можно пренебречь производными по времени и переписать систему уравнений (1)-(3) в следующем виде

$$\frac{dn_+}{dx} - \frac{eE}{kT} n_+ = -\frac{j_+}{D_+} \quad (4)$$

$$\frac{dn_-}{dx} + \frac{eE}{kT} n_- = \frac{j_-}{D_-} \quad (5)$$

$$\frac{d}{dx} E = 4\pi e (n_+ - n_- - N_0) \quad (6)$$

где предполагается, что параметры, характеризующие систему, зависят только от одной пространственной переменной, j_+, j_- - константы интегрирования.

Чтобы определить константы интегрирования j_+, j_- , рассмотрим область, удаленную от гидрогелей (вспомогательных электродов и т.д.). В такой области с высокой точностью выполняется условие нейтральности среды

$$n_{+0} = n_{-0} \quad (67)$$

которое означает также, в данной области электрическое поле постоянно (однородно). Соответственно, в данной области все производные по пространственным переменным равны нулю, что сразу позволяет записать условие

$$\frac{j_+}{D_+} = \frac{j_-}{D_-} \quad (8)$$

Используем (8) и вычтем уравнения (4) и (5) друг из друга. Имеем

$$\frac{d}{dx} (n_+ + n_-) - \frac{eE}{kT} (n_+ - n_-) = 0 \quad (9)$$

Выражая разность концентраций через электрическое поле при помощи (6), получаем

$$\frac{d}{dx} (n_+ + n_-) - \frac{eE}{kT} \left(\frac{1}{4\pi} \frac{dE}{dx} - N_0 \right) = 0 \quad (10)$$

Сходным образом, складывая уравнения (4) и (5), имеем

$$\frac{d}{dx} (n_+ - n_-) - \frac{eE}{kT} (n_+ + n_-) = -\frac{j_+}{D_+} - \frac{j_-}{D_-} \quad (11)$$

откуда

$$\frac{d}{dx} \left(\frac{1}{4\pi e} \frac{dE}{dx} \right) - \frac{eE}{kT} (n_+ + n_-) = -\frac{j_+}{D_+} - \frac{j_-}{D_-} \quad (12)$$

Уравнения (10) и (12) представляют собой замкнутую систему на две неизвестных функции – суммарную концентрацию и электрическое поле. Данная система имеет третий порядок, но его можно существенно понизить.

Более того, в рассматриваемом случае процедура понижения порядка уравнений позволяет получить вариационную форму уравнений движения ионов, что и является основным шагом на пути получения функционалов, выполняющих ту же функцию, что и термодинамические (по крайней мере, для данного частного случая).

Для области свободного раствора записанное выше уравнение (10) принимает вид

$$\frac{d}{dx} (n_+ + n_-) - \frac{1}{8\pi kT} \frac{dE^2}{dx} = 0 \quad (13)$$

Такая форма записи позволяет немедленно получить первый интеграл исследуемой системы дифференциальных уравнений, выражающий некоторое условие сохранения:

$$n_+ + n_- - \frac{E^2}{8\pi kT} = Z \quad (14)$$

Отметим, что по форме данное условие сохранения полностью совпадает с полученным ранее в работе [13], однако, условие (14) справедливо, в том числе, для неравновесных систем, которые в цитированных работах не рассматривались.

Подставляя (14) в (12), получаем

$$\frac{1}{4\pi e} \frac{d^2 E}{dx^2} - \frac{eE}{kT} \left(\frac{E^2}{8\pi kT} + Z \right) = -\frac{j_+}{D_+} - \frac{j_-}{D_-} = -\alpha \quad (15)$$

или

$$\frac{1}{4\pi e} \frac{d^2 E}{dx^2} - \frac{eE^3}{8\pi (kT)^2} - Z \frac{eE}{kT} + \alpha = 0 \quad (16)$$

Умножая уравнение (16) на первую производную электрического поля по координате, после несложных выкладок получаем

$$\frac{1}{8\pi e} \frac{d}{dx} \left(\frac{dE}{dx} \right)^2 - \frac{d}{dx} \frac{eE^4}{32\pi (kT)^2} - Z \frac{d}{dx} \frac{eE^2}{4kT} + \alpha \frac{dE}{dx} = 0 \quad (17)$$

Такая запись позволяет получить следующий интеграл рассматриваемой системы дифференциальных уравнений, который выражает еще одно условие сохранения.

$$\frac{1}{8\pi e} \left(\frac{dE}{dx} \right)^2 - \frac{eE^4}{32\pi (kT)^2} - Z \frac{eE^2}{4kT} + \alpha E = const = Z_2 \quad (18)$$

А именно, на основании (18) можно сразу записать такое условие сохранения как

$$2\pi e (n_+ - n_-)^2 - \frac{eE^4}{32\pi (kT)^2} - Z \frac{eE^2}{4kT} + \left(\frac{j_+}{D_+} + \frac{j_-}{D_-} \right) E = const = Z_2 \quad (19)$$

Значение константы можно вычислить на основе тех же соображений, что и равенство (8), т.е. рассматривая такую область раствора, в которой поле является постоянным. Имеем

$$\alpha = \frac{j_+}{D_+} + \frac{j_-}{D_-} = \frac{eE_0}{kT} (n_{+0} + n_{-0}) = 2 \frac{eE_0}{kT} c_0 \quad (20)$$

Аналогичным образом, константа выражается как

$$Z = n_{+0} + n_{-0} - \frac{E_0^2}{8\pi kT} = 2c_0 - \frac{E_0^2}{8\pi kT} \quad (21)$$

Подставляя соотношения (20) и (21) в (19), получаем единственное уравнение на поле, развивающееся в системе (существенно, что данное уравнение уже имеет первый порядок)

$$\frac{1}{8\pi e} \left(\frac{dE}{dx} \right)^2 - \frac{eE^4}{32\pi (kT)^2} - \left(2c_0 - \frac{E_0^2}{8\pi kT} \right) \frac{eE^2}{4kT} + 2 \frac{eE_0}{kT} c_0 E = const = Z_2 \quad (22)$$

Снова рассматривая область однородности электрического поля, можно отыскать значение полученной величины как

$$Z_2 = - \frac{eE_0^4}{32\pi (kT)^2} - \left(2c_0 - \frac{E_0^2}{8\pi kT} \right) \frac{eE_0^2}{4kT} + 2 \frac{eE_0}{kT} c_0 E_0 \quad (23)$$

или

$$Z_2 = 1,5c_0 \frac{eE_0^2}{kT} \quad (24)$$

Подставляя найденные величины в (22), получаем

$$\frac{1}{8\pi e^2} \left(\frac{dE}{dx} \right)^2 - \frac{E^4}{32\pi (kT)^2} - \left(2c_0 - \frac{E_0^2}{8\pi kT} \right) \frac{E^2}{4kT} + 2 \frac{E_0}{kT} c_0 E - 1,5c_0 \frac{E_0^2}{kT} = 0 \quad (25)$$

Вид уравнения (25) позволяет перейти к безразмерной искомой функции

$$f^2 = \frac{E^2}{c_0 kT} \quad (26)$$

Разделив (25) на величину, получаем

$$\frac{kT}{8\pi e^2 c_0} \left(\frac{df}{dx} \right)^2 - \frac{f^4}{32\pi} - \left(2 - \frac{f_0^2}{8\pi} \right) \frac{f^2}{4} + 2ff_0 - \frac{3}{2}f_0^2 = 0 \quad (27)$$

Как и следовало ожидать, в уравнение (27) в качестве параметра входит длина Дебая

$$\lambda^2 = \frac{kT}{8\pi e^2 c_0} \quad (28)$$

Таким образом, итоговое уравнение зависит только от длины Дебая и приведенного квадрата электрического поля

$$f_0^2 = \frac{E_0^2}{c_0 kT} \quad (29)$$

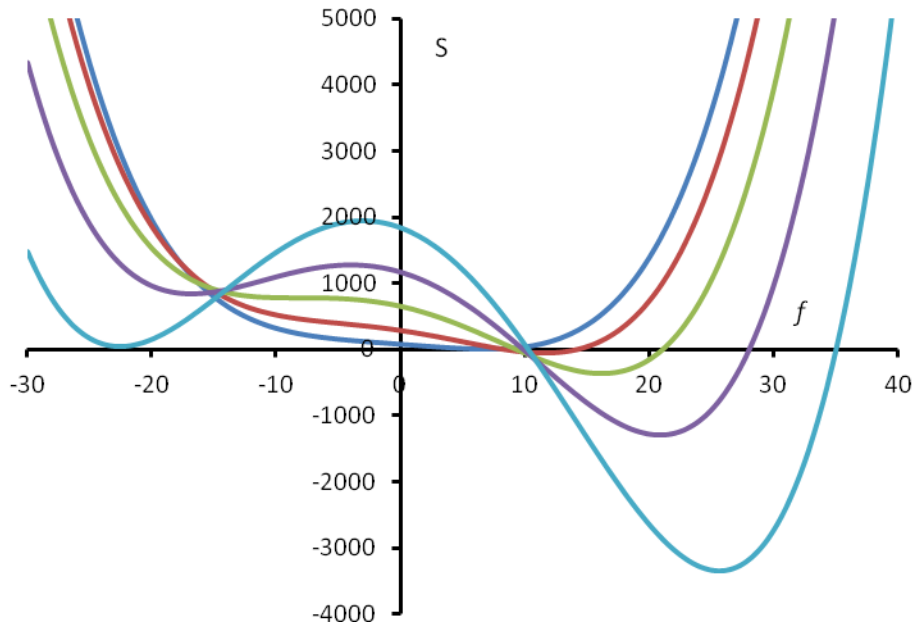


Рисунок 1. К качественному анализу уравнения на приведенное электрическое поле

В безразмерных величинах полученное уравнение может быть переписано в форме, удобной для решения численными методами

$$\lambda^2 \left(\frac{df}{dx} \right)^2 - \frac{f^4}{32\pi} - \left(2 - \frac{f_0^2}{8\pi} \right) \frac{f^2}{4} + 2ff_0 - \frac{3}{2}f_0^2 = 0. \quad (30)$$

Причем если расстояния измерять в единицах длины Дебая, то полученное уравнение зависит только от одного параметра

$$\left(\frac{df}{dx} \right)^2 - \frac{f^4}{32\pi} - \left(2 - \frac{f_0^2}{8\pi} \right) \frac{f^2}{4} + 2ff_0 - \frac{3}{2}f_0^2 = 0 \quad (31)$$

На рис. 1 представлено семейство кривых, отвечающих правым частям уравнения (31),

$$S = \frac{f^4}{32\pi} + \left(2 - \frac{f_0^2}{8\pi} \right) \frac{f^2}{4} - 2ff_0 + \frac{3}{2}f_0^2, \quad (32)$$

Использовались следующие значения управляющего параметра (29)

$$f(0) = 7, 14, 21, 28, 35$$

Видно, что при определенных значениях управляющего параметра рассматриваемая величина приобретает значения, меньшие нуля. Это означает, что область определения переменной в правой части уравнения (31) существенно ограничена.

Интерес представляют ветви, которые лежат в области значений f , больших f_0 , причем непосредственно из рис.1 видно, что представляющие интерес решения при выборе отрицательного знака корня асимптотически сходятся к f_0 .

Вернемся к уравнению (16), которое, с учетом соотношений (20) и (21) может быть переписано как

$$\frac{1}{4\pi e} \frac{d^2 E}{dx^2} - \frac{eE^3}{8\pi (kT)^2} - \left(2c_0 - \frac{E_0^2}{8\pi kT} \right) \frac{eE}{kT} + 2 \frac{eE_0}{kT} c_0 = 0 \quad (33)$$

или

$$\frac{1}{4\pi e} \frac{d^2 E}{dx^2} - \frac{eE(E^2 - E_0^2)}{8\pi (kT)^2} - 2c_0 \frac{e(E - E_0)}{kT} = 0 \quad (34)$$

Как известно, отыскать экстремум функционала приведенного ниже вида, зависящего от функции и ее производной

$$\int_a^b \left(\frac{df}{dx} \right)^2 + F(f(x)) dx \quad (35)$$

можно, составляя дифференциальное уравнение

$$2 \frac{d}{dx} \left(\frac{df}{dx} \right) - \frac{\partial F}{\partial f} = 0 \quad (36)$$

Сравнивая (36) и (33) можно видеть, что задача об отыскании решения (33) эквивалентна задаче об отыскании экстремума следующего функционала.

$$\frac{1}{4\pi e} \int_a^b \left(\frac{dE}{dx} \right)^2 + \frac{eE^4}{32\pi (kT)^2} + \left(2c_0 - \frac{E_0^2}{8\pi kT} \right) \frac{eE^2}{2kT} - 2 \frac{eE_0 E}{kT} c_0 dx \quad (37)$$

Полученный результат, прежде всего, представляет академический интерес, так как впервые показано, что система, заведомо удаленная от состояния равновесия, также может описываться на языке вариационных принципов, причем соответствующие функционалы являются прямым следствием уравнения движения частиц.

Кроме того, полученный функционал имеет также и практическое значение. Действительно, профиль электрического поля при проведении инженерных расчетов далеко не всегда нужно знать с высокой точностью. Для практических нужд его можно, например, аппроксимировать тем или иным способом, что позволяет отыскать приближенный профиль, просто решая систему алгебраических уравнений. Кроме того, именно вариационная форма наиболее удобна для решения различного рода задач оптимизации. И, наконец, именно вариационная форма вида (37) позволяет наиболее естественным образом учесть граничное условие, вытекающее из характера постановки экспериментов. Действительно, в экспериментах чаще всего известно не граничное значение электрического поля, а напряжение, приложенное к соответствующему промежутку. В используемых обозначениях такое граничное условие записывается как

$$\int_a^b \frac{df}{dx} dx = C = const$$

Следовательно, используя метод неопределенных множителей Лагранжа, полный функционал, обеспечивающий решение поставленной задачи с учетом естественного граничного условия, может быть записан в следующей форме

$$\frac{1}{4\pi e} \int_a^b \left(\frac{dE}{dx} \right)^2 + \frac{eE^4}{32\pi (kT)^2} + \left(2c_0 - \frac{E_0^2}{8\pi kT} \right) \frac{eE^2}{2kT} - 2 \frac{eE_0 E}{kT} c_0 dx + \mu \int_a^b \frac{df}{dx} dx,$$

где - неопределенный множитель Лагранжа.

Таким образом, для физико-химических систем, поведение которых преимущественно определяется движением низкомолекулярных ионов, существует возможность получить функционал, выражающий вполне определенный экстремальный принцип, непосредственно на основании уравнения движения ионов.

Данный функционал можно рассматривать как интеграл системы уравнений движения ионов. Здесь можно указать на следующую аналогию. А именно, понятие энергии первично появилось в физике, как первый интеграл движения материальной точки. Соответственно, возникает возможность говорить о некоторых нетривиальных характеристиках систем рассматриваемого типа, которые также возникают как первый интеграл уравнений движения.

Разумеется, такой подход не может быть применён для широкого круга систем; он имеет вполне определённые границы применимости и его можно использовать только для тех систем, для которых наиболее существенной особенностью является движение низкомолекулярных ионов.

Однако, подчеркнем ещё раз, что круг таких систем достаточно широк. В частности, к нему относятся преобразователи энергии, а также нейронные сети, построенные на основе эфффектов,

связанных с движением низкомолекулярных ионов. Кроме того, важность разработки такого рода подходов определяется тем, что они могут быть скомбинированы асимптотическими методами, рассмотренными выше. А именно, располагая полученным функционалом и зная, что его решение может быть представлено в виде, вытекающим из применения асимптотических методов, можно свести задачу к отысканию экстремума функций, а не функционалов, где в качестве неизвестных величин рассматриваются параметры задачи, характеризующие профиль электростатического поля, развивающегося в системе. В частности, в качестве такого рода параметров, как вытекает из материалов, представленных выше, могут быть использованы пространственные характеристики деформированных двойных электростатических слоев.

References

- 1 Manzanera J.A., Jokinen M., Cervera J. On the different formalisms for the transport equations of thermoelectricity: A review // J. NON-EQUILIBRIUM Thermodyn. -2015. -Vol. 40. -№ 3. -P. 211–227.
- 2 Robles P.A., Cisternas L.A. Prediction of (liquid plus liquid) equilibrium for binary and ternary systems containing ionic liquids with the bis{[(trifluoromethyl)sulfonyl]imide anion using the ASOG method // J. Chem. Thermodyn. -2015. -Vol. 90. -P. 1–7.
- 3 Acree Jr. W.E., Horton M.Y. The objective minimization function for the mathematical representation of solubility data for solutes dissolved in binary solvent mixtures // J. Chem. Thermodyn. -2017. -Vol. 104. -P. 61–66.
- 4 Wisniak J., Ortega J., Fernandez L. A fresh look at the thermodynamic consistency of vapour-liquid equilibria data // J. Chem. Thermodyn. -2017. -Vol. 105. -P. 385–395.
- 5 May P.M., Rowland D. Thermodynamic Modeling of Aqueous Electrolyte Systems: Current Status // J. Chem. Eng. Data. -2017. -Vol. 62. -№ 9. -P. 2481–2495.
- 6 Popovic M.E. RESEARCH IN ENTROPY WONDERLAND A Review of the Entropy Concept // Therm. Sci. -2018. -Vol. 22. -№ 2. -P. 1163–1178.
- 7 Kahane J.P. A century of interplay between Taylor series, Fourier series and Brownian motion // Bull. LONDON Math. Soc. -1997. -Vol. 29. -№ 3. -P. 257–279.
- 8 Grosse-Erdmann K.G. Universal families and hypercyclic operators // Bull. Am. Math. Soc. -1999. -Vol. 36. -№ 3. -P. 345–381.
- 9 Loya P. Geometric BVPs, Hardy spaces, and the Cauchy integral and transform on regions with corners // J. Differ. Equ. -2007. -Vol. 239. -№ 1. -P. 132–195.
- 10 Waldschmidt M. Auxiliary functions in transcendental number theory // RAMANUJAN J. -2009. -Vol. 20. - № 3. P. 341–373.
- 11 Gholam A.M., Ezzati R. Solving linear fuzzy fredholm integral equations of the second kind via iterative method and simpson quadrature rule: a review // TWMS J. PURE Appl. Math. -2017. -Vol. 8. -№ 2. -P. 121–147.
- 12 Onsager L. Reciprocal relations in irreversible processes. I. // Phys. Rev. -1931. -Vol. 37. -№ 4. -P. 405–426.
- 13 Budtova, T. V., Suleimenov, I. E., & Frenkel, S. A diffusion approach to description of swelling of polyelectrolyte hydrogels. Polymer science. -1995. -Vol. 37. -№ 1. -P. 10-16.
- 14 Budtova T. V. et al. Concentration redistribution of low-molecular-weight salts of metals in the presence of a strongly swelling polyelectrolyte hydrogel // Polymer (Guildf). -1993. -Vol. 34. -№ 24. -P. 5154–5156.
- 15 Budtova, T. V., Suleimenov, I. E., & Ya. Frenkel, S. Interpolymer complex formation of some nonionogenic polymers with linear and crosslinked polyacrylic acid. Journal of Polymer Science Part A: Polymer Chemistry. -1994. -Vol. 32. -№2. -P. 281-284.
- 16 Budtova, T. V., Suleimenov, I. E., & Ya. Frenkel, S. Interpolymer complex formation of some nonionogenic polymers with linear and crosslinked polyacrylic acid. Journal of Polymer Science Part A: Polymer Chemistry. -1994. -Vol. 32. -№2. -P. 281-284.
- 17 Suleimenov I.E. et al. Redistribution of the concentrations in polyelectrolyte hydrogels contacts as the basis of new desalination technologies // News Natl. Acad. Sci. Repub. Kazakhstan-series Geol. Tech. Sci. -2017. -Vol. 423. -№ 3. -P. 198–205.

¹ И.Э. Сулейменов, ² Э.Е. Копишев, ¹ Е.С. Витулева, ³ Г.А. Мун

¹ Алматы энергетика және байланыс университеті, Алматы, Қазақстан

² Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан

³ әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан

Полиэлектrolитті гидрогельдер негізіндегі жүйелер үшін тепе тең емес термодинамиканың формализмін тұрғызудың кейбір аспектілері

Аннотация: Тепе теңдіксіз термодинамиканың максимум және минимумның айқын принципін көрсететін, функционалдардың қолданылуына негізделген формализмі, кейбір жеке тапсырмалар үшін, тепе-теңдік күйде болмайтын жүйелерде "энтропия" түсінігіне тәуелсіз дами алады. Соның ішінде, күйі төмен молекулалы иондардың қозғалысымен

анықталатын тепе-теңдіксіз жүйелер үшін, термодинамикалық секілді бірдей функцияны атқаратын функционалдар берілген бөлшектердің қозғалысының теңдігінің бірінші интегралы ретінде алына алады. Мұндай әдістің артықшылығы болып "энтропия" ұғымының дұрыстығын негіздеудің қажет болмайтындығы табылады. Осындай функционалдардың анық түрі алынған. Оларды қолданбалы мақсатта қолданудың мүмкіндігі талқылануда.

Ключевые слова:

¹ I.E. Suleimenov, ² E.E. Kopishev, ¹ E.S. Vitulyova, ³ G.A. Mun

¹ *Almaty University of Power Engineering and Telecommunications, Almaty, Kazakhstan*

² *L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan*

³ *al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan*

Some aspects of the development of formalism of nonequilibrium thermodynamics for systems based on polyelectrolyte hydrogels

Abstract It is shown that the formalism of nonequilibrium thermodynamics, based on the use of functionals expressing a certain maximum or minimum principle, for a number of particular problems can be developed regardless of the adequacy of the interpretation of the concept of "entropy" as applied to systems far from equilibrium. In particular, it was shown that for non-equilibrium systems, whose behavior is primarily determined by the movement of low-molecular ions, functionals that perform the same function as thermodynamic ones can be obtained as the first integrals of the equations of motion of these particles. The advantage of this approach is the elimination of the need to justify the adequacy of the use of the concept of "entropy". An explicit form of such functionals is obtained. The possibilities of their use for application purposes are discussed.

Keywords nonequilibrium systems; low molecular weight ions; nonequilibrium thermodynamics; thermodynamic variables

References

- 1 Manzanares J.A., Jokinen M., Cervera J. On the different formalisms for the transport equations of thermoelectricity: A review, *J. NON-EQUILIBRIUM Thermodyn*, 40(3), 211–227(2015).
- 2 Robles P.A., Cisternas L.A. Prediction of (liquid plus liquid) equilibrium for binary and ternary systems containing ionic liquids with the bis((trifluoromethyl)sulfonyl)imide anion using the ASOG method, *J. Chem. Thermodyn*, 90, 1–7(2015).
- 3 Acree Jr. W.E., Horton M.Y. The objective minimization function for the mathematical representation of solubility data for solutes dissolved in binary solvent mixtures, *J. Chem. Thermodyn*, 104, 61–66(2017).
- 4 Wisniak J., Ortega J., Fernandez L. A fresh look at the thermodynamic consistency of vapour-liquid equilibria data, *J. Chem. Thermodyn*, 105, 385–395(2017).
- 5 May P.M., Rowland D. Thermodynamic Modeling of Aqueous Electrolyte Systems: Current Status, *J. Chem. Eng. Data*, 62(9), 2481–2495(2017).
- 6 Popovic M.E. RESEARCH IN ENTROPY WONDERLAND A Review of the Entropy Concept, *Therm. Sci.*, 22(2), 1163–1178(2018).
- 7 Kahane J.P. A century of interplay between Taylor series, Fourier series and Brownian motion, *Bull. LONDON Math. Soc.*, 29(3), 257–279(1997).
- 8 Grosse-Erdmann K.G. Universal families and hypercyclic operators, *Bull. Am. Math. Soc.*, 36(3), 345–381(1999).
- 9 Loya P. Geometric BVPs, Hardy spaces, and the Cauchy integral and transform on regions with corners, *J. Differ. Equ.*, 239(1), 132–195(2007).
- 10 Waldschmidt M. Auxiliary functions in transcendental number theory, *RAMANUJAN J.*, 20(3), 341–373(2009).
- 11 Gholam A.M., Ezzati R. Solving linear fuzzy fredholm integral equations of the second kind via iterative method and simpson quadrature rule: a review, *TWMS J. PURE Appl. Math.*, 8(2), 121–147(2017).
- 12 Onsager L. Reciprocal relations in irreversible processes. I., *Phys. Rev.*, 37(4), 405–426(1931).
- 13 Budtova, T. V., Suleimenov, I. E., & Frenkel, S. A diffusion approach to description of swelling of polyelectrolyte hydrogels, *Polymer science*, 37(1), 10-16(1995).
- 14 Budtova T. V. et al. Concentration redistribution of low-molecular-weight salts of metals in the presence of a strongly swelling polyelectrolyte hydrogel, *Polymer (Guildf)*, 34(24), 5154–5156(1993).
- 15 Budtova, T. V., Suleimenov, I. E., & Ya. Frenkel, S. Interpolymer complex formation of some nonionogenic polymers with linear and crosslinked polyacrylic acid. *Journal of Polymer Science Part A: Polymer Chemistry*, 32(2), 281-284(1994).
- 16 Budtova, T. V., Suleimenov, I. E., & Ya. Frenkel, S. Interpolymer complex formation of some nonionogenic polymers with linear and crosslinked polyacrylic acid, *Journal of Polymer Science Part A: Polymer Chemistry*, 32(2), 281-284(1994).
- 17 Suleimenov I.E. et al. Redistribution of the concentrations in polyelectrolyte hydrogels contacts as the basis of new desalination technologies, *News Natl. Acad. Sci. Repub. Kazakhstan-series Geol. Tech. Sci.*, 423(3), 198–205(2017).

Сведения об авторах:

Сулейменов И.Э. - доктор химических наук, кандидат физико-математических наук, профессор, Алматинский университет энергетики и связи, Алматы, Казахстан.

Suleimenov I.E. - Doctor of Chemical Sciences, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Almaty University of Power Engineering and Telecommunications, Almaty, Kazakhstan.

Копишев Э.Е. - кандидат химических наук, и.о. доцента Евразийского национального университета им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан.

Kopishev E.E. Candidate of Chemical Sciences, Acting Associate Professor of L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan.

Витулева Е.С. - PhD студент, Алматинский университет энергетики и связи, Алматы, Казахстан.

Vitulyova E.S. - PhD student of Almaty University of Power Engineering and Telecommunications, Almaty, Kazakhstan.

Мун Г.А. - доктор химических наук, профессор Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан.

Mun G.A. - Doctor of Chemical Sciences, Professor of Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan.

Поступила в редакцию 27.12.2018

«Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің Хабаршысы. Химия. География. Экология сериясы» журналына мақала жариялау ережесі

1. **Журнал мақсаты.** Химия, география, экология салалары бойынша мұқият тексеруден өткен ғылыми құндылығы бар мақалалар жариялау.

2. Журналда мақала жариялаушы автор мақаланың қол қойылған 1 дана қағаз нұсқасын Ғылыми басылымдар бөліміне (редакцияға, мекенжайы: 010008, Қазақстан республикасы, Астана қаласы, Қ. Сәтпаев көшесі, 2, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Бас ғимарат, 408 кабинет) және e-mail vest_chem@enu.kz электрондық поштасына Word, Tex, PDF форматтарындағы нұсқаларын жіберу қажет. Мақала мәтінінің қағаз нұсқасы мен электронды нұсқалары бірдей болулары қажет. Мақалалар қазақ, орыс, ағылшын тілдерінде қабылданады. 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).

5. **Мақаланың құрылымы**

ҒТАМРК <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; формуласыз, 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-іздістіру 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.

Таблица, суреттер – аталғаннан кейін орналастырылады. Әр таблица, сурет қасында оның аталуы болуы қажет. Сурет айқын, сканерден өтпеген 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.

Әдебиеттер тізімі

Мәтінде әдебиеттерге сілтемелер тікжақшаға алынады. Мәтіндегі әдебиеттер тізіміне сілтемелердің номерленуі мәтінде қолданылуына қатысты жүргізіліде: мәтінде кездескен әдебиетке алғашқы сілтеме [1] арқылы, екінші сілтеме [2] арқылы т.с.с. жүргізіледі. Кітапқа жасалатын сілтемелерде қолданылған беттері де көрсетілуі керек (мысалы, [1, 45 бет]). Жарияланбаған еңбектерге сілтемелер жасалмайды. Сонымен қатар, рецензиядан өтпейтін басылымдарға да сілтемелер жасалмайды (әдебиеттер тізімін, әдебиеттер тізімінің ағылшынша эзірлеу үлгілерін төмендегі мақаланы рәсімдеу үлгісінен қараңыз).

Мақала соңындағы әдебиеттер тізімінен кейін **библиографиялық мәліметтер** орыс және ағылшын тілінде (егер мақала қазақ тілінде жазылса), қазақ және ағылшын тілінде (егер мақала орыс тілінде жазылса), орыс және қазақ тілінде (егер мақала ағылшын тілінде жазылған болса) беріледі.

Авторлар туралы мәлімет: автордың аты-жөні, ғылыми атағы, қызметі, жұмыс орны, жұмыс орнының мекен-жайы, теелфон, e-mail – қазақ, орыс және ағылшын тілдерінде толтырылады.

6. Қолжазба мұқият тексерілген болуы қажет. Техникалық талаптарға сай келмеген қолжазбалар қайта өңдеуге қайтарылады. Қолжазбаның қайтарылуы оның журналда басылуына жіберілуін білдірмейді.

7. 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.

8. 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.

1) РГП ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева МОН РК

АО "Банк ЦентрКредит"

БИК Банка: КСЖВКЗКХ

ИИК: KZ978562203105747338 (KZT)

Кнп 861

Кбе 16

"Мақала үшін (автордың аты-жөні)"

2) РГП ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева МОН РК

АО "Bank RBK"

БИК Банка: KINCKZKA

ИИК: KZ498210439858161073 (KZT)

"Мақала үшін (автордың аты-жөні)"

3) РГП ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева МОН РК

АО "Forte"

БИК Банка: IRTYKZKA

ИИК: KZ599650000040502847 (KZT)

"Мақала үшін (автордың аты-жөні)"

Provision on articles submitted to the journal "Bulletin of L.N. Gumilyov Eurasian National University. Chemistry. Geography. Ecology Series"

1. Purpose of the journal. Publication of carefully selected original scientific works in the fields of chemistry, geography, ecology.

2. An author who wishes to publish an article in a journal must submit the article in hard copy (printed version) in one copy, signed by the author to the scientific publication office (at the address: 010008, Republic of Kazakhstan, Astana, Satpayev St., 2. L.N. Gumilyov Eurasian National University, Main Building, room 408) and by e-mail vest_chem@enu.kz in Word, PDF and Tex format. At the same time, the correspondence between Tex-version, Word-version, PDF-version and the hard copy must be strictly maintained. 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 formula, 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).

Keywords (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.

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.

References

In the text references are indicated in square brackets. References should be numbered strictly in the order of the mention in the text. The first reference in the text to the literature should have the number [1], the second - [2], etc. The reference to the book in the main text of the article should be accompanied by an indication of the pages used (for example, [1, 45 p.]). References to unpublished works are not allowed. Unreasonable references to unreviewed publications (examples of the description of the list of literature, descriptions of the list of literature in English, see below in the sample of article design).

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).

Information about authors: surname, name, patronymic, scientific degree, position, place of work, full work address, telephone, e-mail - in Kazakh, Russian and English.

6. The article must be **carefully verified**. Articles that do not meet technical requirements will be returned for revision. Returning for revision does not mean that the article has been accepted for publication.

7. 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.

8. 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):

Реквизиты:

1) РГП ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева МОН РК
АО "Банк ЦентрКредит"

БИК Банка: КСЖВКЗКХ
ИИК: KZ978562203105747338 (KZT)

Кнп 861

Кбе 16

"За публикацию в Вестник ЕНУ ФИО автора"

2) РГП ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева МОН РК

АО "Bank RBK"

БИК Банка: KINCKZKA

ИИК: KZ498210439858161073 (KZT)

"За публикацию в Вестник ЕНУ ФИО автора"

3) РГП ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева МОН РК

АО "Forte"

БИК Банка: IRTYKZKA

ИИК: KZ599650000040502847 (KZT)

"За публикацию в Вестник ЕНУ ФИО автора"

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

1. Цель журнала. Публикация тщательно отобранных оригинальных научных работ в области химии, географии, экологии.

2. Автору, желающему опубликовать статью в журнале необходимо представить рукопись в твердой копии (распечатанном варианте) в одном экземпляре, подписанном автором в Отдел научных изданий (по адресу: 010008, Казахстан, г.Астана, ул. Сатпаева, 2, Евразийский национальный университет им. Л.Н.Гумилева, Учебно-административный корпус, каб. 408) и по e-mail vest_chem@enu.kz в формате Tex, PDF и Word. При этом должно быть строго выдержано соответствие между Tex-файлом, Word-файлом, PDF-файлом и твердой копией. Автор А также автору(ам) 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 Фамилию 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 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/обсуждения, 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, рисунки необходимо располагать после упоминания. С каждой иллюстрацией должна следовать надпись. Рисунки должны быть четкими, чистыми, несканированными.

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.

Список литературы

В тексте ссылки обозначаются в квадратных скобках. Ссылки должны быть пронумерованы строго по порядку упоминания в тексте. Первая ссылка в тексте на литературу должна иметь номер [1], вторая - [2] и т.д. Ссылка на книгу в основном тексте статьи должна сопровождаться указанием использованных страниц (например, [1, 45 стр.]). Ссылки на неопубликованные работы не допускаются. Нежелательны ссылки на нецензурируемые издания (примеры описания списка литературы, описания списка литературы на английском языке см. ниже в образце оформления статьи).

В конце статьи, 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).

Сведения об авторах: фамилия, имя, отчество, научная степень, должность, место работы, полный служебный адрес, телефон, e-mail – на казахском, русском и английском языках.

6. Рукопись должна быть **тщательно выверена**. Рукописи, не соответствующие техническим требованиям, будут возвращены на доработку. Возвращение на доработку не означает, что рукопись принята к опубликованию.

7. Работа с электронной корректурой. Статьи, поступившие в Отдел научных изданий (редакция), отправляются на анонимное рецензирование. Все рецензии по статье 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.

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

Реквизиты:

1) РГП ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева МОН РК

АО "Банк ЦентрКредит"

БИК Банка: КСЖВКЗКХ

ИИК: KZ978562203105747338 (KZT)

Кнп 861

Кбе 16

"За публикацию в Вестнике ЕНУ ФИО автора"

2) РГП ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева МОН РК

АО "Bank RBK"

БИК Банка: KINCKZKA

ИИК: KZ498210439858161073 (KZT)

"За публикацию в Вестнике ЕНУ ФИО автора"

3) РГП ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева МОН РК

АО "Forte"

БИК Банка: IRTYKZKA

ИИК: KZ599650000040502847 (KZT)

"За публикацию в Вестнике ЕНУ ФИО автора"

Мақаланы рәсімдеу үлгісі

МРНТИ 27.25.19

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

² *Институт теоретической математики и научных вычислений Евразийского национального университета имени Л.Н.Гумилева, Астана, Казахстан*

³ *Актюбинский региональный государственный университет имени К. Жубанова,*

¹ *Актобе, Казахстан*

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

Численное дифференцирование функций в контексте Компьютерного (вычислительного) поперечника

Аннотация В рамках компьютерного (вычислительного) поперечника полностью решена задача приближенного дифференцирования функций, принадлежащих классам Соболева по неточной информации, полученной от произвольного конечного множества тригонометрических коэффициентов Фурье-Лебега дифференцируемой функции... [100-200 слов]

Ключевые слова приближенное дифференцирование, восстановление по неточной информации, предельная погрешность, компьютерный (вычислительный) поперечник. [6-8 слов/словосочетаний]

Введение

Текст введения...

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

2. Заголовок секции

Окружения.

Теорема 1. ...

Лемма 1. ...

Предложение 1. ...

Определение 1. ...

Следствие 1. ...

Замечание 1. ...

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

Доказательство. Текст доказательства.

2. Формулы, таблицы, рисунки

$$\delta_N(\varepsilon_N; D_N)_Y \equiv \delta_N(\varepsilon_N; T; F; D_N)_Y \equiv \inf_{(l^{(N)}, \varphi_N) \in D_N} \delta_N \left(\varepsilon_N; \left(l^{(N)}, \varphi_N \right) \right)_Y, \quad (1)$$

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

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

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

Таблица 2 – Название таблицы

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



Рисунок 3 – Название рисунка

3. Ссылки и библиография

Для ссылок на утверждения, формулы и т. п. можно использовать метки. Например, теорема 2, Формула (1)

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 гиполипидемическая 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. Темірғалиев**¹, **А.Б. Утесов**²

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

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

Компьютерлік (есептеуіш) диаметр мәнмәтінінде функцияларды сандық дифференциалдау

Аннотация: Компьютерлік (есептеуіш) диаметр мәнмәтінінде 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. Temirgaliyev**¹, **A.B. Utesov**²

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 chislenogo analiza [Elements of numerical analysis] (Yanus, Moscow, 1995). [in Russian]
- 2 Temirgaliyev N. Komp'yuternyj (vychislitel'nyj) poperechnik kak sintez izvestnogo i novogo v chislenom 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., AbikenovaSh.K. O normah proizvodnyh funkcij s nulevymi znachenijami zadannogo nabora linejnyh funkcionalov i ih primenenija k poperechnikovym 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 "Funkcional'nye prostranstva i teorija priblizhenija funkcij" [International conference on Function Spaces and Approximation Theory dedicated to the 110th anniversary of S. M. Nikol'skij]. 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 Кыров В.А., Михайличенко Г.Г. Аналитический метод вложения симплектической геометрии [The analytic method of embedding symplectic geometry], Сибирские электронные математические известия [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:

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

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

Утесов А.Б. - кандидат физико-математических наук, доцент кафедры Математики, Актюбинский региональный государственный университет имени К. Жұбанова, пр. А.Молдагуловой 34, Ақтөбе, 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: К. М. Джаналеева

Шығарушы редактор, дизайн А. Нұрболат

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің
Хабаршысы. Химия. География. Экология сериясы.
№4(125)/2018 - Астана: ЕҰУ. 71-б.
Шартты б.т. - 9,12. Таралымы - 20 дана.
Мазмұнына типография жауап бермейді

Редакция мекен-жайы: 010008, Астана қ.,
Сәтпаев 2,көшесі, 13.
Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті
Тел.: (8-717-2) 70-95-42(ішкі)31-428

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің баспасында басылды